

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА КОНСТРУЮВАННЯ ВЕРСТАТІВ ТА МАШИН

«На правах рукопису»

УДК 621.941

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ В.Б.Струтинський

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2018 р.

Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра
зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування

на тему _____ «Токарний верстат з ЧПК двосторонньої обробки»

Виконав (-ла): студент (-ка) _____ ІІ курсу , групи МВ – 71мп

_____ Гайдук Ярослав Віталійович

_____ (прізвище ім'я по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник _____ к.т.н., доцент, Гаврушкевич А.Ю.

_____ (посада, науковий ступінь тавчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з розділу _____

_____ (посада, науковий ступінь тавчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент:

_____ (посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ - 2018

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”
Механіко-машинобудівний інститут
Кафедра конструювання верстатів та машин

Рівень вищої освіти другий (магістерський) за освітньо-професійною
програмою

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
Спеціалізація «Технології комп'ютерного проектування верстатів, роботів
і машин»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ В.Б.Струтинський
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2017 р.

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ

_____ Гайдуку Ярославу Віталійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Токарний верстат з ЧПК двосторонньої обробки»
науковий керівник дисертації Гаврушкевич А.Ю., к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “15” листопада 2018 року № 934-с

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження: Токарний верстат з ЧПК двосторонньої обробки

4. Вихідні дані: робочі креслення типової деталі «штуцер», креслення модулів верстату

5. Перелік завдань, які потрібно розробити 1) Вибір компоновки; 2) Кінематичний розрахунок; 3) Конструкторські розрахунки; 4) Опис частин запропонованого верстату.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу 1) Загальний вигляд верстату; 2) Кінематична схема; 3) Шпиндель лівий; 4) Шпиндель правий; 5) Супорт лівий; 6) Маніпулятор правий; 7) Механізм завантаження прутка

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

9. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Вибір компоновки	15.10-22.10	
2	Кінематичний розрахунок	22.10-05.11	
3	Конструкторський розрахунок	05.11-19.11	
4	Опис частин запропонованого верстату	19.11-03.12	
5	Оформлення ПЗ та креслень	03.12-14.12	

Студент _____ Гайдук Я.В.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Науковий керівник дисертації _____ к.т.н., доцент, Гаврушкевич А.Ю.

Зміст

Вступ

- 1. Опис верстату
 - 1.1 Вихідні дані для розробки
 - 1.2 Загальні принципи будови верстату
 - 1.3 Запропонована компоновка токарного верстату
- 2. Кінематичний розрахунок
 - 2.1 Вибір ріжучого інструменту
 - 2.2 Розрахунок режимів різання та необхідної потужності приводу головного руху
- 3. Конструкторські розрахунки
 - 3.1 Вибір параметрів головного двигуна
 - 3.2 Розрахунок шпинделя
 - 3.2.1 Вихідні дані для розрахунків
 - 3.2.2 Вибір схеми шпиндельного вузла (ШВ)
 - 3.2.3 Вибір підшипників
 - 3.2.4 Визначаємо реакції в опорах і їх радіальну твердість (податливість)
 - 3.2.5 Визначення оптимальної відстані l_{опт} між опорами
 - 3.2.6 Визначення радіальної твердості шпиндельного вузла
 - 3.2.7 Визначення радіального биття опор
 - 3.2.8 Визначення властивостей, що демпфірують, ШВ
 - 3.2.9 Визначення власної частоти обертання

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç			
Çìí.	Äê.	¹ äîëóì.	Ï'äîèñ	Äàòà	Äâîøîëíáäëüíëé ïðòðëîäëé òîëäðîíëé ääðñòàð			
Ðîçðîá.	Ääëäóê							
Ïäðäâð.	Ääððóøëäâë-							
Ï. Êîíîä.								
Çàðäâðä					Ïòòó «ËÏ» ³ ì. ² Ñ'ëîðñüëîäî ì ì ² , ÊÄÏ			

3.3 Розрахунок приводів подач верстата

3.4 Розрахунок зубчасто-пасової передачі

4. Опис запропонованого верстатуСупорта лівий та правий

4.2 Різцетримач поворотний

4.3 Маніпулятор

4.4 Шпиндель лівого модуля

4.5 Шпиндель правого модуля

4.6 Пневмоциліндр затиску

4.7 Механізм завантаження прутків

4.8 Кантувач

4.9 Технічна характеристика верстату

4.10 Межі використання верстата по потужності й силовим навантаженням

Висновки

Перелік посилань

Додатки

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Вступ

Машинобудування є основою науково-технічного прогресу в різних галузях народного господарства. Забезпечення корінної реконструкції і випереджаючого розвитку машинобудівного комплексу, насамперед верстатобудування, виробництва обчислювальної техніки, приладобудування, електротехнічної й електронної промисловості, потребує широкого впровадження металорізальних верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ), верстатних модулів, робото технічних, роторних і роторно-конвеєрних комплексів.

В даний час велика увага приділяється вдосконаленню структури верстатів, що випускаються, верстатних комплексів і, у першу чергу, верстатів з ЧПУ, багатоопераційних верстатів типу «оброблюючи центр», важких верстатів, верстатів високої точності, автоматизованих і роботизованих комплексів і ліній, гнучких виробничих систем (ГВС).

Основні напрямки розвитку світового верстатобудування підпорядковані досягненню наступних головних цілей: підвищення продуктивної обробки; підвищення якості обробки; зниження витрат на обробку; поліпшення умов праці; інтелектуалізація виробництва; розширення технологічних можливостей обладнання.

На сучасному етапі розвитку машинобудівного комплексу і, зокрема, верстатобудування намітилися наступні головні тенденції:

- 1) широке застосування концентрації (поєднання) операцій, що веде до підвищення продуктивності обробки при зниженні її трудомісткості;
- 2) застосування ресурсозберігаючих маловідходних і безвідхідних технологій, що підвищують коефіцієнт використання металу та скорочують витрати енергії;
- 3) поєднання в одному верстаті декількох методів обробки (шліфування і електрохімічної, механічної і термічної, різальної і тонко пластичного

					АІ.АІОА.00.000.Іç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

деформування, зубофрезерування і зубошліфування, точіння і протягування і т.д.), що скорочує кількість обладнання і знижує трудомісткість виготовлення;

4) агрегатно-модульний принцип побудови верстатів, верстатних комплексів і іншого технологічного обладнання, що підвищує ступінь його уніфікації, якість виготовлення і складання, надійність роботи, скорочує терміни і витрати на проектування і виготовлення;

5) прагнення до прецизійної й ультра прецизійної обробки (наприклад, таких деталей, як барабани і диски пам'яті, елементи інтегральних схем, дзеркальні поверхні телескопів і т.п.) шляхом скорочення кінематичних ланцюгів і заміни механічних ланцюгів електричними, що підвищує якість обробки і знижує металоємність обладнання;

6) прагнення до безлюдної технології за рахунок гнучкої комплексної автоматизації, широкої роботизації, застосування діагностичних систем, що підвищує коефіцієнти змінності і використання обладнання;

7) мініатюризація систем управління і можливість нарощування керуючих координат систем з ЧПК;

8) застосування верстатів з ЧПК поряд з високопродуктивними верстатами-автоматами в благо номенклатурному багатосерійному та в масовому виробництвах.

					АІ.АІОА.00.000.Іç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1. Опис верстату

1.1 Вихідні дані для розробки

Деталь (виріб), що виходить після обробки на верстаті.

1. Найменування: золотник.
2. Робоче креслення типової деталі див. рис. 1.1.

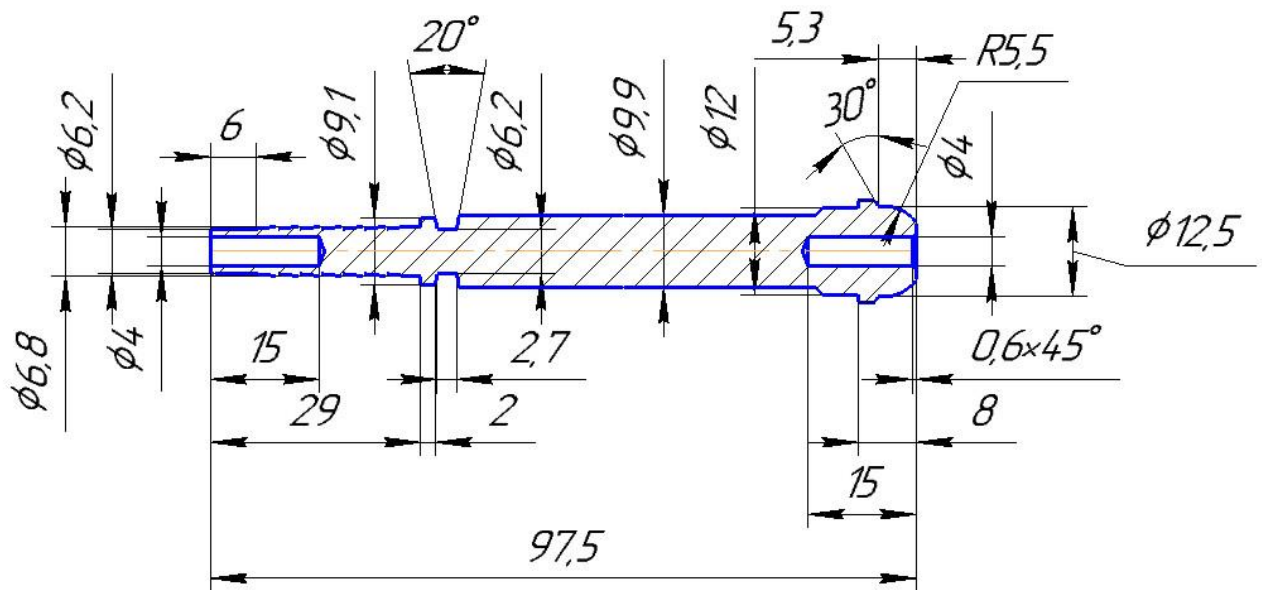


Рис. 1.1 – Робоче креслення типової деталі

Деталь (виріб), що надходить на верстат:

1. Матеріал: Сталь 10Ю ТС00187895-012-2006.
2. Твердість: 229 ... 269 НВ.
3. Маса: 0,5кг.
4. Спосіб отримання заготовки: пруток.

Відомості про обробку деталі:

Зміст переходів, які підлягають виконанню на верстаті, що замовляється.

Послідовне виконання попередньої токарної обробки відповідно до вимог КД (конструкторської документації) і ТД (технологічної документації).

					ÄÏ.ÄÏÒÀ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Оцінка технічних можливостей і продуктивності верстата буде проводитися за базовими технологічних переходах:

- а) Підрізка торця чорнова, чистові проходи.
- б) Точіння половини зовнішнього діаметра (чорновий прохід).
- в) Точіння половини зовнішнього діаметра по контуру (чистової прохід).
- г) Центрування торця.
- д) Свердлення отвору.

Додаткові дані, що характеризують умови обробки:

Деталь на обробку надходить у вигляді прутка без яких би ні було оброблених поверхонь.

1.2 Загальні принципи будови верстата

Безперервне вдосконалення і розвиток машинобудування зв'язаний із прогресом верстатобудування, оскільки металорізальні верстати разом з деякими іншими видами технологічних машин забезпечують виготовлення будь-яких нових видів устаткування.

Основною задачею для підвищення продуктивності праці є впровадження машин і устаткування з вбудованими засобами мікропроцесорної техніки: багатоопераційні верстати з числовим програмним устаткуванням, роботехнічних комплексів (РТК), і гнучких виробничих систем.

Сучасний верстат із ЧПК являє собою самоврядну робочу машину, органічно зв'язану з обчислювальною машиною, що працює в реальному масштабі часу, яка перетворює дискретні сигнали інформації в дискретні сигнали керування.

Загальним для універсальних верстатів з ручним керуванням і верстатів із ЧПК є простота переналагодження і підналагодження. Так, для переналагодження верстата з ЧПК досить ввести в пристрій ЧПК нову керуючу

					АІ.АІ.00.000.Іç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

програму і всі необхідні для наладчика відомості, а для підналагодження (зміна розмірів обробки) використовувати коректори ЧПК.

Для прискорення переналагодження використовують: попередньо налаштований на розмір інструмент; універсально-збірні затискні пристосування; побудувати розмір за допомогою коректорів; коректування режимів різання з пульта в процесі обробки.

1.3 Запропонована компоновка токарного верстата

Верстат призначено для токарної обробки металевих деталей типу золотників, штуцерів, та інш. з пруткового матеріалу.

Верстат складається з:

- станини ;
- двох модулів (пруткового та штучного) з шпиндельним вузлом та одним хрестовим супортом, які розміщені на станині;
- вхідного лотка з кантувачем для подачі прутків;
- заштовхувача з безштоковим пневмоцилиндром;
- системи проміжних лотків та підйомника;
- маніпулятора для автоматичної загрузки заготовок в патрон другого модуля;
- лотка приймального для оброблюваної деталі та ящика;
- шнекового транспортера стружки;
- електрообладнання та електрошафа, в якому розміщено апаратура керування: система ЧПК, електрична частина приводів з частотним регулюванням швидкості, пуско-регулююча апаратура;
- огорожа зон різання й рухомих частин.

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

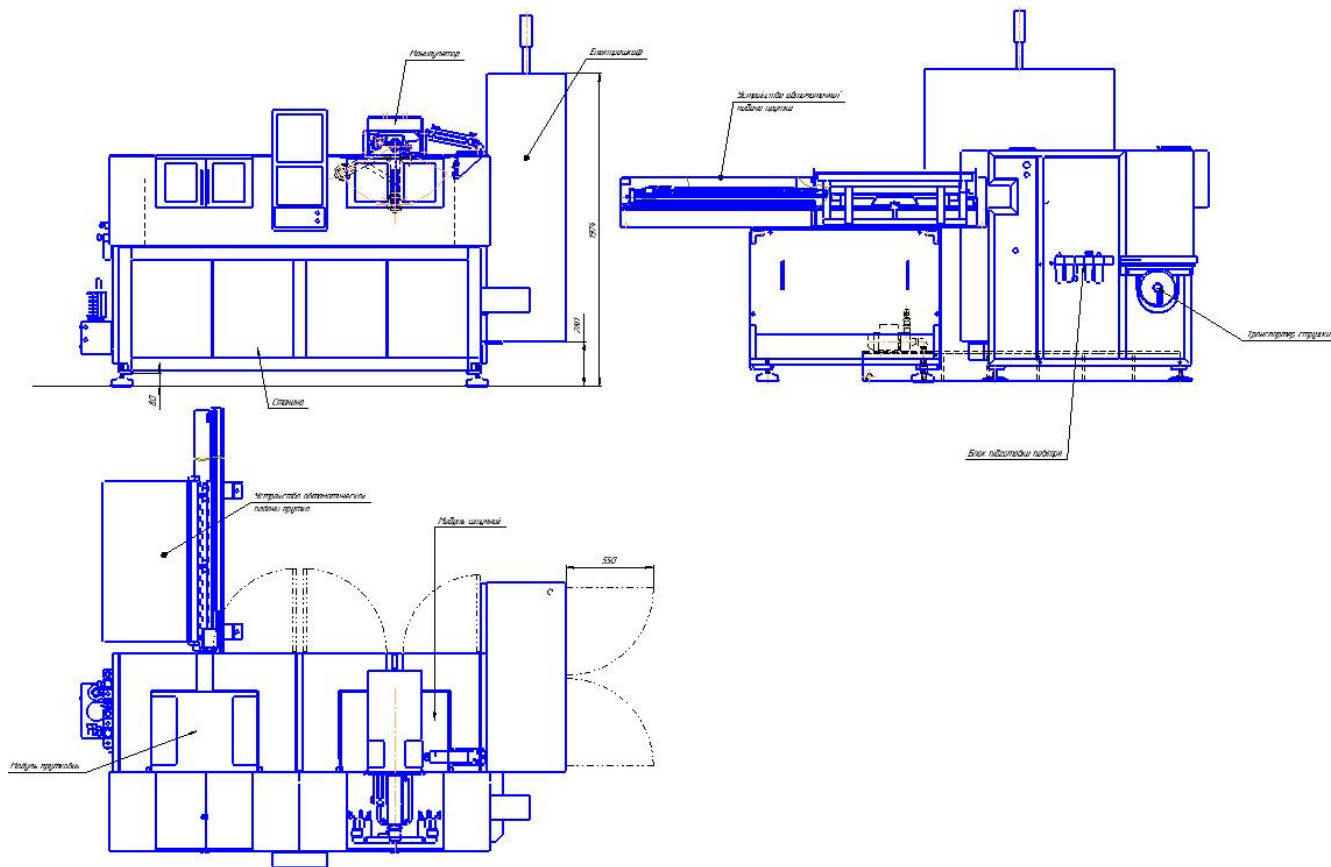


Рис. 1.2 – Загальний вигляд двомодульного верстата для обробки деталей гідроарматури

- Станина верстата рамної конструкції зварна з профільного прокату й листа, забезпечує з'єднання складних частин верстату в єдине ціле з потрібної точністю й жорсткістю, а також для закріплення верстату до фундаменту або на віброопорах.

- Модулі - основна складна частина верстату, представляють собою автономні токарні операційні верстати, які можуть бути налагоджені на обробку конкретної деталі в автоматичному режимі.

Завантаження заготовок відбувається з накопичувача кантувачем з задньої сторони верстату в призми та заштовхується безпосередньо в зону різання до упору та затискається цанговим патроном.

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç

Арк.

8

Лотки приймальні призначені для відвода оброблених деталей з зон різання.

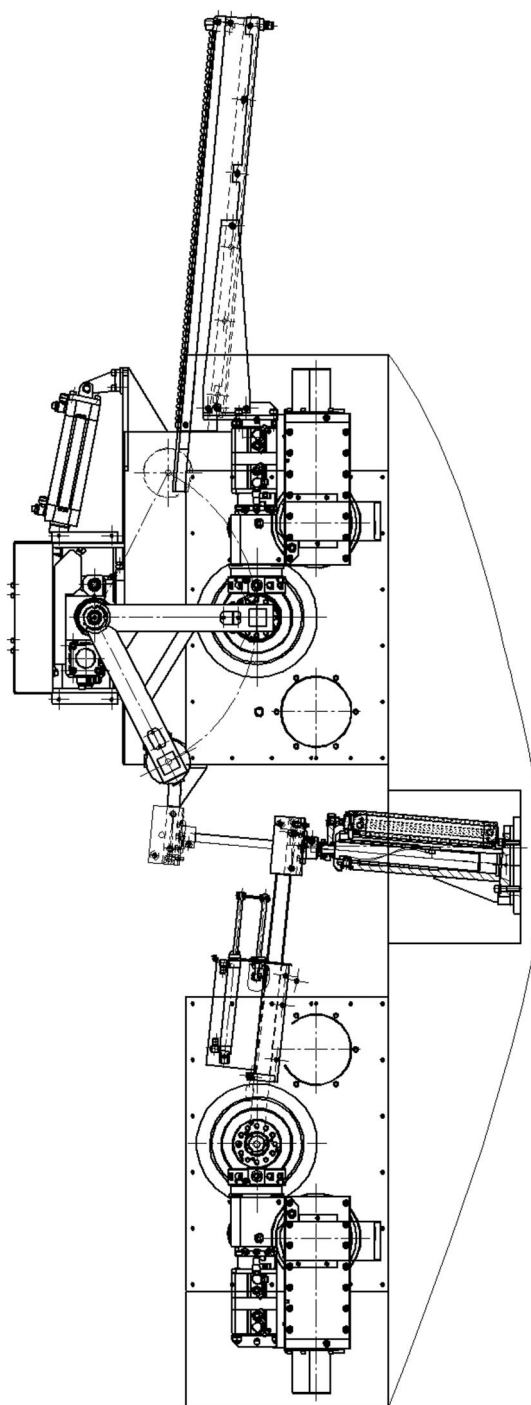


Рисунок 1.3 – Загальний вид робочої зони верстату

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ÄÏ.ÄÏÒÀ.00.000.Ïç

Арк.

9

2. Кінематичний розрахунок

2.1 Вибір ріжучого інструменту

В якості ріжучого інструменту для основних токарних операцій, що виконуються на верстаті, приймаємо високопродуктивний інструмент фірми «Sandvik Coromant»: прохідні, розточні, підрізні.

Різьці квадратного перерізу 20x20 мм встановлюємо безпосередньо у 6-позиційний різцетримач, а круглого перерізу - у перехідну державку, а потім - в 6-позиційний різцетримач.

2.2 Розрахунок режимів різання та необхідної потужності приводу головного руху

Чорнове точіння.

2.2.1 Глибина різання.

Згідно технологічного процесу для чорнкової обробки контуру заготовки приймаємо припуск $t = 2,5$ мм.

2.2.2 Найбільша технологічна подача, що допускається.

Згідно [2, том 2, табл. 11] приймаємо подачу допустиму приводом подач $s = 2,5$ мм/об.

2.2.3 Швидкість різання для розточування:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v;$$

де T – стійкість різця, $T = 45$ хв, [2, тім 2, табл.17];

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Коефіцієнти C_v, x, y, m - відповідно до [2, тім 2, табл.17]

$$C_v=420; x=0,15; y=0,2; m=0,2;$$

K_v - коефіцієнт, що дорівнює добуткові поправочних коефіцієнтів, що враховує матеріал заготовки, геометричні параметри інструмента, умови обробки і т.д.: $K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}$.

де, K_{MV} – враховує вплив матеріала заготовки, [2, том 2, табл.1-4];

для сталі 45 - $K_{MV} = 1$,

– враховує вплив стану поверхні заготовки, [2, том 2, табл.5];

для заготовки з круглого прокату: $K_{IV} = 1$,

K_{IV} – враховує вплив матеріала інструмента, [2, том 2, табл.6];

Для різальної пластини зі сплаву GC 4025 - $K_{IV} = 1$.

Підставляючи значення у формулу, отримуємо:

$$V = \frac{420}{45^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 2,5^{0,2}} 1 = 145 \text{ м/хв};$$

що збігається з рекомендаціями фірми Sandvik Coromant.

2.2.4 Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}; \quad n = \frac{1000 \cdot 145}{\pi \cdot 100} = 453 \text{ об/хв.},$$

приймаємо

$$n=430 \text{ об/хв.}, \quad V = \frac{\pi \cdot 100 \cdot 430}{1000} = 135 \text{ м/хв..}$$

2.2.5 Хвилинна подача

$$S_M = S \cdot n; \quad S_M = 2.5 \cdot 430 = 1075 \text{ мм/хв.}$$

2.2.6 Сила різання сила P_{xyz} розраховується за такою формою:

$$P_{xyz} = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p;$$

Значення коефіцієнтів C_p, x, y, n - відповідно до [2, том 2, табл.19]

Рівні: тангенційна - $C_p = 300; x = 1,0; y = 0,75; n = -0.15;$

радіальна - $C_p = 243; x = 0,9; y = 0,6; n = -0.3;$

осева - $C_p = 339; x = 1,0; y = 0,5; n = -0.4.$

K_p - коефіцієнт, дорівнює добуткові поправочних коефіцієнтів, що враховують умови обробки: $K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}.$

де, $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^{\frac{0.75}{0.35}}$ - враховує вплив матеріала заготовки, [2, тім 2, табл.9];

для сталі 45 - $K_{MP} = \left(\frac{600}{750} \right)^{\frac{0.75}{0.35}} = 0.62$,

- враховує вплив геометричних параметрів ріжучого інструмента [2, том 2, табл.23];

$K_{\phi P} = 0.89$ - для P_z , $K_{\phi P} = 0.5$ - для P_y , $K_{\phi P} = 1.17$ - для P_x ,

$K_{\gamma P} = 1.0$ - для P_z , $K_{\gamma P} = 1.0$ - для P_y , $K_{\gamma P} = 1.0$ - для P_x ,

$K_{\lambda P} = 1.0$ - для P_z , $K_{\lambda P} = 0.75$ - для P_y , $K_{\lambda P} = 1.07$ - для P_x ,

$K_{rP} = 1.0$ - для P_z , $K_{rP} = 1.0$ - для P_y , $K_{rP} = 1.0$ - для P_x ,

Підставляючи значення у формулу, отримуємо:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 2,5^{0,75} \cdot 135^{-0,15} \cdot 0,62 \cdot 0,89 = 3942 \text{ Н};$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2,5^{0,9} \cdot 2,5^{0,6} \cdot 135^{-0,3} \cdot 0,62 \cdot 0,5 \cdot 0,75 = 512 \text{ Н};$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 2,5^1 \cdot 2,5^{0,5} \cdot 135^{-0,4} \cdot 0,62 \cdot 1,17 \cdot 1,07 = 1462 \text{ Н}.$$

2.2.7 Визначаємо ефективну потужність за формулою:

$$P_{\text{піз}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60};$$

Підставляючи значення у формулу, отримуємо:

$$N_{\text{рез}} = \frac{3942 \cdot 135}{1000 \cdot 60} = 8.86 \text{ кВт}$$

					АІ.АІ.00.000.Іç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

3. Конструкторський розрахунок

3.1 Вибір параметрів головного двигуна

Визначаємо необхідну потужність головного двигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_{\text{рез}}}{\eta_1},$$

$$\eta_1 = \eta_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{мн}} = 0.96 \cdot 0.99 = 0.95,$$

$$N_{\text{дв}} = \frac{8.86}{0.95} = 9.32 \text{ кВт.}$$

Так, як в основному обробку планується проводити прогресивним інструментом, то частоти обертання будуть назначатися в верхніх межах діапазону, де крок між сусідніми частотами відносно великий. Тому, для більш точного налаштування на потрібну частоту використовуємо привод з безступінчастим регулюванням частоти обертання.

Основні переваги таких приводів – підвищення продуктивності обробки за рахунок точного налаштування оптимальної за режимами різання швидкості, можливість плавної зміни швидкості під час роботи, простота автоматизації процесу переключення швидкостей.

За рекомендаціями [6] обираємо двигун постійного струму з тиристорною системою керування. В приводах головного руху бажано забезпечити постійність потужності, що передається. А такий тип двигуна якнайкраще для цього підходить.

Найпоширенішими у верстатобудуванні з постійним струмом є двигуни типу 4ПФ [7].

За розрахованою потужністю ($N_{\text{ел}} \approx 9,32 \text{ кВт}$) попередньо підбираємо (додаток А) електродвигун серії 4ПФ132SB02O4 з такими технічними характеристиками: $n_{\text{дв.ном}} = 800 \text{ об/хв}$, $n_{\text{дв.макс}} = 5000 \text{ об/хв}$, $N = 10,6 \text{ кВт}$, з боковим розташуванням вентилятору.

					Аї.АїОА.00.000.їç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Загальна характеристика електродвигунів серії 4ПФ.

Конструктивне виконання за способом монтажу – горизонтальне, вертикальне валом вгору або валом вниз, кріплення за фланець, за лапи, за фланець і лапи.

Режим роботи тривалий S1, допускається робота в режимах S2- S8.

Збудження електродвигунів незалежне, напруга збудження 220 або 110 В.

Електродвигуни допускають регулювання частоти обертання напругою якоря в діапазоні від 0 до 460 В при постійному моменті, при цьому допускається стоянка з моментом, рівним половині номінального.

Напрямок обертання вала – реверсивний.

Електродвигуни постійного струму серії 4ПФ виготовляються з прибудованим тахогенератором ТП80-20-0,5 постійного струму і датчиками теплового захисту, з незалежною вентиляцією від прибудованого електровентилятора.

Область застосування: у верстатобудуванні – в механізмах подачі і головного руху, в тому числі у верстатах з ЧПК, роботах та інших механізмах різних галузей промисловості.

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

3.2 Розрахунок шпинделя

3.2.1 Вихідні дані для розрахунків :

Виліт передньої консолі: $a=350$ мм,

Діаметр передньої консолі: $d_2=100$ мм,

Діаметр шпинделя між опорами: $d_1=100$ мм,

Діаметр отвору шпинделя : $d'=53$ мм,

Швидкісний параметр: $(dn)= 100 \cdot 5000= 5 \cdot 10^5$ мм·хв⁻¹,

Очікуване навантаження консолі: $P_z = 4000$ Н.

3.2.2 Вибір схеми шпиндельного вузла (ШВ)

Відповідно заданому швидкісному параметру ухвалюємо схему ШВ (див. рис.3.1).

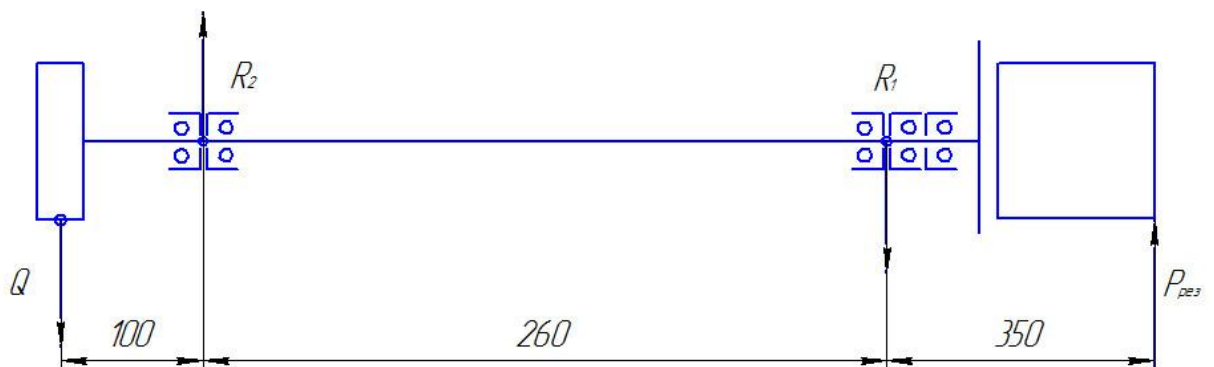


Рис. 3.1 – Схема ШВ

3.2.3 Вибір підшипників

Тип опор шпинделя, що обумовлюють форму посадочних місць, вибираємо на підставі вимог по точності й швидкохідності, яка визначається швидкісним параметром – добутком dn , хв^{-1} , де, d – діаметр отвору під підшипником, n – частота обертання шпинделя.

Для нашої схеми ШВ: $(dn)_{\max} = 5 \cdot 10^5$,

У якості передньої опори ухвалюємо триплекс радіально-упорний кульковий підшипник В7218С класу точності 4 із граничним числом обертів шпинделя $[n_{\max}] = 4000 \text{ хв}^{-1}$.

У якості задньої опори ухвалюємо дуплекс радіально-упорний кульковий підшипник В7217С класу точності 4 із граничним числом обертів шпинделя $[n_{\max}] = 4500 \text{ хв}^{-1}$.

Змащення для передньої та задньої опор вибираємо згідно табл. 3.5 – для $(dn)_{\max} = 4.5 \cdot 10^5$ – циркуляційну.

Припустима температура нагрівання по табл. 3.1 $t = 50 \dots 55^\circ \text{C}$ для класу точності П.

3.2.4 Визначаємо реакції в опорах і їх радіальну твердість (піддатливість)

Ухвалюємо попередньо відстань між опорами $l = 260 \text{ мм}$.

$$R_1 = \frac{P_{\text{рез}}(a+l)}{l}, \quad R_1 = \frac{4(350+260)}{260} = 9.38 \text{ кН.}$$

$$R_2 = \frac{P_{\text{рез}}a}{l}, \quad R_2 = \frac{4 \cdot 350}{260} = 5.38 \text{ кН,}$$

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Твердість передньої опори: $C_r = \frac{R_1}{\delta'_1 + \delta''_2}$,

задньої опори: $C_{r2} = \frac{R_2}{\delta'_2 + \delta''_2}$.

де, δ'_r – пружне зближення тіл кочення й кілець підшипника,

δ''_r – контактне зближення на посадкових поверхнях підшипника шпинделя й корпуса.

$$\delta r'_1 = K_{ш1} \cdot R_1,$$

де, $K_{ш1}$ – коефіцієнт піддатливості для однорядного кулькового підшипника:

$$K_{ш1} = 0.333 \cdot 10^{-4} (0.7 - 0.02d), \text{ см} \cdot \text{кгс}^{-2/3},$$

Враховуючи, що в передній опорі змонтовано 3 підшипника, тоді

$$K_{ш} = 1/3 \cdot 10^{-4} (0.7 - 0.02 \cdot 90) = 0.173 \cdot 10^{-4},$$

$$\delta r'_1 = 9.38 \cdot 1.73 \cdot 10^{-3} = 0.0016 \text{ мм.}$$

Для піддатливості задньої опори з $d=85$ мм.

$$\delta r'_2 = K_{ш2} \cdot R_2$$

де, $K_{ш2}$ - коефіцієнт піддатливості для задньої опори:

Враховуючи, що в задній опорі змонтовано 2 підшипника, тоді

$$K_{п2} = 0.5 \cdot 10^{-4} (0.7 - 0.02d) = 0.5 \cdot 10^{-4} (0.7 - 0.02 \cdot 8.5) = 2.6 \cdot 10^{-5} \text{ см} \cdot \text{кгс}^{-2/3}.$$

$$\delta r'_2 = 5.8 \cdot 2.6 \cdot 10^{-5} = 0.0015 \text{ мм.}$$

При помірних навантаженнях контактні деформації на поверхнях посадок кілець підшипників:

$$\delta r = \frac{4K R}{\pi \cdot d \cdot b} \left(1 + \frac{d}{D}\right),$$

де, $K=0.015...0.025 \cdot 10^{-4} \text{ мм}^3 / \text{кгс}$,

$$\delta r_1 = \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 9.38}{\pi \cdot 9 \cdot 11} \left(1 + \frac{53}{90}\right) = 0.191 \text{ мкм},$$

$$\delta r_2 = \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 5.38}{\pi \cdot 8.5 \cdot 6.6} \left(1 + \frac{53}{85}\right) = 0.198 \text{ мкм}.$$

Твердість передньої опори:

$$Cr1 = \frac{938 \cdot 10^3}{1.6 + 0.191} = 523730 \text{ кгГ / мм}.$$

$$Cr2 = \frac{538 \cdot 10^3}{1.5 + 0.198} = 316843 \text{ кгГ / мм}.$$

3.2.5 Визначення оптимальної відстані лопт між опорами

Радіальне переміщення переднього кінця шпинделя:

$$Y = \frac{P \cdot a^2}{3 \cdot E} \left[\frac{a}{J_2} + \frac{l(1 - \varepsilon_3)}{J_1} \right] + P \left\{ e_1 \left[\frac{a(1 - \varepsilon_3) + l}{l} \right]^2 + e_2 (1 - \varepsilon_3) \left(\frac{a}{l} \right)^2 \right\}$$

де, $P=4000\text{Н}$,

$a=350 \text{ мм}$,

$E= 2.1 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}$,

$$J_1 = \frac{\pi \cdot d_1^4}{64} \left[1 - \left(\frac{d}{d_1} \right)^4 \right] = \frac{\pi \cdot 90^4}{64} \left[1 - \left(\frac{53}{90} \right)^4 \right] = 4.78 \cdot 10^6 \text{ мм}^4,$$

$$J_2 = \frac{\pi \cdot d_2^4}{64} \left[1 - \left(\frac{d}{d_2} \right)^4 \right] = \frac{\pi \cdot 85^4}{64} \left[1 - \left(\frac{53}{85} \right)^4 \right] = 3.2 \cdot 10^6 \text{ мм}^4.$$

$\varepsilon_3=0.4$ (табл. 3.4),

$$e_1 = \frac{1}{Cr_1} = \frac{1}{523730} = 1.91 \cdot 10^{-6} \text{ мм / H ,}$$

$$e_2 = \frac{1}{Cr_2} = \frac{1}{316843} = 3.1 \cdot 10^{-7} \text{ мм / H ,}$$

$$Y = \frac{4000 \cdot 350^2}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^5} \left[\frac{350}{3.2 \cdot 10^6} + \frac{l(1-0.4)}{4.78 \cdot 10^6} \right] +$$

$$+ 4000 \left\{ 4.86 \cdot 10^{-7} \left[\frac{350(1-0.4) + l}{l} \right]^2 + 2.37 \cdot 10^{-7} (1-0.4) \left(\frac{350}{l} \right)^2 \right\} =$$

$$= \frac{10.138}{l^2} + \frac{0.211}{l} + 1.18 \cdot 10^{-5} \cdot l + 0.0058$$

Для визначення оптимальної відстані визначаємо $\frac{dy}{dl}$, дорівнюємо до 0 і визначаємо коріння кубічного рівняння:

$$\frac{dy}{dl} = -\frac{20.2}{l^3} - \frac{0.211}{l^2} + 1.18 \cdot 10^{-5} = 0, \text{ при } l \neq 0 \text{ маємо:}$$

$$1.18 \cdot 10^{-5} l^3 - 0.211l - 20.2 = 0$$

Розрахунки показують, що y_{min} при $l=159$ мм,

Приймаємо $l_{opt}=260$ мм.

3.2.6 Визначення радіальної твердості шпиндельного вузла

Підставляємо величини а, l, E J₁, J₂, Р у формулу для визначення у- радіального віджиму переднього кінця шпинделя:

$$y = \frac{10.138}{300^2} + \frac{0.211}{300} + 1.18 \cdot 10^{-5} \cdot 300 + 0.0058 = 0.01 \text{ мм}$$

$$\text{Твердість: } j = \frac{P}{y} = \frac{4000}{0.01} = 400000 \text{ Н / мм} = 400 \text{ кН / мм ,}$$

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Піддатливість: $e = \frac{1}{j} = 2.5 \cdot 10^{-6} \text{ мм / кН}$

Значення в порівнюємо із припустимим $y = [y] = 0.0001 \cdot l = 0.026 \text{ мм}$,
що припустиме.

3.2.7 Визначення радіального биття опор

$$\delta_1 = \frac{\Delta}{6(1 + \frac{a}{l})} = \frac{0.1}{6 \cdot (1 + \frac{350}{260})} = 0.007 \text{ мм} - \text{передньої опори},$$

де, Δ - 0.1 – допуск на готовий виріб,

$$\delta_2 = \frac{0.1}{6 \cdot \frac{350}{260}} = 0.012 \text{ мм} - \text{задньої опори}.$$

3.2.8 Визначення властивостей, що демпфірують, ШУ

Властивості, що демпфірують, ШВ можна кількісно визначити за допомогою логарифмічного декременту коливань:

$$\lambda_{ш} = l_n \frac{A_i}{A_{i+1}} \geq [\lambda].$$

$$\lambda_{ш} = 0.5 \frac{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot l^2}{a \varphi_1 + \varphi_2 (a + l)^2} = 0.14 \leq [0.27],$$

де, $\varphi_1 = 0.35$ - відносне розсіювання енергії в одному роликотішипніку.

3.2.9 Визначення власної частоти обертання

Власна частота шпинделя розраховується по формулі:

					ÄÏ.ÄÏÒÀ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$\omega_c = \gamma \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J_1}{m(1+\lambda)^3 a^2}},$$

$$\text{де, } \gamma = 2.4, \lambda = \frac{l}{a} = \frac{260}{350} = 0.74,$$

$$m - \text{маса шпинделя, } m = \rho \cdot V = \frac{\pi(d^2 - d^{21})}{4} \cdot l \cdot \rho,$$

$$d = 90 \text{ мм}, \quad d^1 = 53 \text{ мм}.$$

$$l_1 = l + a + a_2 = 350 + 260 + 100 = 810 \text{ мм},$$

$$\rho = 7.85 \text{ г/см}^3,$$

$$J_1 = 4.78 \cdot 10^6 \text{ мм}^4, \quad m = \rho \cdot V = \frac{\pi(9^2 - 5.3^2)}{4} \cdot 81 \cdot 7.85 = 26.4 \text{ кг},$$

$$\omega_c = 2.4 \cdot \sqrt{\frac{2.1 \cdot 10^{11} \cdot 4.78 \cdot 10^6}{26.4(1+0.74)^3 0.35^2}} = 530093 \text{ с}^{-1}.$$

3.3 Розрахунок приводів подач верстата

1. Маси складових ланок:

- Повзун $m = 78 \text{ кг}$,
- Труба $m = 28 \text{ кг}$,
- Диск револьверної головки $m = 21 \text{ кг}$,
- Револьверна головка $m = 22 \text{ кг}$,
- Кулько-гвинтові пари 32x5 $m = 5 \text{ кг}$,
- Електродвигун 1FK6-042 $m = 11 \text{ кг}$,
- Маси кронштейна, підкладок, плити, зубчастої передачі $m = 25 \text{ кг}$.

2. Моменти інерції ланок

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Моменти інерції складових ланок визначаються за формулою:

$$J = \pi \cdot r^2 \cdot L \gamma / 1000$$

- Маса гвинта поперечних санчат $J_1 = 0.00035 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $D = 32 \text{ мм}$,

- Маса гвинта поздовжньої подачі $J_2 = 0.00048 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $D = 40 \text{ мм}$,

- Маса веденого шків приводу поперечної подачі $J_3 = 0.00116 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

3. Моменти інерції мас приводу, наведених до гвинтів:

- Приводу поперечних санчат:

$$J_{1в} = J_1 + m(2345) \cdot (P_1 / 2\pi)^2,$$

$$m(12345) = 28 + 41 + 92 + 5 = 166 \text{ кг},$$

$$J_{1в} = 0.00035 + 166 \cdot (0.005 / 2\pi)^2 = 0.000455 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

- Приводу поздовжньої подачі:

$$J_{1в} = J_2 + m(1234567) \cdot (P_2 / 2\pi)^2 = 0.00048 + 280 \cdot (0.005 / 2\pi)^2 = 0.00067 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

$$m(1234567) = 78 + 28 + 41 + 92 + 5 + 11 + 25 = 280 \text{ кг}.$$

4. Моменти інерції мас приводу, наведених до валів двигунів:

- Приводу поперечних санчат

$$J_1 = J_3 + (J_{1в} + J_3) / i_1^2 + J_{дв1} = 0.00023 + (0.000421 + 0.000116) / 1^2 + 0.000347 = 0.00128 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

де, 1.0- передавальне відношення пасової передачі приводу.

- Приводу поздовжніх санчат

$$J_2 = J_3 + (J_{2в} + J_3) / i_1^2 + J_{дв2} = 0.00023 + (0.000421 + 0.00023) / 1 + 0.00086 = 0.00138 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

					Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	23

АІ.АІ.00.000.Іç

5. Сили тертя на напрямних салазки:

- Поперечних $F_{t1} = (m_{12} \cdot g + F_{H1}) \cdot f$,

де, $f = 0.062$ - для полімерних накладок,

$F_{H1} = 200\text{Н}$ - сила попереднього натягу в направляючих поперечних санчат, $F_{t1} = (113 \cdot 9.81 + 200) \cdot 0.062 = 81\text{Н}$.

- Поздовжніх $F_{t1} = (m_{1234567} \cdot g + F_{H2}) \cdot f = (280 \cdot 9.81 + 200) \cdot 0.062 = 150\text{Н}$.

6. Моменти тертя, наведені до валу двигуна:

- Поперечного $M_{T1} = (F_{t1} \cdot r) / (2\pi \cdot \eta \cdot i_1) = (81 \cdot 0.005) / (2\pi \cdot 0.9 \cdot 1.5) = 0.0477\text{Н} \cdot \text{м}$,

- Поздовжнього $M_{T2} = (F_{t2} \cdot r) / (2\pi \cdot \eta \cdot i_2) = (150 \cdot 0.005) / (2\pi \cdot 0.9 \cdot 1) = 0.0884\text{Н} \cdot \text{м}$.

Моменти тертя в ущільненнях: $M_{ту1} = M_{ту2} = 1\text{Н} \cdot \text{м}$.

Сумарні моменти тертя:

$M_{T1} = M_{T1} + M_{ту1} = 1.0477\text{Н} \cdot \text{м}$,

$M_{T2} = M_{T2} + M_{ту2} = 1.0884\text{Н} \cdot \text{м}$.

7. Среднедінамічні моменти двигунів:

$M_{срд1} = 2M_1 = 2 \cdot 2.39 = 4.78\text{Н} \cdot \text{м}$,

$M_{срд2} = 2M_2 = 2 \cdot 4.78 = 9.56\text{Н} \cdot \text{м}$.

8. Час розгону і гальмування:

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

- Поперечної подачі $tr1 = (\pi \cdot J1 \cdot nd1) / (30 (M_{ср.д1} \pm MT1)) = (\pi \cdot 0.00128 \cdot 3000) / (30(6.4-1.0477)) = 0.075 \text{ с.}$
 $tr1 = (\pi \cdot J1 \cdot nd1) / (30 (M_{ср.д1} \pm MT1)) = (\pi \cdot 0.00128 \cdot 3000) / (30(6.4+1.0477))=0.054 \text{ с.}$

- Поздовжньої подачі $tr2 = (\pi \cdot J2 \cdot nd2) / (30 (M_{ср.д2} \pm MT2)) = (\pi \cdot 0.00138 \cdot 3000) / (30(12-1.0884)) = 0.04 \text{ с.}$
 $tr2 = (\pi \cdot J2 \cdot nd2) / (30 (M_{ср.д2} \pm MT2)) = (\pi \cdot 0.00138 \cdot 3000) / (30(12+1.0884))=0.033 \text{ с.}$

9. Розрахунок діаметрів гвинтів.

Розрахункова осьова навантаження:

$$P_1 = 3500 \text{ Н} = P_x,$$

$$P_2 = 3500 \text{ Н} = P_z.$$

Розрахунок на стійкість (формула Ейлера):

$$d_o = \sqrt{(64 \cdot P \cdot (\mu \cdot L)^2) / (\pi^3 \cdot E)},$$

$$\text{де, } \mu_1 = 0.5, \mu_2 = 0.5, L = 310 \text{ мм}, L_2 = 390 \text{ мм.}$$

$$d_{o1} = \sqrt{(64 \cdot 3500 \cdot (0.5 \cdot 310)^2) / (\pi^3 \cdot 20000)} = 10.1 \text{ мм.}$$

$$d_{o2} = \sqrt{(64 \cdot 3500 \cdot (0.5 \cdot 390)^2) / (\pi^3 \cdot 20000)} = 14.68 \text{ мм.}$$

Розрахунок по критичної частоті обертання:

$$d_o \cdot n < 80000$$

$$d_{o1} = d_{o2} < 80000 / n = 80000/5000 = 16 \text{ мм.}$$

Критичний діаметр, при якому настає резонанс:

					<i>АІ.АІ.00.000.Іç</i>	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$d_o > 2 \cdot 10^{-3} \cdot \text{нкр} \cdot L^2 / \gamma \cdot k.$$

-для поперечного гвинта $d_{o1} > 2 \cdot 10^{-3} \cdot 3000 \cdot 310^2 / 1 \cdot 0.7 = 7.7 \text{ мм},$

-для поздовжнього гвинта $d_{o2} > 2 \cdot 10^{-3} \cdot 3000 \cdot 390^2 / 5.59 \cdot 0.7 = 24.5$

мм.

					<i>ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç</i>	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

4. Опис запропонованого верстату

4.1 Суппорта лівий та правий

Суппорт складається з повздовжної направляючої, яка встановлена во втулках закріплених в корпусі. Во втулках встановлені бронзові втулки, в яких й рухається направляюча. Для утримання направляючої від провороту на неї закріплен важиль. Важиль утримується від провороту роликами, які опираються на планку закріплену на корпусі. На важилі закріплена гайка ШГП (шарики-гвинтова пара). Гвинт ШГП встановлен в коробі через комбінований підшипник. Затяжка підшипника регулюється гайкою. Після регулювання гайка стопориться гвинтом. Повздовжне переміщення супорта здійснюється від синхронного електродвигуна, передаючого крутний момент на гвинт ШГП через пружну муфту.

Змащування частин що труться повздовжної направляючої (подача мастила втулки), гайки ШГП й комбінованого підшипника здійснюється поливною жидкою змазкою, яка подається системою змащування верстата.

На передньому торцю повздовжної направляючої крепится супорт поперечний.

Супорт поперечний складається з направляючої поз.6 на якій встановлена салазка. Салазка утримується на направляючій планками й клином. З торця салазки встановлена плита до якій кріпиться гайка ШГП. Гвинт ШГП встановлен в направляючій через комбінований підшипник. Затяжка підшипника регулюється гайкою. Після регулювання гайка стопориться за допомогою гвинта.

Поперечне переміщення супорта здійснюється від синхронного електродвигуна, передаючого крутний момент на гвинт ШГП через зубчастий пас.

Змащування частин що труться поперечної направляючої та

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

комбінованого підшипника здійснюється через живильник дозованої змазки якій живиться від системи змазки верстата.

Змазка гайки ШГП поперечного супорта здійснюється консистентною змазкою вручну шприцем з гнбким наконечником через пресс-масленку.

Величина зазора-натяга ШГП регулюється за допомогою поворота гайок шарико-гвинтової пари відносно друг другу.

На повздовжному та поперечному напрямках встановлені кінцеві вимикачі, які взаємодіють з шляховими кулачками. Шляхові кулачки розміщуються на повздовжній та поперечній лінійках.

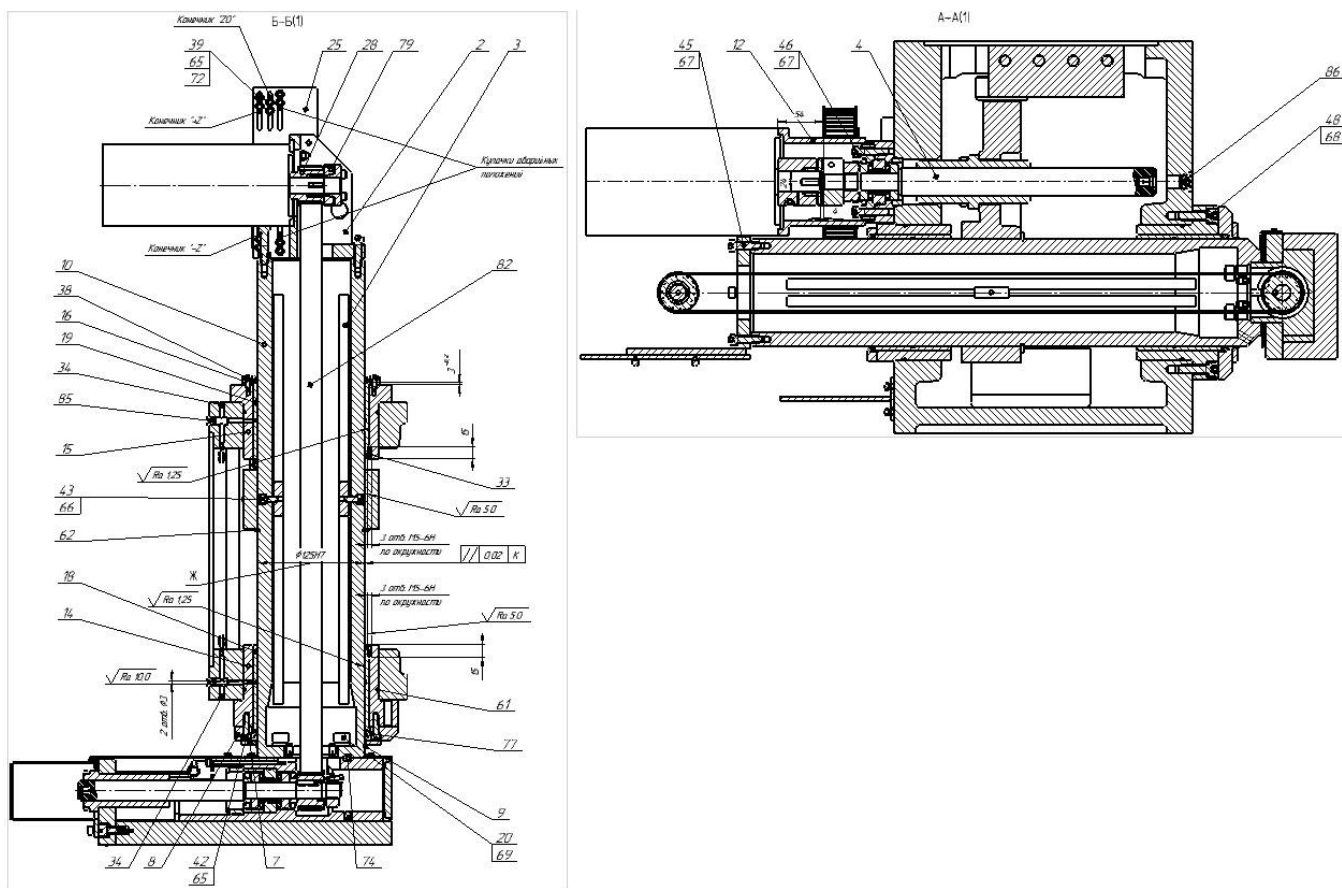


Рисунок 4.1 – Супорт хрестовий

4.2 Різцетримач поворотний.

Різцетримач поворотний призначений для установки ріжучого інструменту і підведення потрібного інструменту в зону обробки. Різцетримач складається з корпусу, в якому у втулках встановлений резцедержатель. З одного боку резцедержателя виконані отвори для кріплення різців з круглими хвостовиками. Затиск різців здійснюється прихватом за допомогою диференціальних гвинтів. З протилежного боку резцедержателя закріплений важіль. В важелі виконаний паз, в який входить ролик, що сидить на осі закріпленої в повідку. Повідець встановлений в корпусі на підшипниках. На повідку встановлена шестерня, яка зачіпається з зубчастої рейкою. Зубчаста рейка з'єднана зі штоком пневмоциліндра. Пневмоциліндр кріпиться до планки, яка закріплена на корпусі. На корпусі закріплений перехідник, в якому встановлені гвинти, призначені для фіксації важеля в крайніх положеннях. На переходниці встановлена кришка, в якій встановлена вставка через яку здійснюється підведення охолоджуючої рідини до інструменту.

Різцетримач поворотний працює наступним чином: на пневмоциліндре встановлені датчики положення штока пневмоциліндра. Залежно від положення штока пневмоциліндра резцедержатель може перебувати в одному з робочих положень. Програма обробки деталі викликає необхідний для обробки інструмент. При цьому система управління комплексом аналізує стан резцедержателя і при необхідності подає команду на зміну інструменту. Пневморозподільувач управління пневмоциліндром перемикається і шток пневмоциліндра переміщує зубчасту рейку. Зубчаста рейка повертає поводок через шестерню. При повороті повідця ролик повертає важіль в ту або іншу сторону до упору його в відповідний гвинт. Після закінчення обробки деталі відповідним різцем система управління подає команду на перемикання пневморозподільника і резцедержатель повертається у вихідне положення.

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

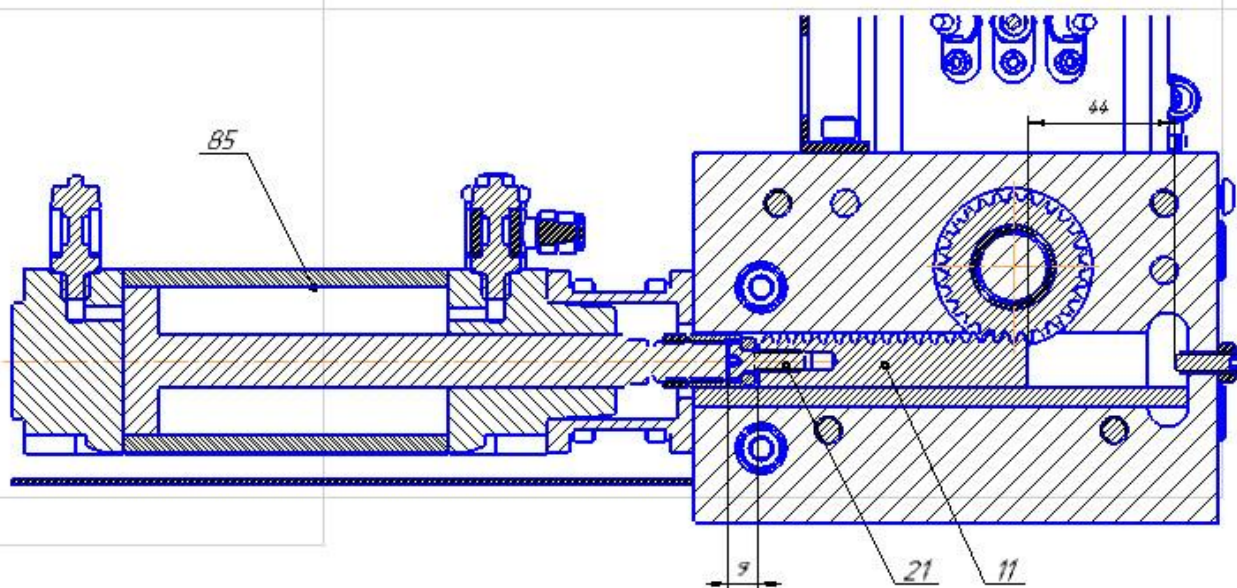
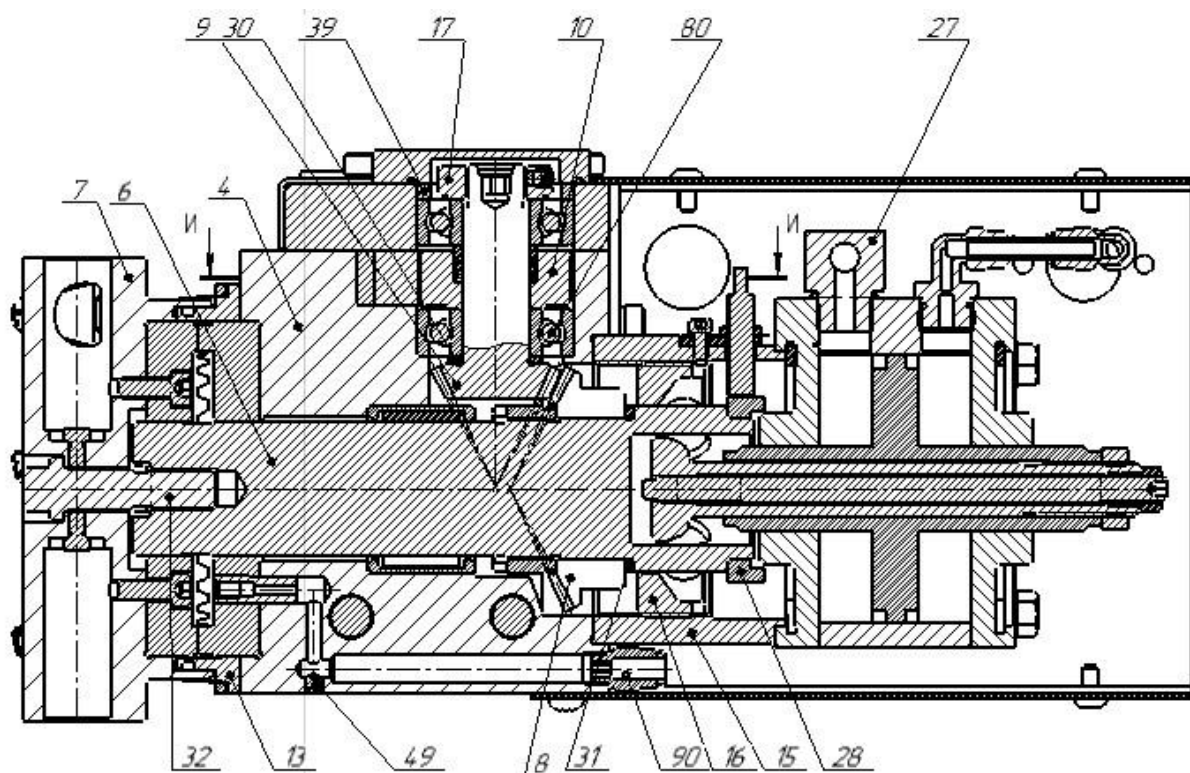


Рисунок 4.2 – Різцетримач поворотний.

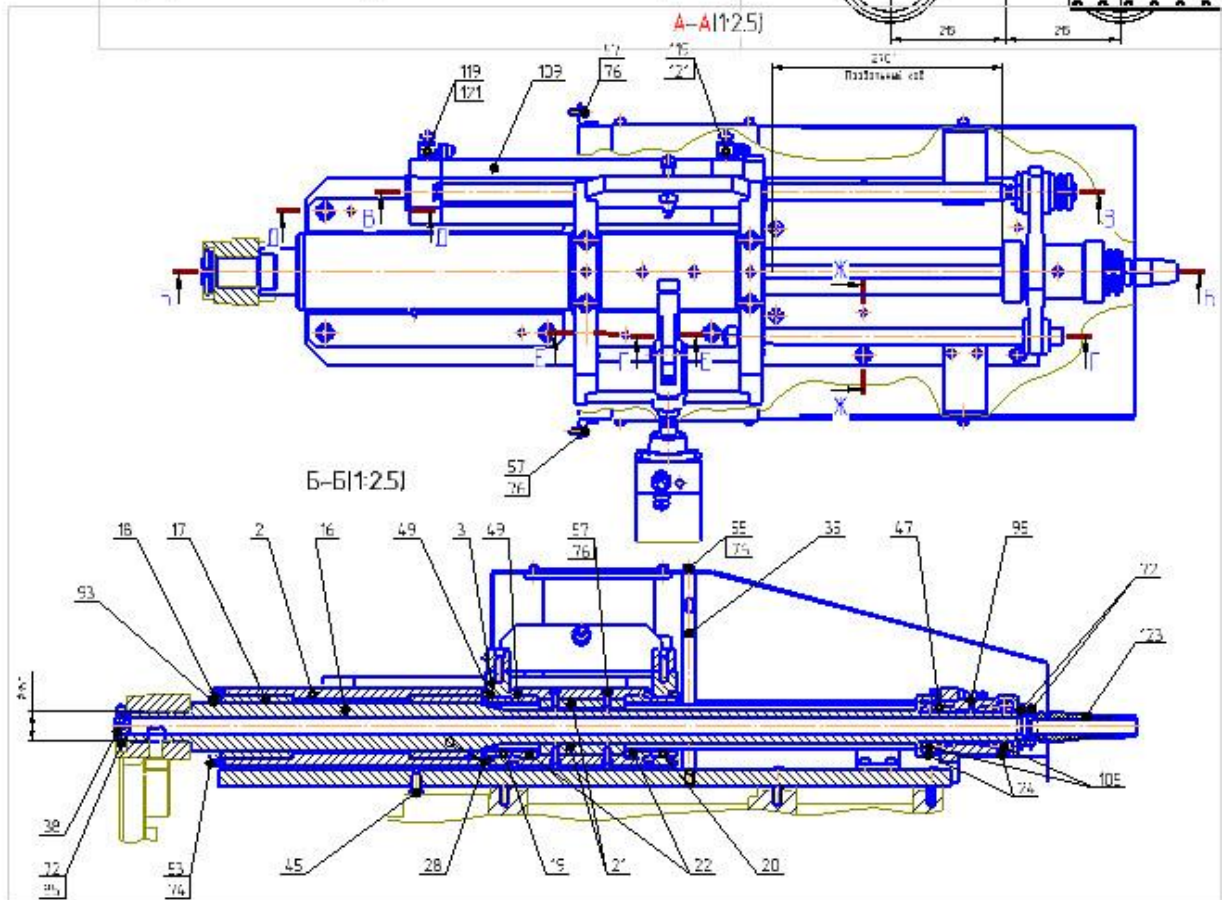
4.3 Маніпулятор.

Маніпулятор виконує розвантаження напівфабрикатів з патрона шпинделя другого модуля в відповідний лоток і завантаження заготовок з підвідного лотка в патрон шпинделя. Привід всіх вузлів маніпулятора - пневматичний, управління - електричне. Вузли і механізми маніпулятора змонтовані на верхній площині корпусу другого модуля верстата. До складу маніпулятора входить: захват заготовки поз.1, захват напівфабрикату поз.2, важіль в зборі поз.3, привід поз.4. Захоплення заготовки призначений для базування і затиску заготовки в кулачках поз.5 під час її переміщення маніпулятором. Приводом кулачків є трьохкулачковий схват CGC-100 фірми "Samozzi". Пружини поз.15 забезпечують компенсацію поджима заготовки до упору патрона шпинделя. Штифт поз.11 оберігає захоплення від проворота. Захист пневмоподводів від стружки забезпечує щиток поз.1. Захоплення напівфабрикату (см.приложение X креслення 60813-100-002-001СБ) призначений для базування і затиску напівфабрикату. Конструкція і робота даного захоплення аналогічна попередньому. Важіль в зборі (див. Додаток X креслення 60813-100-003-001СБ) являє собою зварену трубчасту конструкцію поз.1 в порожнинах якої монтуються пневмоподводи до захоплень. Щитки поз.5 і поз.6 захищають пневмоподводи від пошкодження стружкою. В отворах фланців важеля встановлюються захоплення. Привід (див. Додаток X креслення 60813-100-004-001СБ) здійснює позовжнє переміщення і поворот важеля з встановленими на ньому захопленнями за допомогою вала поз.16. Всі вузли приводу змонтовані на плиті поз.15. Вал базується в бронзових втулках поз.17 корпусу поз.2. Поздовжнє переміщення вала забезпечує пневмоциліндр поз.109 через тягу поз.5. Від проворота тягу утримує скалка поз.32. Розв'язку повороту вала щодо тяги забезпечують бронзові втулки поз.26 і наполегливі підшипники поз.105. Похибка установки пневмоциліндра компенсують сферична втулка поз.29 і шайби поз.30 і поз.31.

					АІ.АІОА.00.000.Іç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Поворот вала забезпечує пневмоциліндр поз.107 через важіль поз.1 із закріпленими на ньому двома шпонками поз.21. Шпонки розміщені в поздовжніх пазах вала. Поздовжнє зміщення важеля поз.1 обмежують втулки поз.19 і поз.20, закріплені в кронштейні поз.3. Регулювання кутового положення вала, а отже і позиціонування захоплень щодо патрона шпинделя виробляється гвинтами поз.51. Через отвір вала поз.16 проводиться монтаж пневмопроводов до захоплень маніпулятора. Щиток поз.7 захищає рухомі частини приводу.

					ÄÏ.ÄÏÒÀ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

33

4.4 Шпиндель лівого модуля.

Шпиндель поз.1 порожнистий, трехопорний. Шпиндель розміщений в горизонтальній расточці станіни перпендикулярно передній поверхні. Передня опора виконана за схемою "триплекс" на радіально-упорних підшипниках 4-46120Л поз.50, захищених відбійником поз.2, лабіринтовим ущільненням. Виконаним в голові шпинделя фланці поз.3 , що кріплять зовнішнє кільце підшипника в станині, і кільці поз.29, що кріпиться на шпинделі стопорними гвинтами поз.37 через кульки поз.51. Задня опора виконана за схемою "дуплекс" на радіально-упорних підшипниках 4-46120Л поз.50. Натяг в підшипниках підтримується за рахунок підгонки кілець поз.4,5,6, 7. Підшипники закріплені на шпинделі гайкою поз.8 зафіксованої стопорними гвинтами поз.39 через мідні проставки поз.43. На кінці шпинделя встановлений підшипник 5-118 поз.48, який затискається між склянкою поз.19 і відбійником поз.28. гайкою поз.22 через фланець поз.21. Між задньою опорою шпинделя і підшипником поз.48 встановлений механізм затиску патрона. Він складається з труби поз.23 розташованої усередині шпинделя, 3-х важелів поз.11, встановлених на осях поз.13 в кільці поз.9. На важелях поз.11 на осях поз.12 встановлені ролики поз.14, які взаємодіють з чашкою поз.15. На чашці поз.15 встановлена контрчашка поз.16, яка зафіксована на чашці поз.15 стопорним гвинтом поз.38. При цьому між чашками встановлений підшипник 1000830 поз.49. На зовнішньому кільці підшипника поз.49 встановлена чашка нажимная поз.17, яка кріпиться на ньому шайбами поз.18 і гвинтами поз.35. Усередині чашки встановлена пружина затиску поз.20. На кінці шпинделя встановлюється гайка поз.25 для закріплення всередині труби поз.23 підтримують втулок (на кресленні не показані) Для завантаження заготовки в патрон нажимная чашка поз.17 переміщається важелем механізму затиску (дивись опис) зліва направо в площині креслення стискаючи пружину затиску поз.20 і переміщує при цьому чашку поз.15 і контрчашку поз.16. При

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Technical drawing of a mechanical assembly in cross-section. The drawing shows a long cylindrical component with various internal features and components labeled with numbers 1 through 54. The drawing includes dimensions and a scale bar.

Key features and components labeled:

- 1: Main cylindrical body.
- 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54: Various internal components, including bearings, seals, and structural parts.
- Dimensions: 170, 150, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300, 320, 340, 360, 380, 400, 420, 440, 460, 480, 500, 520, 540, 560, 580, 600, 620, 640, 660, 680, 700, 720, 740, 760, 780, 800, 820, 840, 860, 880, 900, 920, 940, 960, 980, 1000.
- Scale bar: 0 to 100 mm.

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

35

4.5 Шпиндель правого модуля.

Шпиндель порожнистий, трхопорний. Шпиндель розміщений в горизонтальній расточці станіни перпендикулярно передній поверхні . Передня опора виконана за схемою "дуплекс" на радіально-наполегливих підшипниках FAG B7215C поз. 67, захищених відбійником поз. 20, лабіринтовим ущільненням, утвореним виточками в голові шпинделя поз. 1 і фланцем поз. 27. Середня опора виконана за схемою "дуплекс" на радіально-наполегливих підшипниках FAG B7213? 3 поз. 66. Натяг в підшипниках забезпечується за рахунок підгонки кілець поз.22, 23, 25, 26. Підшипники закріплені на шпинделі гайкою поз. 2 зафіксованої стопорними гвинтами поз. 42 через мідні проставки поз.29. Задня опора шпинделя - радіальний шарикопідшипник 5-211, розміщений у станини, захищається від попадання бруду і вимивання змащення відбійником заднім поз. 9 і фіксується в осьовому напрямку гайкою поз. 11 між фланцем шківів поз. 10 і втулкою поз. 3.

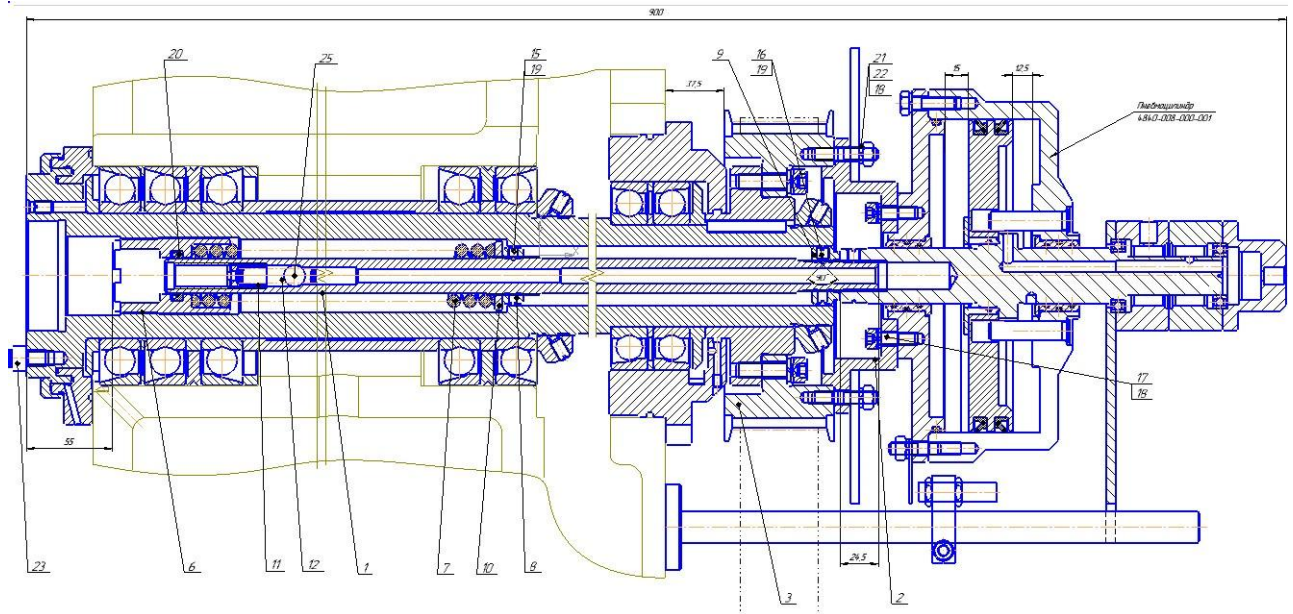


Рисунок 4.5 – Шпиндель правого модуля

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç

Арк.
36

4.6 Пневмоциліндр затиску

Корпус циліндра поз.2 виконаний з алюмінієвого сплаву АК94 ГОСТ1583-93 і суміщений з задньою кришкою, внутрішня циліндрична поверхня його для зміцнення розгорнута. У задній кришці запресованих бронзова втулка поз.17 аналогічна втулці запресованих в корпусі циліндра поз.2. Кришка кріпиться до циліндра дванадцятьма болтами поз.25 розташованими рівномірно по колу. Стик кришки з циліндром ущільнений гумовим кільцем поз.36. Поршень поз.4 змонтований на штоку поз.1 і скріплений з останнім шістьма гвинтами М8, від витоків стику з'єднань герметизуються гумовим кільцем поз.35 .. поршень фіксується від проворота двома штифтами поз.20 запресованими в корпус поз.2 циліндра з якими зачіпається відповідними отворами. Шток поршня проходить крізь обидві кришки циліндра і використовується з боку кришки поз.3 для приводу затискного пристосування (затискного патрона), зі зворотного боку для підведення стисненого повітря в порожнині циліндра і порожнину шпинделя. Підведення повітря комбінований радіально-торцевий. Весь вузол підведення змонтований на двох кулькових підшипниках поз.52 напресованих на шток поршня. і входять у втулки поз.5, 6 з'єднані через манжетодержателями поз.11 і стягнуті з кришкою поз.7 торцевого підведення і планкою поз.22 шпильками поз.45. Ущільнення порожнин радіальних підведень здійснюється манжетами поз.39 встановленими всередину втулок. Для обмеження зусилля притиску манжет на обертову поверхню штока, манжети спираються на манжетодержателями поз.11. Підведення повітря в порожнині циліндрів і порожнину шпинделя здійснюється через три свердління виконані уздовж штока поршня зміщені з осі і розташовані рівномірно, отвори сверлений, що з'єднуються з порожнинами циліндра, з торця закриті компенсатором поз.11, для підведення повітря вони з'єднані з порожнинами підведень радіальними

					ÄÏ.ÄÏÒÀ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

отворами. Повітря в порожнині втулок підводиться через радіальні канали з різьбовими отворами під штуцери. Для подачі повітря в порожнину циліндра забезпечує привід шпинделя і затиск деталі організований тоцовий підведення виконаний з обертового підведення поз.10 закріпленого гвинтами поз.25 на штоку циліндра і нерухомого підведення поз.12 підгорнутого до обертається підводу пружиною поз.20. Нерухомий підведення розміщений в расточке кришки поз.8 і ущільнений гумовим кільцем поз.52. Для подачі повітря в кришці виконано отвір для гвинта під штуцер підведення, в нерухомому підводі також виконано наскрізний отвір по осі підведення, в обертовому підводі виконаний отвір навпроти свердління в штоку поршня яке виходить в порожнину шпинделя. Вузлами і механізмами Модуля управляє система управління Комплексу. Модуль працює в автоматичному циклі в наступній послідовності. Маніпулятор подає заготовку з лотка вхідного або лівого проміжного в патрон зупиненого шпинделя. Після затиску заготовки пружиною попереднього затиску, захоплення маніпулятора повертається у вихідне положення, заготівля затискається зусиллям пневмоциліндра приводу затискного патрона включаючи обертання шпинделя. Одночасно з затискачем заготовки включається привід распредвала підбиваючи супорти на прискореному ходу в позиції початку робочого ходу. досягнувши заданого кутового положення розподільного на прискореному ходу, привід перемикає двигун приводу распредвала на робочий хід. Проводиться обробка заготовки по заданому налагодженням модуля контуру. Досягнувши кутового положення розподільного відповідного кінця робочого ходу супортів, привід распредвала знову перемикається в режим прискореного ходу відводячи супорти в початкове положення на прискореному ходу. У вихідному положенні распредвала вимикається привід обертання распредвала, шпиндель зупиняється в патрон подається захоплення правого маніпулятора притискаючи оброблену деталь торцем захоплення. Патрон розтискає деталь одночасно захоплення маніпулятора її затискає виносить з патрона і подає в

					<i>ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç</i>	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

лоток відвідної або лоток правий проміжний. Винос деталі правим маніпулятором з патрона і лівим маніпулятором з лотка, а також поворот кронштейнів виробляються одночасно. Після чого кожен маніпулятор завершує свій цикл роботи повертаючись в початкове положення. Робота триває в автоматичному циклі до сигналу датчика про відсутність заготовок.

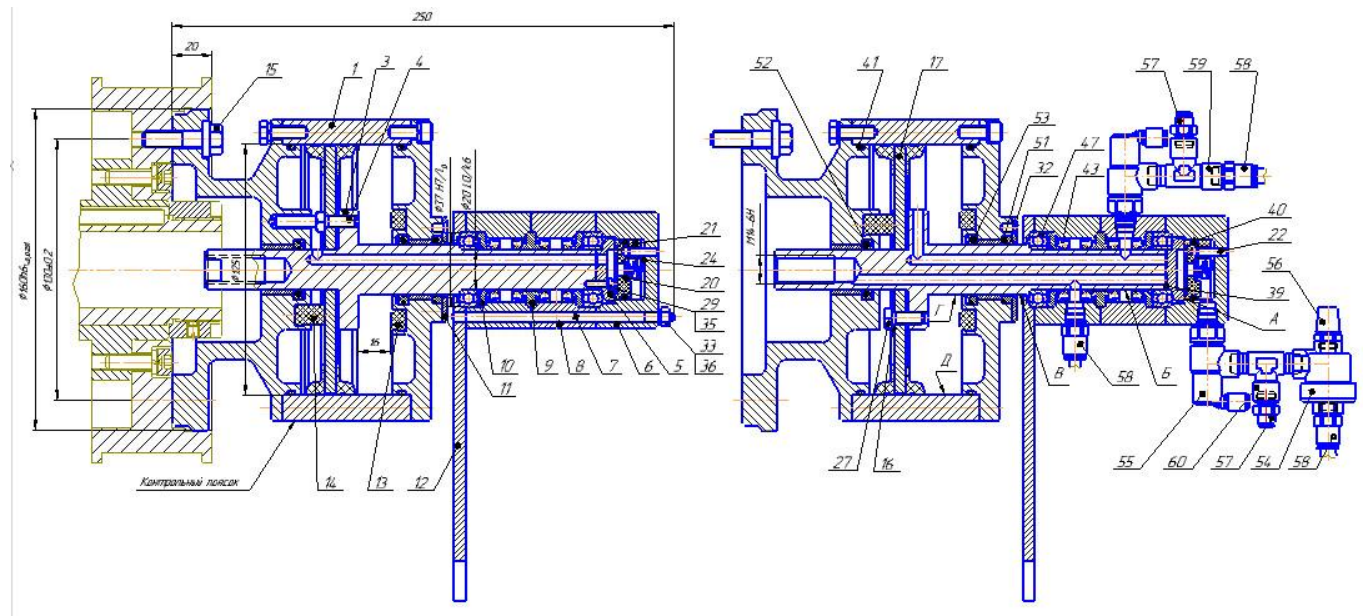


Рисунок 4.6 –Пневмоцилиндр затиску.

4.7 Механізм завантаження прутків

Механізм призначений для подачі прутка в зону різання. Пристрій складається з накопичувача поз.1 і механізму подачі поз. Накопичувач призначений для складування прутків (макс.16шт 50мм) і поштучного подачі їх в механізм подачі. Накопичувач складається з рами поз.1, яка через кронштейн поз.3 кріпиться до полу цеха. До рами кріпиться склиз поз.11 на який укладаються прутки. Перший пруток впирається в куточок поз.15. У рамі на осі поз.12 встановлена качалка поз.2, що обертається навколо осі пневмоцилиндром поз.41 61M2P050A0035 фірми "CAMOZZI". При повороті качалки куточок поз.9 піднімає перший пруток на рівень полки куточка

поз.15. При цьому пруток перевалюється через куточок поз.15 і потрапляє на
 вкладиші поз.25 механізму подачі. Механізм подачі складається з балки поз.1,
 до якої кріпляться напрямні поз.53 і поз.54 по яких переміщається повзун
 поз.7. Повзун поз.7 переміщається по напрямних на кулькових втулках поз.55
 0632-025-00 фірми Rexroth. Переміщення повзуна поз.7 здійснюється за
 допомогою безштокові пневмоциліндра 50M2AP40A1900 фірми
 "CAMOZZI", повзун якого з'єднаний з повзуном поз.7 тягою поз.13 через
 пружину поз.19. На повзунові поз.7 встановлений штовхач поз.4. У штовхачі
 встановлений шпindel поз.4, на торці якого встановлена накладка поз.8 в
 яку впирається пруток при подачі. У повзунові поз.7 встановлений поршень
 поз.11, який служить для гальмування повзуна. На балці кріпиться швелер
 поз.24 в якому закріплені вставки поз.25, службовці для підтримки прутка при
 завантаженні. Робота пристрою здійснюється наступним чином: після
 закінчення робочого циклу Модуля і відведення супортів в початкове
 положення упор матеріалу Модуля виводиться на вісь шпинделя і
 проводиться разжим патрона. Після цього проводиться скидання тиску з
 порожнини підпирає поршень поз.11 і повзун поз.7 переміщається до
 шпинделя Модуля. При упорі прутка в упор пружина поз.19 стискається і
 спрацьовує датчик, що дає сигнал на включення затиску патрона. Після
 спрацьовування механізму затиску упор матеріалу відводиться у вихідне
 положення і знімається тиск з порожнини пневмоциліндра подачі прутка і
 включається тиск в порожнину поджима поршня поз.11. Так триває до тих пір
 поки не спрацює датчик, який сигналізує про закінчення прутка. Після
 сигналу про закінчення прутка проводиться висновок упору на вісь шпинделя
 Модуля і разжим патрона, повзун поз.7 механізму подачі відводиться назад у
 вихідне положення. При цьому в разі трубної заготовки залишок труби
 відводиться назад до сталкивателя поз.2 після чого скидається зі шпинделя
 штовхача. Потім цикл завантаження повторюється і робота Комплексу
 продовжує до закінчення чергового прутка.

					АІ.АІ.00.000.Іç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

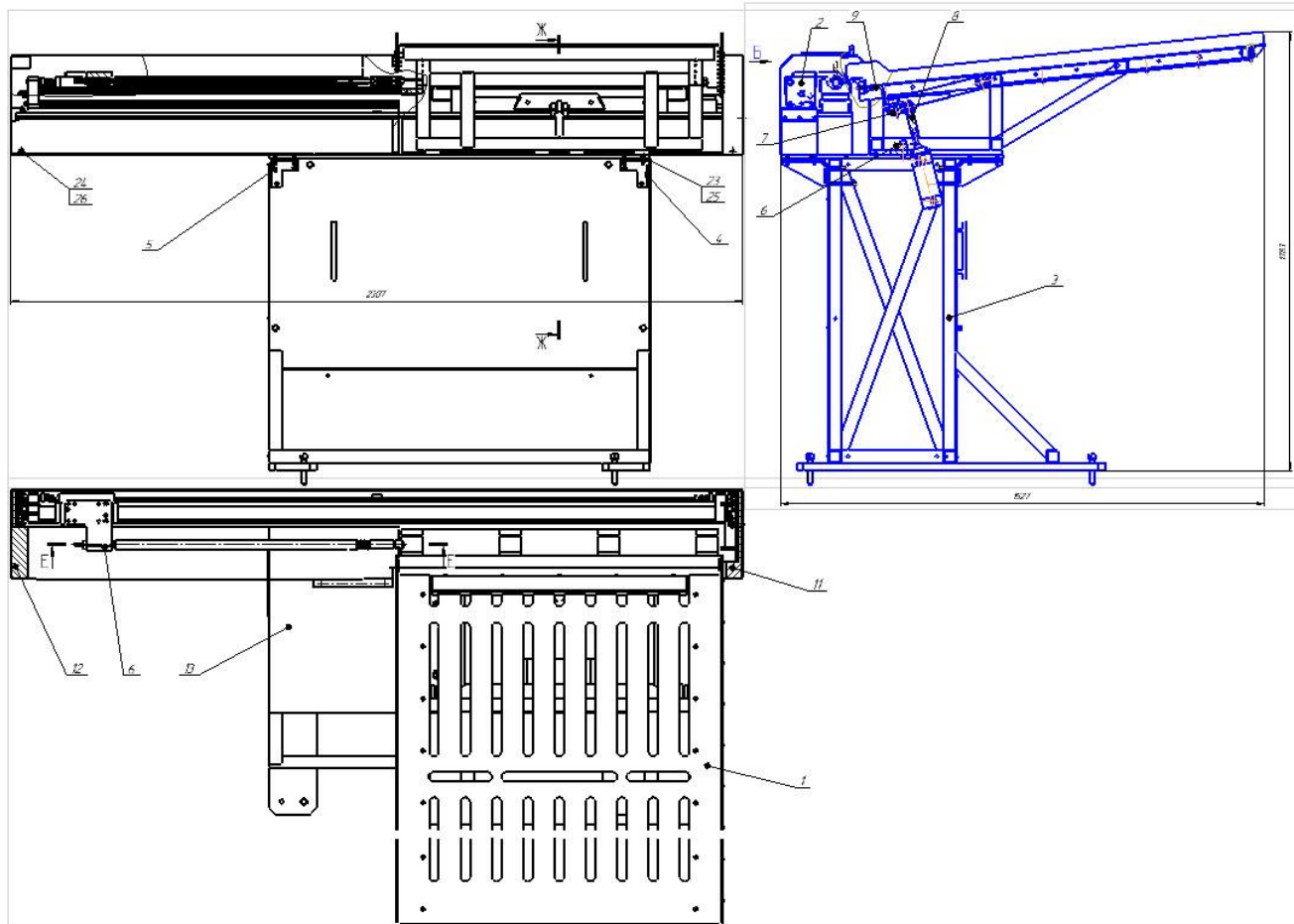


Рисунок 4.7 - Механізм завантаження прутків

4.8 Кантувач

Кантувач призначений для передачі напівфабрикатів від відповідного лотка лівого модуля до вхідний лотку правого модуля з поворотом напівфабрикату на 180. Кантователь складається з корпусу поз. 1, встановленого через компенсатор поз.25 на станину, вісі поз.12 з закріпленими на ньому розрізний втулкою поз. 32, платформою поз. 31 і планкою поз.11, що з'єднує вісь поз.12 і шток пневмоциліндра поз.61. При подачі повітря в поршневу порожнину пневмоциліндра вісь поз.12 переміщається разом з платформою поз.31 вгору і, завдяки гвинтовому пазу, виконаному на осі поз.12, повертається на 180. Виставка кантователя на збіг

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ÄÏ.ÄÏÒÀ.00.000.Ïç

Арк.

41

із зв'язаними лотками виробляються шляхом підгонки компенсатора поз. 25 і регулюванням гвинта поз.15.

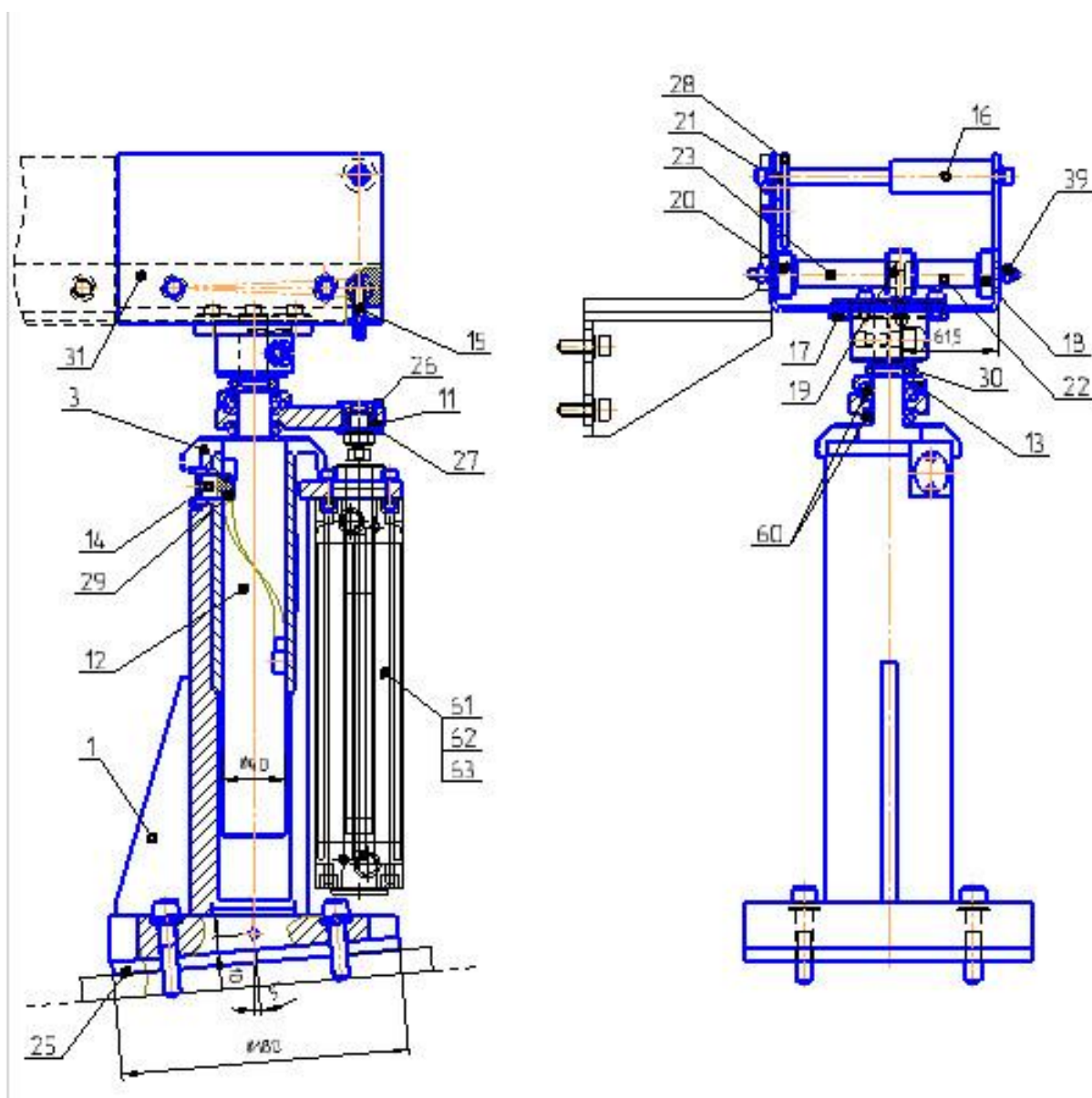


Рисунок 4.8 - Кантувач напівфабрикату

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ÄÏ.ÄÏÒÀ.00.000.İÇ

Арк.
42

4.9 Технічні характеристики верстата

Основні розміри.

1. Показники оброблюваної заготовки:	золотник
1.1 Величина діаметра заготовки, мм	14
1.2 Довжина заготовки, мм	100
2. Показники робочих й встановлюючих переміщень:	
2.1 Дискретність завдання переміщень по вісям X и Z, мм	0.001
2.2 Точність позиціювання, мм	0.01
2.3 Кількість керуючих координат	4
3. Показники основних й допоміжних рухів:	
3.1 Границі частот обертання шпинделів, об/хв	20-4000
3.2 Максимальна швидкість переміщення супорта, мм/хв:	
- поперечних (вісь X)	15000
- повзовжних (вісь Z)	15000
3.3 Величини подач, мм/об:	
- поперечного супорта	0,02 - 0,5
- повзовжного супорта	0,02 - 0,5
4 Час циклу обробки в автоматичному режимі, с	30 - 60
5 Показники силової характеристики	
5.1 Найбільший крутний момент на шпинделі, Нм	50
5.2 Потужність приводу головного руху, кВт	12
5.3 Характеристики приводів подачі	
- номінальний крутний момент мотора по вісі X, Нм	2.39
- номінальне зусилля подачі по вісі X, Н	3500
- номінальний крутний момент мотора по вісі Z, Нм	4.78
- номінальне зусилля подачі по вісі Z, Н	3500

4.10 Межі використання верстата по потужності й силовим навантаженням

Межі використання верстата обмежуються потужністю, електродвигуна головного руху, яка не повинна перевищувати 5.5 *кВт* по ваттметру.

Перевищення потужності понад 5.5 *кВт* при роботі в зоні низьких і середніх чисел обертів не допускається.

Найбільше зусилля, що допускається міцністю механізмів поздовжніх і поперечних подач, становить 350 *кг* при поздовжньому гострінні й 350 *кг* при поперечному гострінні.

Слабкою ланкою верстата є зубчасто-пасова передача головного руху (шпинделя). Рекомендується використовувати верстат на швидкісних режимах, як найбільш продуктивних, що й дають кращу чистоту оброблюваної поверхні.

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

5. Охорона праці та техніка безпеки

5.1 Охорона праці

Охорона праці – це система законодавчих актів, соціально – економічних, організаційних, технічних, гігієнічних та лікувально – профілактичних заходів та засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

Повністю небезпечних та нешкідливих виробництв не існує. Задача охорони праці – звести до мінімуму ймовірність ураження або захворювання працівників з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Реальні промислові умови характеризуються, як правило, наявністю деяких шкідливих та небезпечних виробничих факторів.

В створена система стандартів по безпеці праці (ССБП), що сприяє покращенню умов праці, підвищенню його безпеки, тобто підвищується продуктивність праці, якість продукції.

Покращення умов праці та її безпека призводить до зменшення виробничого травматизму, професійних хвороб, що зберігає здоров'я працівників та одночасно призводить до зменшення затрат на оплату пільг та компенсацій, на оплату наслідків такої роботи, на лікування, перепідготовку працівників виробництва в зв'язку зі зміною кадрів через причини, що пов'язані з умовами праці.

Покращення умов праці призводить також і до соціальних результатів – покращується здоров'я працівників, підвищується ступінь задоволення працею, трудова дисципліна та покращується ряд показників, що характеризують більш вищий ступінь соціального розвитку працівників.

					АІ.АІОА.00.000.Іç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

5.2 Електробезпека

Проектоване обладнання буде встановлюватися на ділянці, за небезпекою ураження електричним струмом, що відноситься (згідно ПУЕ-2009) до особливо небезпечних приміщень, тому що підлоги виготовлені з струмопровідних матеріалів, верстат і ПР мають зв'язок із землею і можливість зіткнення з ним.

Електрообладнання верстатів повинно відповідати вимогам ГОСТ 12.2.007.1, ГОСТ 12.2.007.2, ГОСТ 12.2.007.6, ГОСТ 12.2.007.13, ГОСТ 12.2.007.14, ГОСТ 22789, ГОСТ 27487.

Електропостачання підприємства здійснюється від трифазної чотирьох дротової мережі з заземленою нейтраллю. Цей вибір обґрунтований тим, що мережа з заземленою нейтраллю застосовується там, де неможливо забезпечити гарну ізоляцію проводів, коли не можна швидко відшукати або усунути пошкодження ізоляції, або коли ємнісні струми мережі внаслідок значної розгалуженості досягають великих значень, небезпечних для людини. Найбільша напруга, що застосовується на проектованому устаткуванні 380В.

Основні причини нещасних випадків від ураження електричним струмом:

1. випадкові дотики до нормально струмоведучих частин обладнання;
2. дотику до нормально неструмоведучих частин обладнання, які опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції;
3. випадкове, помилкове включення обладнання під час ремонту при порушенні правил ТБ.

Для захисту від ураження електричним струмом передбачити:

1. виконання вимог ГОСТ 12.4.011-75, розділ «Засоби колективного захисту», відповідно до якого на підприємстві повинні використовуватися основні засоби захисту від ураження електричним струмом: огорожувальні; пристрої автоматичного контролю і сигналізації; пристрої автоматичного відключення; запобіжні пристрої; знаки безпеки;
2. періодичну перевірку (2 рази на рік) стану ізоляції електрообладнання;

					АІ.АІ.00.000.Іç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

3. періодичну перевірку автоматичних вимикачів і вставок плавких на їх спрацьовування при збільшенні сили струму в 2,5 рази;
4. силову проводку укласти під підлогою в металевих трубах; освітлювальну проводку сховати;
5. на верстаті і ПР використані електродвигуни закритого типу, що виключає можливість випадкового дотику до їх нормально струмоведучих частин;
6. дверцята шаф електроустаткування і ЧПУ з ПУ зблоковані з вступними вимикачами так, щоб відключалося харчування РТК при їх відкритті;
7. на верстаті, ПР і ПУ є кнопки аварійного відключення електроживлення, пофарбовані червоним кольором;
8. світильники місцевого освітлення живляться напругою 36В.
9. Оскільки найбільшу напругу живлення на проектуваному устаткуванні складає 380В, то для забезпечення безпеки в разі появи напруги на неструмоведучих частинах устаткування, необхідно передбачити занулення обладнання для наступних металевих неструмоведучих частин обладнання: станина верстата; корпусу електродвигунів; каркаси шаф; пультів управління. Пристрої, які передбачені на РТК, для з'єднання з нульовим проводом повинні мати антикорозійне покриття.

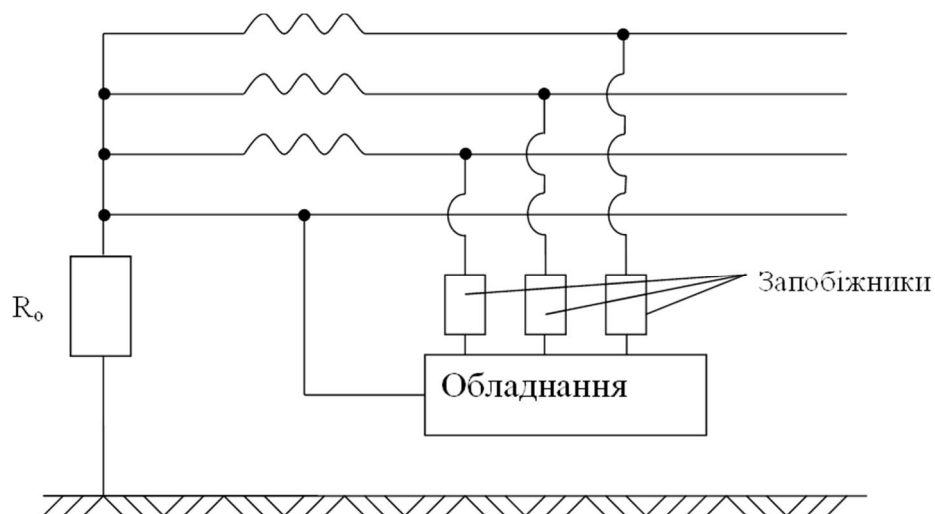


Рис. 5.1 – Схема занулення

Принцип дії занулення полягає в запобіганні замикання на корпусі обладнання в однофазне коротке замикання з метою спрацювання захисту автоматичного відключення пошкодженої установки від мережі живлення. Такий захистом є плавкі запобіжники або автоматичні вимикачі, які встановлюються перед устаткуванням для його захисту від струмів короткого замикання. Час відключення устаткування від живильної мережі при захисті плавкими запобіжниками становить 5 ... 7с, а при захисті автоматичними вимикачами 1...2с.

Під час спрацювання струмового захисту проявляються захисні функції заземлення, тому що обладнання через нульовий провідник виявляється підключеним до заземлення нейтралі джерела струму. В результаті в аварійний період знижується напруга корпусів устаткування щодо землі.

5.3 Пожежовибухонебезпечність

Основою для встановлення нормативних вимог щодо конструктивних та планувальних рішень на промислових об'єктах, а також інших питань забезпечення їх вибухопожежобезпеки, є визначення категорій приміщень будівельного, виробничого, складського та невиробничого призначення за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Відповідно до ОНТП 24-86 приміщення діляться на п'ять категорій (А, Б, В, Г, Д). Якісним критерієм вибухопожежної небезпеки приміщень є наявність в них речовин з певними показниками вибухопожежної небезпеки. Кількісним критерієм визначення категорії є надлишковий тиск, який може розвинути при вибуховому загорянні речовин у приміщенні.

Категорія А (вибухонебезпечно).

Приміщення, в яких застосовуються горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28°C в такій кількості, що можуть утворювати

					<i>АІ.АІОА.00.000.Іç</i>	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

паро газоповітряні суміші, при спалахуванні котрих розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа.

Категорія Б (вибухопожежонебезпечна).

Приміщення, в яких застосовується вибухонебезпечний пил і волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28°C та горючі рідини за температурних умов і в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні суміші, при спалахуванні котрих розвивається надлишковий тиск в приміщенні, що перевищує 5 кПа.

Категорія В (пожежонебезпечна)

Приміщення, в яких знаходяться горючі рідини, тверді горючі та важкогорючі матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним горіти.

Категорія Г

Приміщення, в яких знаходяться негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані.

Категорія Д

Приміщення в яких знаходяться негорючі речовини та матеріали в холодному стані.

Таблиця 5.1 – Приклади категорій приміщень машинобудівного заводу:

Приміщення	Речовини та матеріали	Категорія
Механічний цех	Змащувальна охолоджуюча рідини на основі нафтопродуктів	В
Механічний цех	Змащувально-охолоджуюча рідина на водній основі	Д
Ковальський цех	Метал в розжареному стані	Г
Листоштампувальний цех	Метал в холодному стані	Д

Способи та засоби гасіння пожеж

У практиці гасіння пожеж найбільшого поширення набули такі принципи припинення горіння:

- 1) ізоляція вогнища горіння від повітря або зниження концентрації кисню шляхом розведення повітря негорючими газами (вуглеводи CO₂ 1214).
- 2) охолодження вогнища горіння нижче певних температур;
- 3) інтенсивне гальмування (інгібування) швидкості хімічної реакції в полум'я;
- 4) механічний зрив полум'я струменем газу або води;
- 5) створення умов, коли полум'я поширюється через вузькі канали.

Речовини, які створюють умови, за яких припиняється горіння, називаються вогнегасними. Вони повинні бути дешевими і безпечними в експлуатації не приносити шкоди матеріалами і об'єктах.

Вода є хорошим засобом, що володіє наступними перевагами: охолоджуючу дію, розбавлення горючої суміші паром (при випаровуванні води її об'єм збільшується в 1700 разів), механічний вплив на полум'я, доступність і низька вартість, хімічна нейтральність.

Недоліки: нафтопродукти спливають і продовжують горіти на поверхні води, вода має високу електропровідність, тому її не можна застосовувати для гасіння пожеж на електроустановках під напругою.

Пар застосовують в умовах обмеженого повітрообміну, а також у закритих приміщеннях з найбільш небезпечними технологічними процесами. Гасіння пожежі паром здійснюється за рахунок ізоляції поверхні горіння від навколишнього середовища. При гасінні необхідно створити концентрацію пара приблизно 35%

Піни застосовують для гасіння твердих і рідких речовин, не вступають у взаємодію з водою. Вогнегасний ефект при цьому досягається за рахунок ізоляції поверхні горючої речовини від навколишнього повітря. Вогнегасні властивості піни визначаються її кратністю ставленням обсягу піни до обсягу її

рідкої фази, стійкістю дисперсністю, в'язкістю. Залежно від способу отримання піни ділять на хімічні та повітряно-механічні.

Порошкові склади незважаючи на їх високу вартість, складність в експлуатації та зберіганні, широко застосовують для припинення горіння твердих, рідких та газоподібних горючих матеріалів. Вони є єдиним засобом гасіння пожеж лужних металів і металоорганічних сполук. Для гасіння пожеж використовується також пісок, ґрунт, флюси. Порошкові склади не володіють електропровідністю, не отруйні метали і практично не токсичні.

Широко використовуються склади на основі карбонатів і бікарбонатів натрію і калію.

Апарати пожежогасіння: пересувні (пожежні автомобілі), стаціонарні установки, вогнегасники.

Стаціонарні установки призначені для гасіння пожеж в початковій стадії їх виникнення без участі людини. Поділяються на водяні, пінні, газові, порошкові, парові. Можуть бути автоматичними і ручними з дистанційним управлінням.

Вогнегасники - пристрої для гасіння пожеж вогнегасною речовиною, яку він випускає після приведення його в дію, використовується для ліквідації невеликих пожеж. Як вогнегасники речовини в них використовують хімічну або повітряно-механічну піну, діоксид вуглецю (рідкому стані), аерозолі та порошки, до складу яких входить бром.

Поділяються:

по рухливості:

- ручні до 10 літрів;
- пересувні;
- стаціонарні;

по вогнегасному складу:

- рідинні;
- вуглекислотні;
- хімпінні;

					АІ.АІОА.00.000.Іç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

- повітряно-пінні;
- хладонові;
- порошкові;
- комбіновані.

Вогнегасники маркуються буквами (вид вогнегасника за розрядом) і цифровий (обсяг).

Ручний пожежний інструмент - це інструмент для розкриття і розібрання конструкцій і проведення аварійно-рятувальних робіт при гасінні пожежі. До них відносяться: гаки, ломи, сокири, відра, лопати, ножиці для різання металу. Інструмент розміщується на видному і доступному місці на стендах та щитах.

На ділянці обладнаний пожежний щит з набором інструментів і ємністю з піском. Для забезпечення гасіння пожежі в початковій стадії його виникнення, на внутрішній водогінній мережі цеху встановлені пожежні крани. Ділянка забезпечена пожежною сигналізацією.

Для гасіння електроустаткування передбачені вогнегасники ОУ-8, ОУ-5, УН-2Н, ОХП-10.

Межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій представлені в таблиці 6.2.

По ступені вогнестійкості будинок, де знаходиться ділянка, відноситься до III-го ступеня, тому що всі основні конструкції виконані з неспалених матеріалів — згідно СНіП 2.09.02-85

Таблиця 5.2 – Межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій

Будівельні конструкції	Група займистості	Межа вогнестійкості
Стіни, що несуть навантаження, стіни сходових кліток, колони	Незгораємі	2 г
Плити, настили й інші несучі конструкції перекриття міжповерхових перекриттів	Важкозгораємі	0,75 г
Зовнішні стіни з навісних панелей	Важкозгораємі	0,25 г
Внутрішні перегородки	Важкозгораємі	0,25 г

У виробничому приміщенні доцільно застосовувати вогнегасники трьох видів:

- ОХП - 10, вогнегасник хімічний пінний, в якому піна утворюється за рахунок хімічної реакції між кислотою і лугом. Тривалість дії 60 сек. Дальність струменя 6.8 м. ОХП - 10 не можна застосовувати при гасінні електроустановок під напругою оскільки струмінь слугитиме провідником електричного струму, а також речовин легкозаймистих від води це: калій, натрій карбід кальцію і ін.

- ОУ - 2, ОУ - 5, ОУ - 8 – вуглекислі вогнегасники, призначені для гасіння невеликих загорянь всіх видів палих і тліючих матеріалів, не викликаючи їх псування, а також електроустановок під напругою.

- ОВПУ - 250, вогнегасник повітряно - пінний універсальний (стаціонарна установка пінного пожежогасіння). Тривалість роботи 3.4 хвилини. Площа гасіння до 30м, вага 450 кг Застосовуються для гасіння пожеж вогненебезпечних речовин і ЛВЖ.

Засоби пожежогасіння і пожежний інвентар повинні бути забарвлені в кольори відповідно до вимог ГОСТ 15548 - 70.

					А/І.А/І.А/І.А.00.000.І/С	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

5.4 Освітлення приміщення цеху або дільниці

За ГОСТ 12.2.009-99 «Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности»:

- Верстат повинен бути обладнаний (при нормальному освітленні приміщень) світильниками, що забезпечують освітлення, відповідно до робочого процесу. Слід забезпечити відсутність небезпечних тіньових зон, відблисків, а також стробоскопічного ефекту. Рекомендується використовувати люмінесцентні лампи білого кольору.
- Пристрої, що знаходяться в середині верстата і підлягають частій перевірці, наладці чи технічному обслуговуванню повинні бути відповідним чином освітлені.
- Конструкцією верстатів повинно бути передбачено освітлення зони обробки вбудованими або прибудованими пристроями місцевого освітлення.

При відсутності необхідності спостереження за ходом обробки по бажанню робочого допускається зниження освітленості в зоні обробки верстата.

Освітленість від світильників загального освітлення в зоні обробці верстатів повинна становити не менш ніж 300 лк в горизонтальній площині.

Використовувані електричні освітлювальні апарати повинні мати закрите або захищене виконання, а світильники аварійного освітлення повинні приєднуватися до незалежного джерела живлення.

5.5 Техніка безпеки при роботі на модернізованому токарному верстаті

Основними небезпечними виробничими факторами при роботі на токарних верстатах є стружка, ріжучий інструмент, рухомі частини верстата.

					АІ.АІОА.00.000.Іç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Особливу небезпеку являє собою зливна стружка, яка утворюється при проточуванні в'язких сталей. Для того, щоб забезпечити захист робітників від травмування зливною стружкою, застосовують різні пристрої для її завивання та дроблення.

У якості засобів захисту в цьому випадку використовують огороження зони різання захисними екранами, а також захисні окуляри.

Важливою умовою безпеки при роботі твердосплавним інструментом є виконання встановлених режимів різання, так як твердосплавні пластини можуть руйнуватися і наносити травми. Не менш важливим є виключення верстату наступному порядку: спочатку виключають подачу, а потім - обертання шпинделю.

Однією з причин нещасних випадків є захват звисаючих частин одягу (як правило рукавів) на ходові гвинти та вали. Для попередження таких випадків слід строго виконувати правила використання спецодягу.

При закріпленні заготовок у кулачковому та мембранному патроні причиною травмування може бути забутий в патроні ключ. У цьому випадку слід використовувати ключ, у якого при натисканні на нього вставка ключа входить у гніздо патрону, а при відпусканні пружина виштовхує ключ.

В токарних верстатах повинен бути справним нульовий захист, який робить неможливим самовільне включення верстату у випадку, коли електроенергія знову подається після раптового зникнення.

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Висновки

В дипломному проекті запропоновано нову конструкцію верстата для обробки деталей з пруткового матеріалу типу «Золотник». В ході виконання зроблено наступні висновки:

1. Компоновка верстату включає в себе: станину з двома шпиндельними модулями, пристрій подачі прутка, систему транспорту заготовки між модулями та лоток прийому. Кожен модуль оснащено власним супортом.
2. На основі кінематичних розрахунків та обчислення режимів різання було прийнято наступні характеристики модернізованого верстату:
 - максимальна частота обертання шпинделя $n_{\max} = 2500$ об/хв;
 - мінімальна частота обертання шпинделя $n_{\min} = 400$ об/хв;
 - потужність двигуна $N_{\text{ел}} = 10,6$ кВт.
3. Проведено конструкторський розрахунок шпинделя. Прийнято у якості передньої опори триплекс радіально-упорний кульковий підшипник 36120. У якості задньої опори - дуплекс радіальний кульковий підшипник 120.
4. Надано опис конструкції та принцип дії всіх необхідних складових частин запропонованого верстату.

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Перелік посилань

1. Кузнецов Ю.Н. Верстати з ЧПУ: Навчальний посібник. К.: Вища школа: 1991.-278 с.
2. Металорізальні верстати. Підручник для машинобудівних вузів./Під ред. В.С.Пуш.- М.: Машинобудування, 1985.- 256 з
3. Проектування металорізальних верстатів і верстатних систем: Довідник-підручник у 3-х томах./Під общ. Ред. А.С.Проникова, М.: Видавництво МГТУ ім. Н.Э. Баумана: Машинобудування, 1995.
4. Кузнецов Ю.Н., Срибний Л.Н. Підвищення ефективності токарських автоматів. К.: Техніка, 1969.-168 с.
5. Орликів М.Л., Кузнецов Ю.Н. Проектування затискних механізмів автоматизованих верстатів.- М.: Машинобудування, 1977.-142 с.
6. Верстати з ЧПУ (спеціалізовані)/ Під ред. В.А.Лещенко.- М., Машинобудування, 1979.-592 с.
7. Довідник «Верстати з програмним керуванням». М.: Машинобудування, 1975, 288 с.
8. Налагодження верстатів із програмним керуванням. М.: вища школа, 1976, 280 с (автори Ковшов А.Н. і ін.).
9. Програмне керування верстатами: Підручник для машинобудівних вузів/ В.Л. Сосонкин, О.П. Михайлов, Ю.А. Павлов і ін.: Під ред. В.Л.Сосонкина.- М.: Машинобудування, 1981.- 398 с.
- 10.Металорізальні верстати. Підручник для машинобудівних вузів./Під ред. А.С.Проникова.- М.: Машинобудування, 1981.- 479 с.
- 11.Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: Справочник / Под ред. В.И. Гузеева. М.: Машиностроение, 2005. – 368 с.

					ÄÏ.ÄÏÒÄ.00.000.Ïç	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Додатки

					<i>ÄÏ.ÄÏÒÂ.00.000.Ïç</i>	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Додаток А

Технічні характеристики електродвигунів серії 4 ПФ

Тип	Мощность, кВт исполнение Б/Т	Напряжение _{як} , В	N, мин ⁻¹ исполнение Б/Т	N _{max} мин ⁻¹ исполнение Б/Т
4ПФ112S	3,15/2,8	440	710/750	4000
	4,0/3,55		975/1000	6000
	6,3/5,6		1320/1360	
	9,5/8,0		2060/2060	
	2,0/1,7	220	545/600	
	3,15/2,72		730/775	
	3,75/3,25		1120/1150	
4ПФ112M	3,75/3,35	440	670/710	4000
	5,5/4,75		925/950	6000
	9,0/8,0		1320/1320	
	3,0/2,65	220	437/475	
	3,75/3,35		670/750	
4ПФ112L	5,3/4,5	440	670/690	4000
	8,0/7,1		925/950	6000
	10,0/8,5		1250/1280	
	3,75/3,25	220	515/560	
4ПФ132S	7,5/6,7	440	775/800	4000
	10,0/8,5		1060/1090	5000
	15,0/13,2		1450/1450	
	22,0/19,0		2120/2180	
	33,0/28,0		3150/3150	
	5,0/4,25	220	545/600	
	7,5/6,7		850/850	
	10,0/8,5		950/1000	
	15,0/13,2		1450/1450	
4ПФ132M	10,0/8,5	440	750/800	4000
	15,0/13,2		1030/1060	5000
	22,0/19,0		1550/1600	
	33,0/28,0		2300/2300	
	7,1/6,0	220	600/615	
	10,0/8,5		850/850	
	15,0/13,2		1030/1030	
4ПФ132L	12,5/10,6	440	800/800	4000
	18,5/16,5		1030/1030	5000
	25,0/21,2		1400/1450	
	9,0/8,0	220	500/530	
	12,5/10,6		800/800	

4ПФ160S	15,0/13,2	440	750/775	4000
	22,0/19,0		1090/1120	4500
	33,0/28,0		1500/1500	
	11,0/9,5	220	545/560	
	13,6/11,8		825/850	
4ПФ160M	20,0/17,0	440	800/800	4000
	30,0/26,5		1090/1090	4500
	13,2/11,2	220	615/630	
4ПФ160L	25,0/21,8	440	775/775	4000
	37,0/31,5		1090/1090	4500
4ПФ180S	26,5/23,6	440	710/710	3500
	42,5/37,5		1030/1060	4000
	50,0/42,5		1360/1320	
	65,0/--	220	1900/--	3000
	17,0/15,0		450/462	4000
	30,0/--		875/--	3000
4ПФ180M	40,0/34,5	440	775/775	3800
	50,0/42,5		1000/1000	4000
	65,0/60,0		1400/1360	3000
	20,0/17,0	220	437/450	4000
4ПФ180K	40,0	440	1800	3000
	47,5		2360	
	22,0	220	1090	
	30,0		1500	
4ПФ180H	40,0	440	1400	
	50,0		1800	
	65,0		2500	
	22,0	220	825	
	30,0		1150	