

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

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 6.050505 «Машинобудування»
на тему Токарний верстат з ЧПК з контр шпинделем

Виконав студент групи

IV курсу, групи МВ-41

(прізвище ім'я по батькові)

(підпис)

Науковий керівник

Доцент, к.т.н. Литвин О.В.
(вчена ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Київ - 2019 року

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

До захисту допущено

В.о. завідувача кафедри

О.В.Шевченко

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ” 2019 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напряму підготовки 6.050505 «Машинобудування»

(код і назва)

на тему Токарний верстат з ЧПК з контршпинделем

Виконав студент групи

IV курсу, групи МВ-51

Паславський Олександр Андрійович

(прізвище ім'я по батькові)

(підпис)

Керівник проекту

Доцент, к.т.н. Литвин О.В.

(вчена ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

КОНСУЛЬТАНТИ:

ОП та ПЦБ

РЕЦЕНЗЕНТ:

Доцент, к.т.н. Лапковський С.В.

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

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Київ - 2019 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	1	
2	A4	ДП 5115. 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	68	
3	A1	ДП 5115. 01.000 ТК	Загальний вигляд верстата)	1	
4	A1	ДП 5115. 02.000 ТК	Бабка шпindelьна ліва	1	
5	A1	ДП 5115. 03.000 ТК	Підвіска двигуна	1	
6	A1	ДП 5115. 04.000 ТК	Супорт	1	
7	A1	ДП 5115. 05.000 ТК	Супорт поперечний	1	
8	A1	ДП 5115. 06.000 ТК	Робоча зона верстата	1	

				ДП 5115 00.000.00		
	ПБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Розробн.	Паславський				1	1
Керівн.	Литвин				НТУУ «КПІ» Каф.КВМ Гр. МВ 51	
Консульт.						
Н/контр.						
Зав.каф.	Шевченко					

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

Рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____

Напрямок підготовки _____ **6.050503 «Машинобудування»** _____
(код і назва)

Назва програми професійного
спрямування _____ **«Металорізальні верстати та системи»** _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ **О.В.Шевченко**
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2019 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

_____ **Паславський Олександр Андрійович** _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту **Токарний верстат з ЧПК з контршпинделем**

керівник проекту _____ **Доцент, к.т.н. Литвин О.В.**

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від **“22” травня 2019 року № 1326-с**

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту Найбільший діаметр заготовки, мм, 100,
найбільша довжина заготовки, мм, 80-100, переміщення по осі X, мм, 200,
переміщення по осі Y, мм, 350, відстань між торцями шпинделів, мм, 814.
Безпека верстата забезпечується його виготовленням відповідно до вимог
12.2.009-80, ДСТУ 2807-94, ДСТУ 2752-94, ГОСТ 27487-87, ГОСТ 12.2.101-
84, ГОСТ 12.2.040-79, ТУ У 73.1-16297597- 001 -2001

4. Зміст пояснювальної записки. Огляд та аналіз існуючих двошпиндельних
верстатів з ЧПУ. Опис розробленого верстата. Загальні відомості про
верстат. Розташування і призначення складових частин верстата. .
Визначення виду заготовки та метод її виготовлення. Розробка

технологічних операцій. Розрахунок зусилля різання. Розрахунок кулько - гвинтової передачі. Розрахунок приводу повздовжніх подач супорта. Розрахунок затискного патрона першої позиції. . Розрахунок затискного патрона першої позиції. Висновок. Література.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) 1. Загальний вигляд верстата (ф-т А1). 2. Бабка шпиндельна ліва (ф-т А1). 3. Підвіска двигуна (ф-т А1). 4. супорт (ф-т А1). 5. Супорт поперечний (ф-т А1). 6. Робоча зона верстата (ф-т А1) .

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Огляд та аналіз існуючих двошпиндельних верстатів з ЧПУ. Загальний вигляд верстата	1-й тиждень	
2	Опис розробленого верстата. Загальні відомості про верстат. Розташування і призначення складових частин верстата. .	2-й тиждень	
3	Визначення виду заготовки та метод її виготовлення. Розробка технологічних операцій. Бабка шпиндельна ліва	3-й тиждень	
4	Розрахунок зусилля різання. Розрахунок кулько - гвинтової передачі. Підвіска двигуна	4-й тиждень	
5	. Розрахунок приводу повздовжніх подач супорта. <u>супорт та супорт поперечний</u>	4-й тиждень	
6	Розрахунок затискного патрона першої позиції. Розрахунок затискного патрона першої позиції. <u>Робоча зона верстата</u>	5-й тиждень	
7	.Висновок. Література	5-й тиждень	
8	Попередній захист. Рецензування.	За графіком	

Студент _____ Паславський О.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Литвин О.В.

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: Токарний верстат з ЧПК з контршпинделем

Київ – 2019 року

						Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Токарний верстат з ЧПК та контршпинделем

ЗМІСТ

	Вступ	5
1	Конструкторський розділ	7
1.1.	Огляд та аналіз існуючих двошпиндельних верстатів з ЧПК	7
1.2	Опис розробленого верстата	17
1.2.1	Загальні відомості про верстат	
1.1.2	Розташування і призначення складових частин верстату	
2	Розрахункових розділ	38
2.1.	Визначення виду заготовки та метод її виготовлення.	38
2.2	Розробка технологічних операцій	38
2.3.	Розрахунок зусилля різання	43
2. 4.	Розрахунок кульково-гвинтової передачі. Попередній розрахунок розмірів шарико гвинтової передачі	46
2.5.	Перевірочні розрахунки	49
2. 7.	Розрахунок приводу повздовжніх подач супорта	51
2.8.	Розрахунок затискного патрона першої позиції	53
2.9	Розрахунок затискного патрона другої позиції	59
3	Охорона праці і техніка безпеки	64
4	Висновок	67
4	Література	68
	Додатки	

					ДПБ.ММІ.МВ-5115.000.пз					
					Пояснювальна записка					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			Літ.	Маса	Масштаб	
Розроб.		Паславський								
Перевір.		Литвин О.В								
Т. Контр.										
Реценз.										
Н. Контр.							КПІ ім. Ігоря Сікорського гр. МВ-51			
Затверд.										

РЕЗЮМЕ

В дипломному проекті розблено токарний верстат з ЧПК та контршпинделем. Токарний верстат оснащений маніпулятором для передачі заготовки між шпинделями без перекантування. Для кожного шпинделя викона свій привод головного руху. Спроектовано оригінальні затискні патрони для першого та другого шпинделів для обробки кільця внутрішнього вижимного підшипника легкового автомобіля.

Ключові слова: верстат, обробка, точіння, затиск, затискний патрон.

РЕЗЮМЕ

В дипломном проекте представлено токарный станок с ЧПУ и контршпинделем. Токарный станок оснащен манипулятором для передачи заготовки между шпинделями без перекантровка. Для каждого шпинделя выполнит свой привод главного движения. Спроектированы оригинальные зажимные патроны для первого и второго шпинделів для обработки кольца внутреннего выжимного подшипника легкового автомобиля.

Ключевые слова: станок, обработка, точение, зажим, зажимной патрон.

RESUME

In the diploma project, a two-spindle CNC lathe with an opposed spindle arrangement is made. The lathe is equipped with a manipulator to transfer the workpiece between the spindles without overturning. For each spindle, execute your main drive. The original clamping cartridges for the first and second spindles were designed.

Key words: machine tool, machining, turning, clamping.

					ДПБ.ММІ.МВ-5115.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ВСТУП

Сучасна обробка металів і різних сплавів неможлива без використання висококласних верстатів з числовим програмним управлінням, які дозволяють виготовляти складні деталі з максимальною точністю і бездоганною якістю. Цим вимога відповідають двохшпиндельні токарні верстати з ЧПУ.

Двохшпиндельні токарні верстати з ЧПК та контршпинделем призначені для токарної обробки та міжопераційного переміщення між шпинделями в цехах заводів. Двохшпиндельні токарні верстати розраховані для обробки матеріалів і виробів невеликої маси. Їх розміри забезпечують хорошу продуктивність.

Для механізації процесу обробки широко використовують верстати з маніпулятором, керованим зі сторони. Наявність маніпулятора на платформі дозволяє скоротити тривалість операцій і забезпечити в деяких випадках укладання оброблених деталей безпосередньо на стелаж або лоток..

У залежності від конструкції механізмів пересування і підйому розрізняють верстати з ручним пересуванням, гідравлічним або пневматичним підйомом заготовки.

Токарний верстат з системою шпиндель-контршпиндель, що дозволяє обробляти вироби з металу з широким діапазоном діаметрів. Верстат призначений для виконання широкого діапазону токарних і фрезерних операцій на деталях типу тіл обертання з двох торців деталей в серійному виробництві.

Дипломний проект «Токарний верстат з ЧПК та контршпинделем» складається з пояснювальної записки на 67 с. та креслень формату А1, а саме: Загальний вигляд верстата, бабка шпиндельна ліва, підвіска двигуна, супорт, супорт поперечний, робоча зона верстата.

					ДПБ.ММІ.МВ-5115.000.ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

1.1. Огляд та аналіз існуючих двошпиндельних верстатів з ЧПУ.

Токарні верстати з основним шпинделем і протишпинделем (або контршпинделем) забезпечують можливість оброблювати обидва кінці деталі. Це досягається за допомогою одного налагоджування верстата. Це дає переваги, а саме: мінімізація роботи оператора, підвищення продуктивності і скорочення часу обробки деталі. Промисловістю випускаються як стандартні, так і надшвидкісні моделі.

Останнім часом все більший інтерес викликають рішення верстатобудівників, що дозволяють мінімізувати витрати, спростити виробничий цикл і підвищити гнучкість виробництва. Тому з'являється все більше верстатів для повної комплексної обробки деталей. Їх впровадження зменшує виробничі площі і скорочує час виготовлення продукції.

Способи передачі заготовки з першого шпинделя на другий м.б. за допомогою автооператора (робота) або замозахопленням другим шпинделем. Замозахопленням другим шпинделем (контршпинделем) може відбуватися при синхронізації частоти обертання обох шпинделів або при зупинених шпинделях, що значно простіше конструктивно.

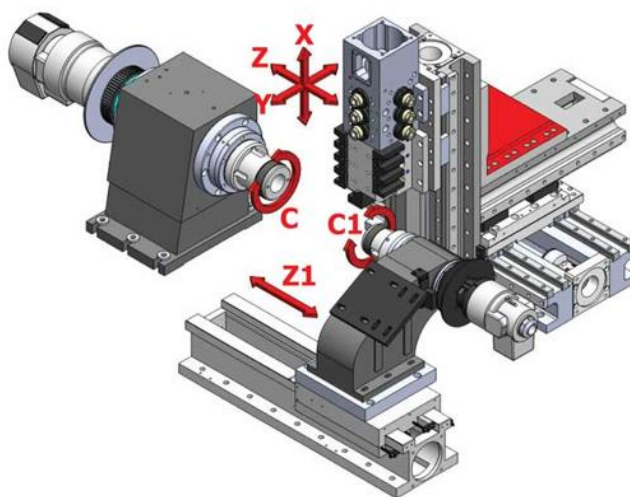


Рис.1.1. Схема токарного центра з проти шпинделем [1]

Можливість використання двох протилежних шпинделів колосально підвищує продуктивність верстата. Деталь автоматично передається з одного

						Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

шпинделя на інший, що дозволяє проводити обробку по всіх поверхнях, без втручання оператора вручну.

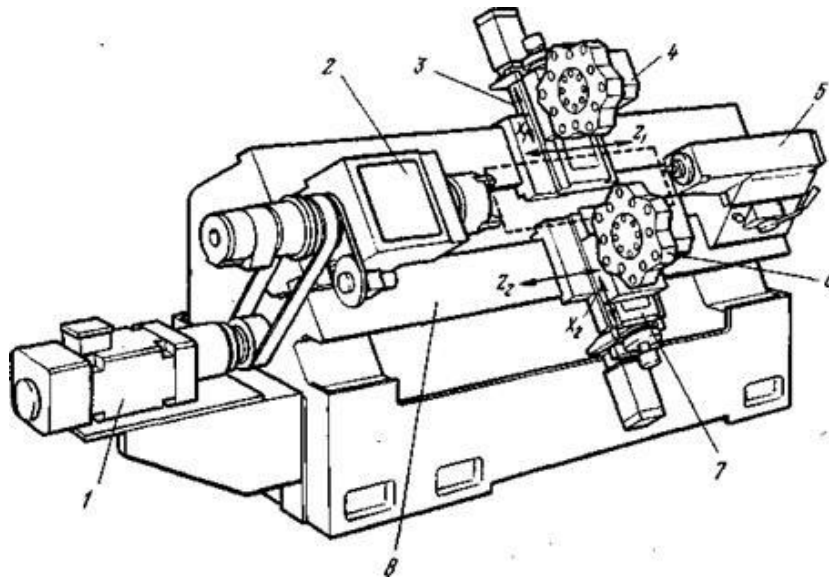


Рис.1.2. Компоновка токарного верстата з проти шпинделем [2]

<https://mydocx.ru/10-105124.html>

Обґрунтовано вибір рубрик Міжнародної патентної класифікації (МПК) відповідно до теми своєї проекту. Вибрані рубрики першого, другого та третього пріоритетів, а саме:

V23B3 / 30 - токарні верстати з двома і більше шпинделями, наприклад з незмінним розташуванням шпинделів;

V23B 3/02 -Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - токарні верстати невеликих розмірів, наприклад інструментальні для годинників G 04D 3/00;

V23B 3/02- Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - токарні верстати невеликих розмірів, наприклад інструментальні для годинників G 04D 3/00;

V23B 3/04 Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - токарні верстати, що відрізняються тим, що обробляється виріб обертається за допомогою пристроїв, розташованих на деякій відстані від передньої бабки

V23B 3/06 -Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - верстати або пристрої для токарної обробки, що відрізняються

						Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

особливою прихильністю конструктивних елементів В 23Q 37/00 має перевагу; конструктивні особливості деталей віднесені до відповідних груп; конструктивні елементи загального застосування В 23Q;

В23В 3/08 -Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - токарні верстати з планшайбами;

В23В 3/10 -Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - з горизонтальною планшайбою;

В23В 3/12 -Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - з вертикальною планшайбою, тобто лобові токарні верстати;

В23В 3/14 - Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - кріпильні елементи і приводи планшайби;

В23В 3/16 -Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - револьверні токарні верстати для обробки виробів індивідуально затискаємо в патроні;

В23В 3/18 -Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - з горизонтальним шпинделем;

В23В 3/20 -Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - з вертикальним шпинделем;

В23В 3/22- Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - верстати або пристрої для токарного оброблення з поворотними резцедержатели

В23В 3/24 -Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - різці яких переміщаються не в радіальному напрямку; поворотні резцедержатели до них;

В23В 3/26 -Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - різці яких переміщаються в радіальному напрямку; поворотні резцедержатели до них;

В23В 3/28- Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - токарні верстати, в яких подача здійснюється за допомогою

						Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

копіювальних пристроїв, тобто копіювальні токарні станкі конструктивні особливості копіювальних пристроїв В 23Q 35/00;

В23В 3/30-Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - токарні верстати з двома і більше шпинделями, наприклад з незмінним розташуванням шпинделів;

В23В 3/32 Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - для одночасного виконання ідентичних операцій на двох і більше виробках;

В23В 3/34- Токарні верстати загального призначення; лінії токарних верстатів - короткі верстати для токарної обробки з одним або декількома шпинделями, що обслуговуються з торцевого боку верстата 3/12 має перевагу;

В23В 3/36 -Токарні верстати загального призначення; лінії токарних станковлінії токарних станковлінії металообробних верстатів загального призначення В 23Q 39/00;

В23В3/30 токарні верстати з двома і більше шпинделями, наприклад з незмінним розташуванням шпинделів.

Були проаналізовані винаходи, які відносяться до двохшпиндельних горизонтальних верстатів. Пошук був проведений по базах даних, інформаційно-довідковим системам, патентно-інформаційним продуктам на оптичних носіях інформації (сайт Укрпатенту <http://www.uipv.org/ua/bases2.html>). Станом на 1 березня 2019 року (з 1992 року) до державних реєстрів внесено 553 305 охоронних документів на ОПВ: 123 614 патентів на винаходи; 132 583 патенти на корисні моделі; 38 779 патентів на промислові зразки; 255 167 свідоцтв на знаки для товарів і послуг з урахуванням розділених реєстрацій.

Комбінація контршпинделя з інструментальною револьверною головкою на санчатах супорта підвищує продуктивність верстата на 100%. Тому обробка виконується або паралельно на обох шпинделях, або на одному шпинделі. Можна використовувати револьверні і фрезерні головки

						Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

(наприклад, обточування по 4 осях). Комбінація з автоматичною системою завантаження і вивантаження оброблюваних деталей робить виробничий процес повністю автоматизованим.

Нами знайдено і проаналізовано патент РФ № 2087264 «Двошпиндельний токарний верстат» для обробки поршнів або інших виробів з метою отримання мінімального відхилення від круглості в поперечному перерізі. [3].

Верстат має дві шпиндельні бабки 2 і 3 з приводами, два хрестових супорта 6 і 7. Супорти забезпечені опозитно розташованими на подовжених поперечних санчатах 11 інструментальною державкою 18 і верхнім супортом 16 з інструментальною головкою 17 і лінійним двигуном 21. На корпусі двигуна 21 закріплена інструментальна державка. Лінійний двигун 21 кожного супорта розміщений в герметичному кожусі 20 з системою циркуляції охолоджуючого повітря (рис.1.2).

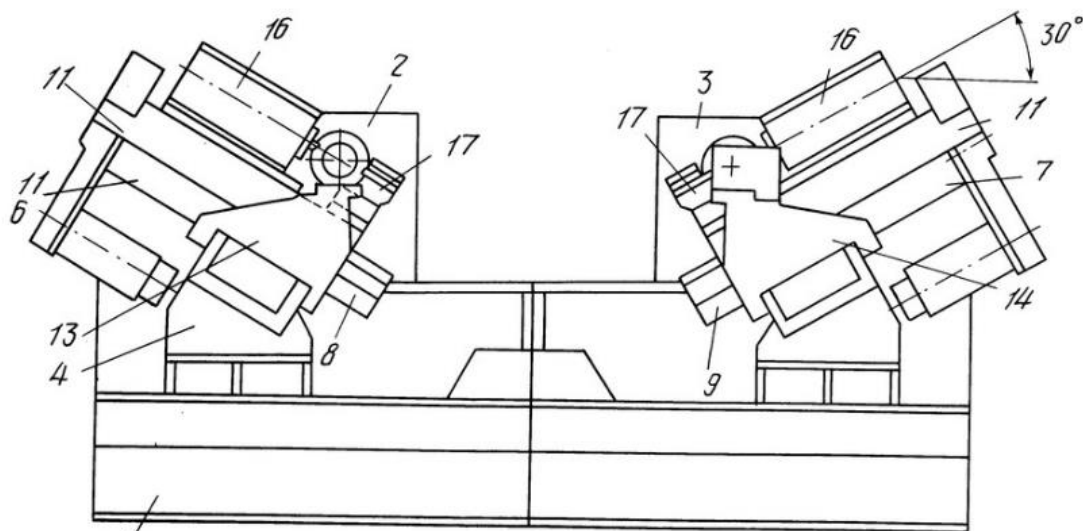


Рис.1.3. Двошпиндельний токарний верстат по патенту РФ № 2087264

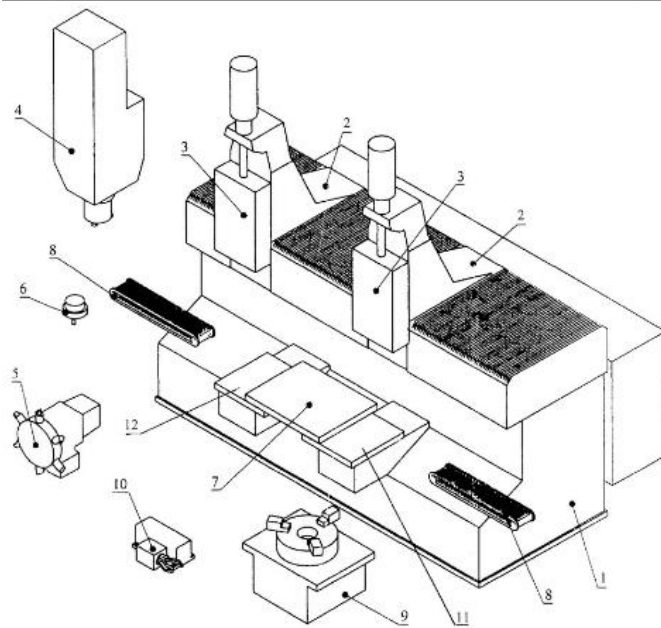


Рис.1.4. Двошпиндельний токарний верстат по патенту РФ № 2087264

Верстат по патенту РФ № 2087264 служить для обробки деталей типу тіл обертання, сталевих, чавунних або з кольорових металів в автоматичному режимі. Верстат містить станину, супорти і нерухомі столи. Верстат забезпечений рухомими платформами, змонтованими на супортах. Вони виконані з можливістю монтування на кожній з них шпиндельної бабки, або інструментотримача, або маніпулятора-руки. Кожний нерухомий стіл виконаний з можливістю монтування на ньому завантажувального транспортера, або шпиндельної бабки, або маніпулятора-руки, або інструментотримача [4].

Найбільш близькою по технічній сутності до розробляємої конструкції є патент РФ № 56237 «Двухшпиндельный токарный станок». Це верстат для двосторонньої токарної обробки великогабаритних деталей типу вал. Перевагою даного технічного рішення є підвищення точності обробки деталей великої маси і габаритів, підвищення точності позиціонування. Також він забезпечує безпереустановочну обробку великогабаритної деталі, зменшення похибок обробки і допоміжного часу. Двошпиндельний токарний верстат має дві опозитно встановлені шпиндельні бабки з патронами. Він містить двухпозиционную револьверную головку. Вона встановлена на

						Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

поворотному столі з можливістю повороту на 180°. Верстат оснащений люнетом, супортом з багатопозиційної револьверної різцевої головкою [3].

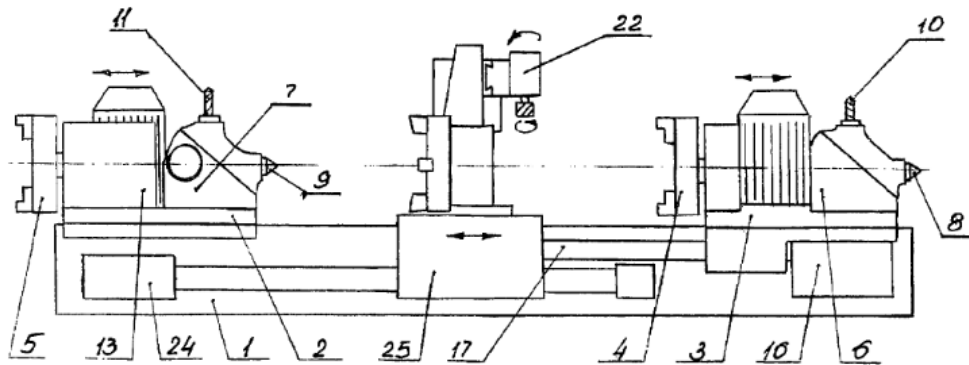


Рис.1.5. Двухшпиндельный токарный станок по патенту РФ № 56237

Обґрунтовано вибір рубрик Універсальної десятикової класифікації відповідно до теми проекту. Це дає можливість виконати інформаційний пошук в літературних джерелах. Вказані рубрики першого, другого та третього пріоритетів, а саме:

6 -Прикладні науки. Медицина. технологія

67.05 -Технологічне обладнання. Верстати. Машини. Інструменти

67- Різні галузі промисловості та ремесел. Виробництво виробів з різних матеріалів

672 -Виробництво виробів з заліза, чавуну і сталі в цілому.

Пошук був проведений по фондам Науково-технічної бібліотеки ім. Г. І. Денисенка Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» та мережі інтернет.

Нами знайдено ряд публікацій проспектів рекламного характеру та монографій та підручників [6-15].

Нами знайдено найбільш відомі зарубіжні верстатобудівні фірми, які випускають двохшпиндельні токарні верстати:

1. Trumpf (Німеччина), Trumpf, TruPunch, Trubend, Trulaser
2. Yamazaki Mazak (Японія), торгові марки: Mazak;

3. Gildemeister (Німеччина), торгові марки: Gildemeister, Geckel Maho, Gildemeister Italiana;

4. Amada (Японія), торгові марки: Amada, Amada Wasino;

5. Okuma (Японія), торгові марки: Mori Seiki, Dixi, Mori Seiki Hitech;

6. Shenyang (КНР), торгові марки: Shenyang, Schiess;

7. Itekt (Японія), торгові марки: Toyota, Koyo

8. Schuler (Німеччина), торгові марки: Schuler, Muller-Weingarten, SMG, Grabener, Hydrap;

9. MAG (США), торгові марки: Industrial Automation Cincinnati, G&L, Fadal, Cross Hueller, Lamb, XLO;

Нижче наведені описи деяких конструкцій цих фірм-виробників.

Так, у верстаті фірми Trumpf (Німеччина) [4] головний шпиндель в вигляді мотор-шпиндель може мати водяне охолодження. Це забезпечує високі динамічні характеристики при мінімальному нагріві обертових поверхонь. Вбудований в електромотор датчик положення забезпечує високі параметри точності на оброблюваних деталях при контурному фрезеруванні і при координатному свердлінні (рис.1.5).

Контршпиндель, так само як і основний шпиндель, може мати систему водяного охолодження. Це забезпечує повною мірою його динамічні і точнісні характеристики. Стандартно верстат оснащується однією системою подачі МОР для обох інструментальних головок. Система МОР служить як для охолодження інструментів під час робочого циклу, так і для змиву стружки з оброблюваних деталей. Опціонально, поруч з контршпинделем можна встановлювати додаткове зовнішнє сопло подачі МОР.

Переваги такого верстата:

- Можлива одночасна робота до 3-х інструментів
- Легке переналагодження для роботи
- Проста побудова робочої зони з великими ходами по осях
- Поворот револьверів як керованих осей ЧПУ

						Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Дуже великий запас приводних і не приводних інструментів
- Відмінний доступ для робочоїзони та обслуговування завдяки великим розсувним дверям
- Компактна конструкція і мінімальна займана площа.

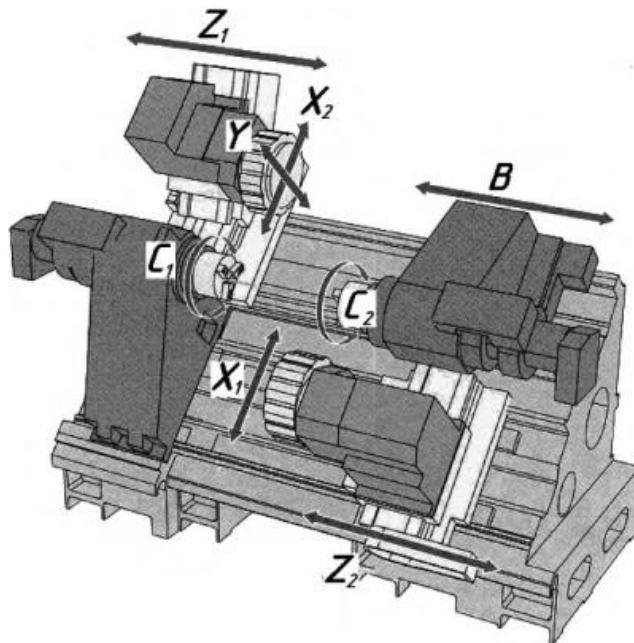


Рис.1.6. Положення вісей токарного верстата з ЧПУ з контршпинделем і двома револьверними головками

На рис. 1.7 наведено інше компонування верстата з проти шпинделем фірми Gildemeister (Німеччина) [5]. Обидва інструментальних супорта мають велику величину ходів по осях $X/Y/Z$. Це відмінна риса верстата, т.я. кут повороту револьверів задається ЧПУ без яких-небудь механічних фіксаторів. Це дозволяє повернути обидва револьвера дуже швидко і на будь-який кут. Контршпиндель, інтегрований в нижній револьвер, позиціонується по 3-м осях, що забезпечує надзвичайну точність при передачі деталі. Вертикальна конструкція станини гарантує легкий відведення стружки.

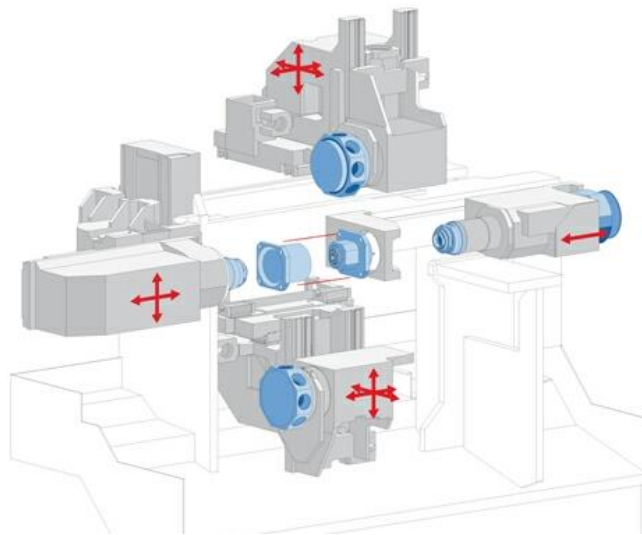


Рис.1.7. Компонування верстата TNL18 з протишпинделем

Контршпиндель, ідентичний головному шпинделю, встановлений на хрестові санчата з осями XZ, що забезпечують переміщення 262 мм по осі Z. Даний варіант верстата має незалежний контршпіндель і 9 лінійних осей. Робоча зона легко доступна через високу і широку розсувні двері. У ній виділяються складові компоненти: головний шпиндель, верхній інструментальний супорт, контршпиндель з нижнім інструментальним супортом. Головний шпиндель являє собою високодинамічний синхронний мотор-шпіндель з C- віссю швидкого позиціонування. Продумана конструкція передньої бабки з великим ходом по осі Z дозволяє здійснювати точіння. Це можна робити як з направляючою втулкою, так і без неї. На верхньому інструментальному супорті є 8 гнізд інструменту з потужним приводом і внутрішньої подачею МОР. У TNL18 є також потужний контршпіндель з великими ходами по осях X/Y/Z і інтегрованим інструментальним супортом на 7 гнізд. Кожне гніздо може оснащуватися багатопозиційними тримачем, збільшуючи, таким чином, запас інструменту. 7 гнізд на апараті обробки заднього торця, 4 з яких - з внутрішньої подачею МОР, забезпечують повну обробку заднього торця деталі.

Способи передачі деталі зі шпинделя на шпиндель:

1. Переміщенням 2-го шпинделя та захопленням деталі 2-и

						Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

патроном

2. Передача маніпулятором (роботом) з 1-го шпинделя на 2-й.

Варіант 1 передбачає складності в реалізації кінематики приводу головного руху 2-го шпинделя, т.я. двигун треба розташувати на 2-й шпиндельній бабці.

Тому в даному проекті використаємо варіант 2.

						Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. ОПИС РОЗРОБЛЕНОГО ВЕРСТАТА

1.2.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ВЕРСТАТ

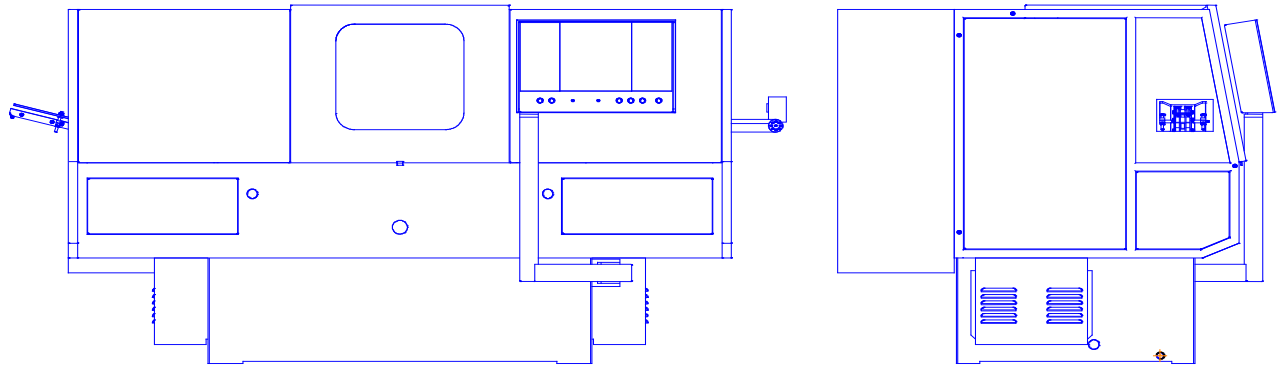


Рис.1.8. Загальний вид верстата токарного двошпиндельного

Верстат двошпиндельний займає менше площі. Він містить менше елементів, ніж два верстати одношпиндельні. Під час обробки заготовки на одному з шпинделів, на іншому здійснюється завантаження або розвантаження. Таким чином перекривається допоміжний час і фактично подвоюється продуктивність. Можлива установка системи передачі заготовки з першого шпинделя на другий. При цьому здійснюється обробка деталі з двох сторін. Таким чином, з одного верстата знімаються повністю оброблені без додаткових переустановок, передач і складування деталі.

Обробка відбувається в автоматичному циклі. Керуючі програми можна вводити безпосередньо з пульта або завантажувати з персонального комп'ютера через інтерфейс. Підтримується постійна швидкість різання.

Для передачі деталей від одного шпинделя до іншого у верстаті передбачена вбудована транспортна система. Конструкція маніпуляторів і транспортної системи забезпечують швидке переналагодження в широкому діапазоні розмірів оброблюваних деталей.

Управління здійснюється по 2 лінійним осям X і Z (при

						Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідності можливе підключення осі шпинделя) з почерговою комутацією між лівим і правим шпинделями, завдяки чому спрощується (і здешевлюється) структура системи управління.

У верстаті застосовані ефективні комплектуючі провідних фірм. Система управління - SIEMENS SINUMERIK 802D, приводи - цифрові SIMODRIVE 611UE. Електрообладнання фірм SCHNEIDER. Пневматичні агрегати системи фірм KAMOZZI, FESTO.

Технічна характеристика верстатів приведена в табл.1.1.

Таблиця 1.1

Технічна характеристика верстата

№ п/п	Найменування параметрів	Одиниці вимірювання	ПАБ-130	ПАБ-160
1	Найбільший діаметр заготовки	мм	100	180
2	Найбільша довжина заготовки	мм	80-100	
3	Переміщення по осі X	мм	200	250
4	Переміщення по осі Y	мм	350	350
5	Відстань між торцями шпинделів	мм	814	836
6	Межі частот обертання	об/хв	100-4000	60-3000
7	Величини подач по осі X по осі Y	м/хв	20 20	
8	Потужність приводів головного руху	кВт	15	18
9	Найбільший крутний момент	Н*м	160	240
10	Найбільше зусилля подачі по осі X по осі Y	Н	8 000 8 000	
11	Габарити довжина ширина висота	мм	2 900 2 000 1 800	
12	Маса	кг	3 500	3 600

Верстати призначені для токарної обробки деталей типу тіл обертання із сталі, чавуну, кольорових металів і інших матеріалів. Наприклад,

матеріалів, що вимагають застосування важких режимів різання (наприклад, з жароміцних або інструментальних сталей).

Область застосування: дрібносерійне і серійне машинобудівне виробництво. Клас точності II по ГОСТ 8-82.

Типовими деталями, які обробляються на верстатах, є кільця, хвостовики, Диски, втулки та ін. Типова деталь (рис.1.9) має різноманітні поверхні обертання, зокрема, циліндричні, конічні, сферичні та інші.

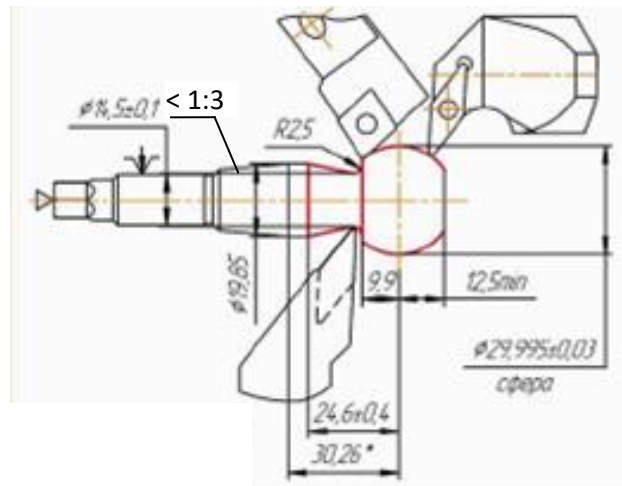


Рис. 1.9. Типова оброблювана деталь, яка має різні поверхні обертання-палець кульовий

Наприклад, час обробки даної деталі (рис.1.9) складає 20 с. Найбільш складною є обробка сферичної поверхні. Загальне відхилення від сферичності регламентується допуском на діаметр сфери $\varnothing 29,995 \pm 0,03$. При обробці сфери використовуються різні різці. Циліндричні та конічні поверхні обробляються із застосуванням операцій точіння згідно технологічного процесу виготовлення деталі. Квадрат на лівому кінці деталі обробляється фрезерувальною головкою, встановленою на супорті верстата.

1.1.2 Розташування і призначення складових частин верстата

Розташування і позначення складових частин устаткування приведені на загальному виді верстата відповідно до рис. 18. Перелік складових частин виробів приведений в таблиці 1.2.

						Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2

№	Найменування	Примітка
1	Станина	
2	Підвіска двигуна	2 шт.
3	Супорт	
4	Бабка шпинделя ліва	
5	Бабка шпинделя права	
6	Маніпулятор лівий	
7	Маніпулятор правий	
8	Щити огорожі	
9	Лоток вхідний	
10	Транспортер для відведення деталей	
11	Пристрій передавальний	
12	Сопло обдува	
14	Пневмосистема	
15	Система	
16	Система подачі СОЖ	
17	Електроустаткування	
18	Транспортер видалення стружки	Чеська р-ка

Елементи управління на пульті управління показані на рис. 1.11. Перелік органів управління розташованих на пульті управління приведені в таблиці. Положення перемикачів вибору режиму роботи верстата і перемикача вибору механізму показані на рис. 1.12.

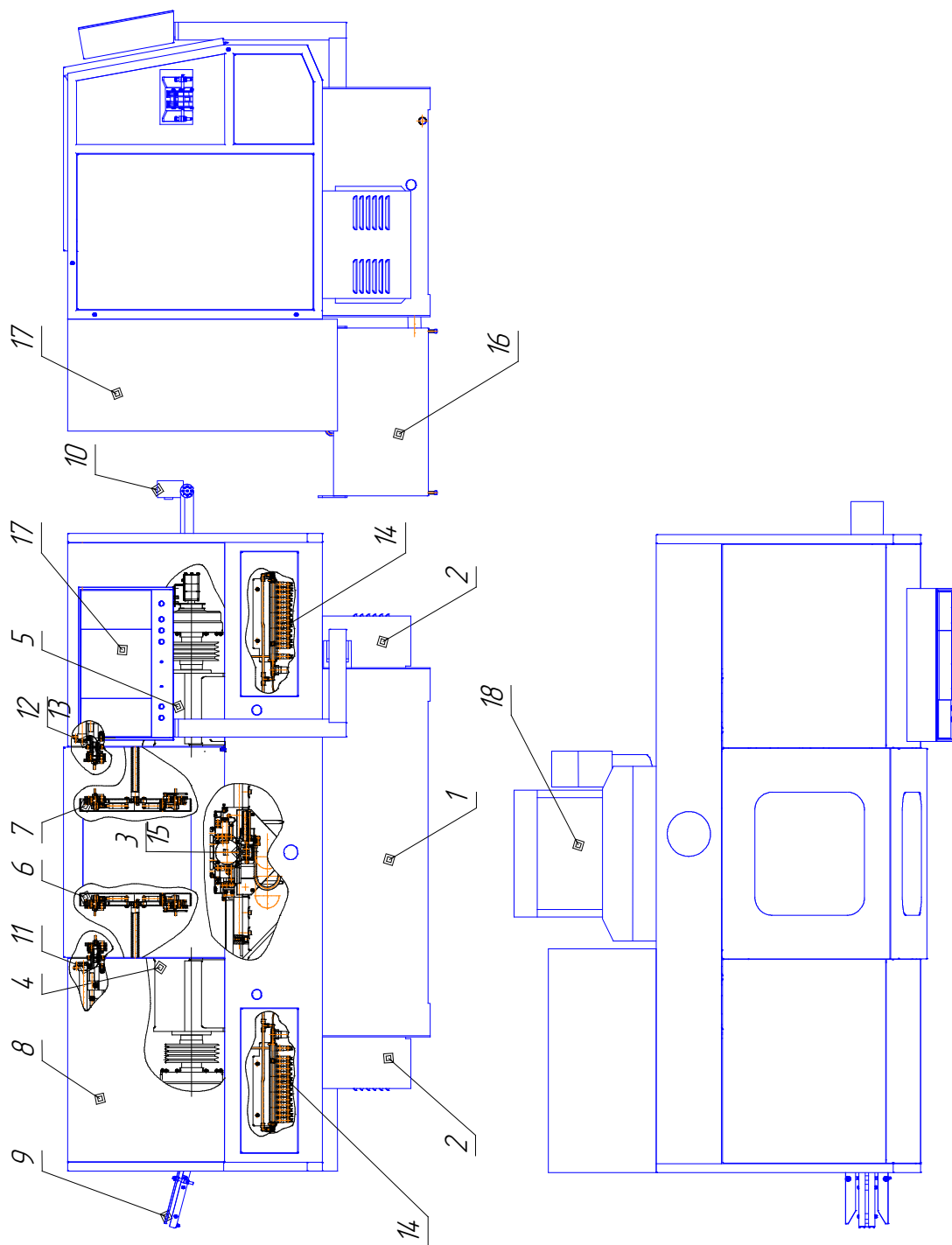


Рис.1.10. Загальний вид верстата

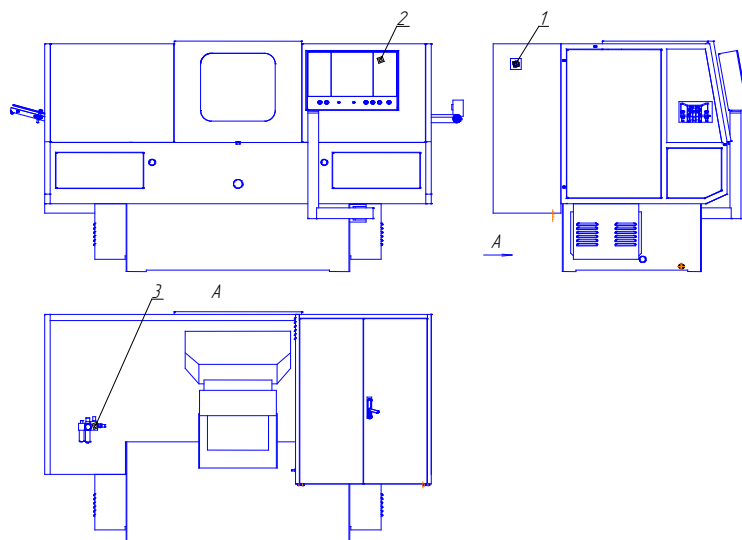


Рис. 1.11. Розташування органів управління на верстаті

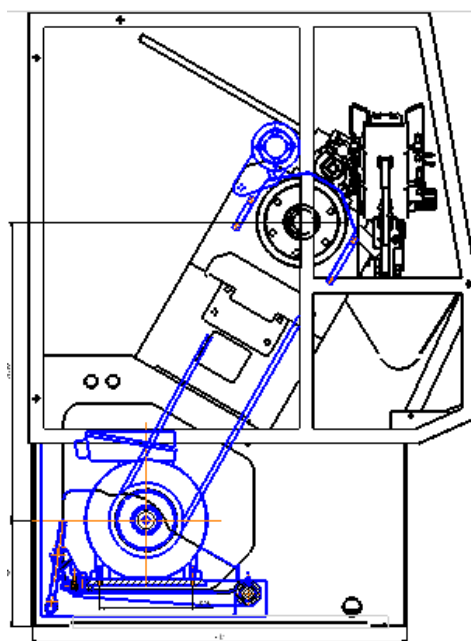


Рис. 1.12. Розміщення приводу головного руху

Станина верстата має литу конструкцію. Вона має коробчасту форму з поперечними і подовжніми стінками. Ці стінки формують функціональні відсіки. Зверху з лівої і правої сторін станини є похилі площини (кут нахилу 30°). На них виконані платики для встановлення траверси. У нижній частині з лівої і правої сторін станини знаходяться відсіки для приводів головного руху. Відсік в передній частині станини є резервуаром для МОР. Середня частина його служить для збирання стружки. Стружка видаляється

транспортером в приймальний короб позаду верстата.

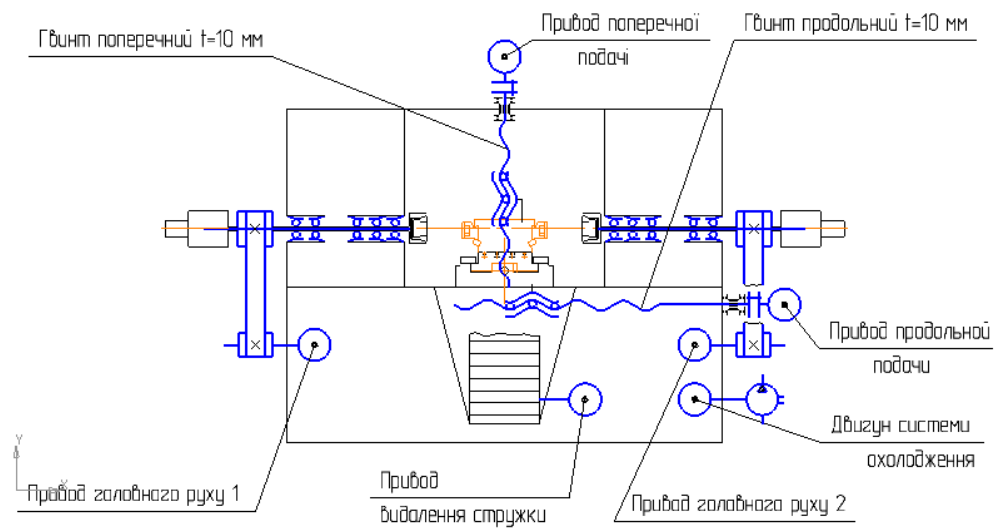


Рис. 1.13. Кінематична схема верстата

Траверса верстата являє собою жорстку відливку. На траверсі встановлюються дві шпинделів: ліва і права. В центральній частині кріпляться напрямні для санчата подовжнього переміщення супорта. До лівого торця траверси кріпиться привід подовжньої подачі. З передньої сторони в центрі траверси встановлюється блок кінцевих вимикачів подовжнього переміщення.

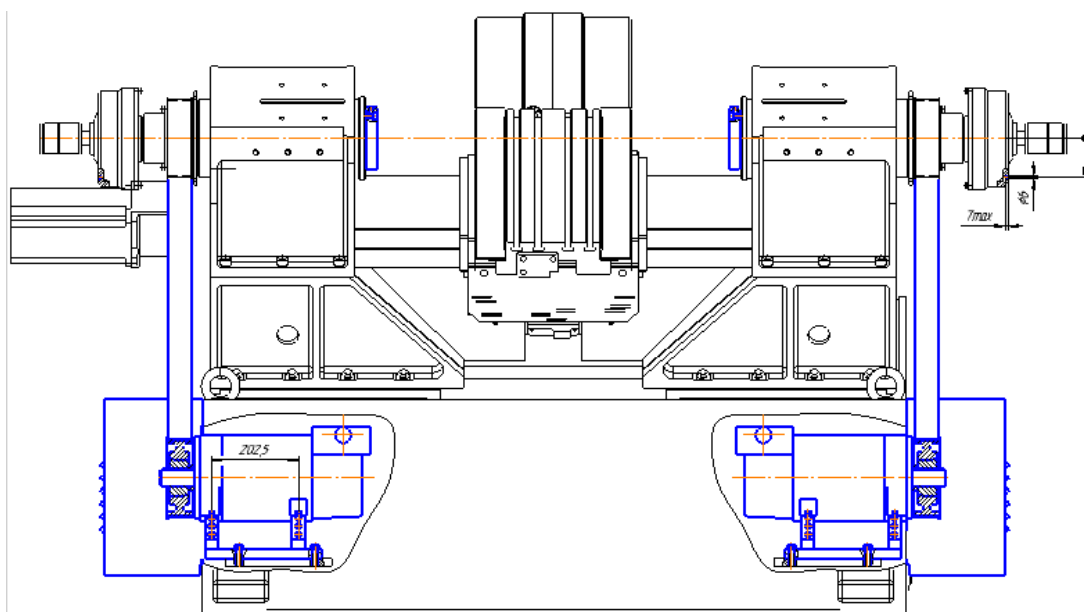


Рис. 1.14. Схема розміщення приводів шпинделів

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Механізм головного руху. На траверсі верстата встановлені бабка шпиндельна ліва і бабка шпиндельна права.

Безпосередньо на шпинделі закріплений шків, що одержує обертання через клинопасову передачу з відношенням діаметрів шківів $D_1/D_2 = 190:190$ мм. Як привід головного руху використовується частотно-регульований асинхронний електродвигун з діапазоном регулювання зпостійною потужністю з частотами $1500...4500$ хв⁻¹.

Передача обертання від електродвигуна на шпиндель здійснюється чотирма клиновими пасами В (Б) 2400 Ш IV ГОСТ 1284.1-89.

Передня опора шпинделя являє триплекс радіально-упорних кулькових підшипників. Задня опора складає дуплекс таких же підшипників. При збиранні порожнини підшипників заповнюються мастилом Renolit FLM 2 фірми "FUCHS" в кількості, достатній (по рекомендації фірми) для всього терміну служби підшипників.

Підшипники шпинделів регулюються на заводі-виробнику верстата і не вимагають додаткового регулювання в процесі експлуатації. У разі крайньої необхідності споживач може силами висококваліфікованих фахівців їх регулювати. При необхідності замовник може звернутися за консультацією на завод-виробник.

Підвіска двигунів. Обидва шпинделі приводяться в обертання індивідуальними регульованими асинхронними електродвигунами, які розташовані в нішах станини. Підвіски двигунів ідентичні (рис.1.14, рис.1.15).

						Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

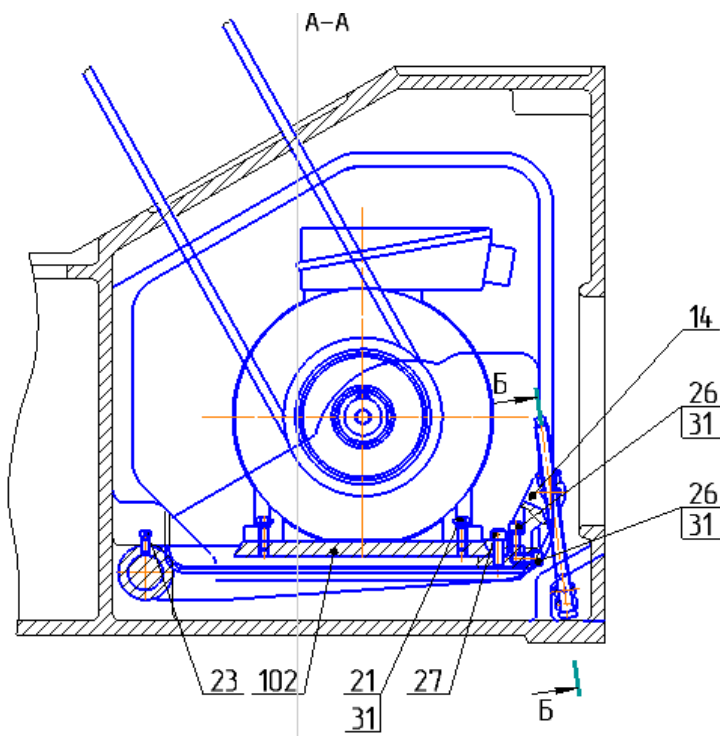


Рис. 1.15. Підвіска двигунів

Електродвигун головного приводу (асинхронний з частотним регулюванням) закріплюється на підставці болтами. Підставка встановлюється в пазу типу "ласточкин хвіст" в плиті і фіксується притискною планкою. Підставку разом з двигуном можна пересувати уздовж паза, регулюючи уздовж осі положення шківа, встановленого на вихідному валу двигуна. Для вертикального переміщення плити навколо осі при одяганні і натягненні паса необхідно обертати гвинт. Після закінчення регулювання зафіксувати положення плити щодо гвинта за допомогою контргайки.

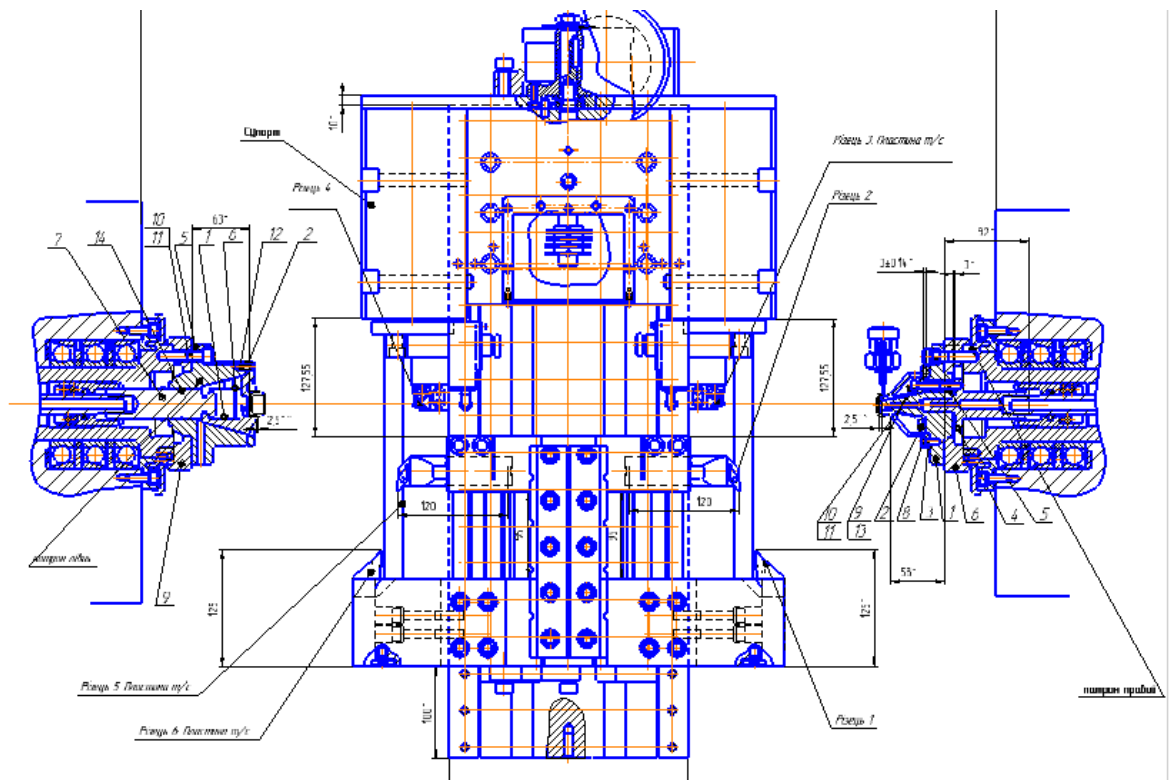


Рис. 1.16. Розташування інструментального забезпечення на хрестовому супорті верстата

Супорт хрестовий. Супортная група складається з подовжніх санчат, що переміщуються вздовжосі шпинделя по осі Z по цементованим сталевим прямокутним напрямним. Напрямні закріплені на траверсі 27. Верстат має поперечні санчата, Вони рухомі в прямокутних пазах подовжніх санчат перпендикулярно осі шпинделя по координаті X Зазори в напрямних обох санчат вибираються подовжнім і поперечним клинами. На одну з поверхонь всіх пар тертя наклеєна спеціальна стрічка Ф4К15М5-Л-3А. Вона зменшує коефіцієнт тертя в напрямних.

Подовжнє переміщення супорта здійснюється від синхронного електродвигуна, що передає крутний момент на гвинт кулько - гвинтової пари через муфту.

Поперечне переміщення супорта здійснюється від синхронного електродвигуна, передавального що крутить момент на гвинт кулько -

гвинтової пари 13 через муфту 15. Величина зазора-натягу в кульково - гвинтовій парі регулюється за допомогою повороту гайок кульково - гвинтової пари однієї відносно іншої.

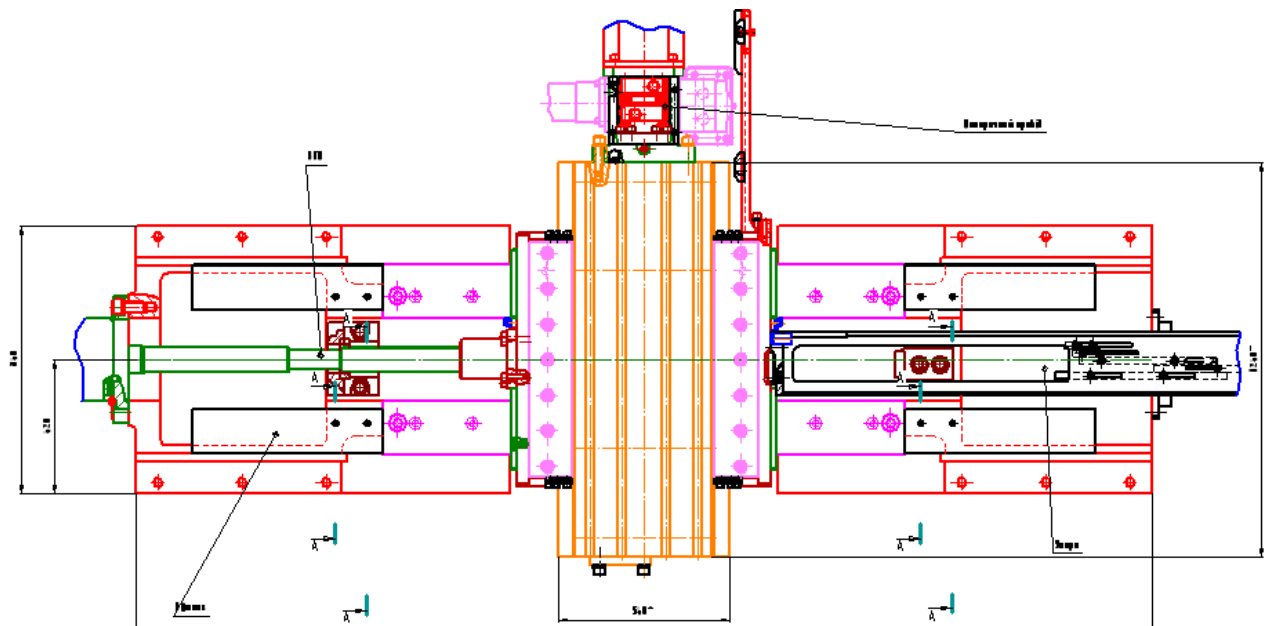


Рис.1.17. Супорт хрестовий

У вертикальній площині подовжня салазка 6, утримується за допомогою планок 9 і 10, а поперечна - за допомогою планок 11 і 12. Підгонкою планок заводом-виробником в з'єднаннях забезпечений натяг 0,01 мм. При зносі напрямних в процесі експлуатації підгонкою планок 9, 10, 11 і 12 підтримують в них натяг 0,01 мм.

Інструменти та оснащення встановлюються на хрестовому супорті. Вони закріплюються гвинтами в Т-подібних пазах.

До всіх поверхонь тертя поступає мастило від примусової імпульсної системи мастилоподачі. Вона зібрана на плунжерному насосі, керованому по командах від ЧПУ. Розподіл масла по точках змащування проводиться за допомогою живильника МІ-7. Він установлений на плиті. Плита прикріплена до подовжньої салазці з задньої сторони.

На подовжньому і поперечному напрямках встановлені блоки шляхових електроперемикачів, які взаємодіють з кулачками. Кулачки розташовуються на подовжній і поперечній лінійках.

						Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

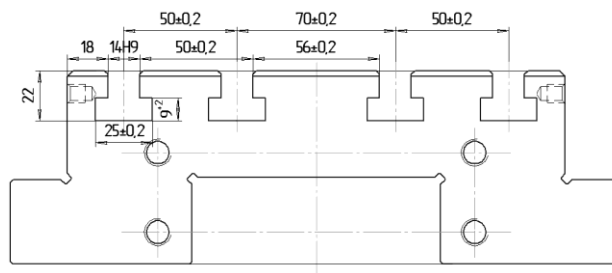


Рис. 1.18. Пази хрестового супорта, що служать для закріплення інструмента та оснащення

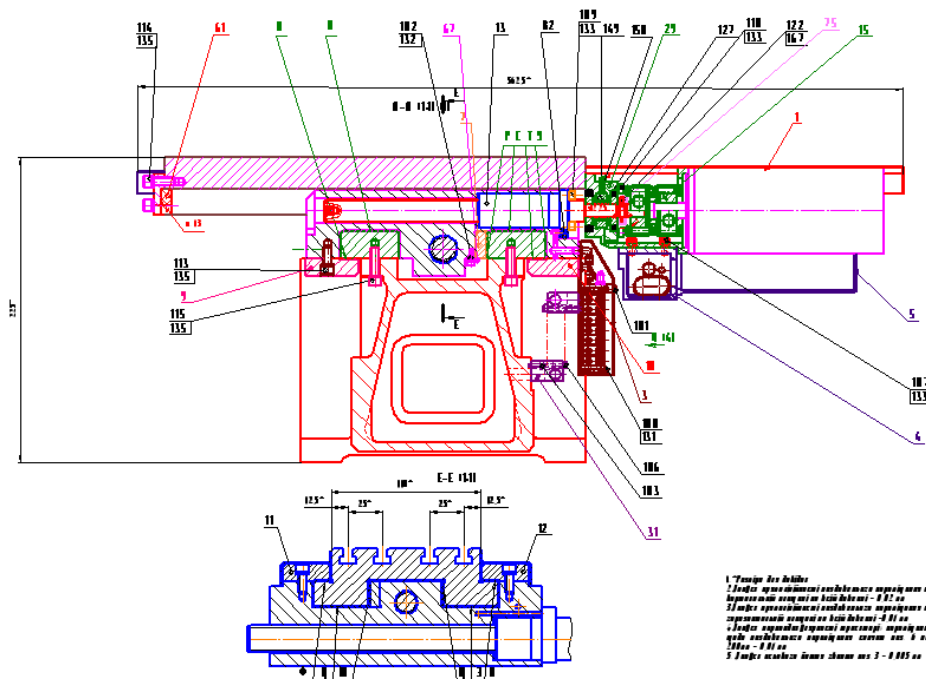


Рис.1.19. Супорт верстата

При наїзді кулачків подовжніх або поперечних санчат на аварійний вимикач відбувається відключення приводів. Для виведення супорта з цього положення необхідно вручну повернути гвинт подовжнього або поперечного переміщення. Для цього у вільних торцях гвинтів є шестигранний отвір $S = 10$ мм.

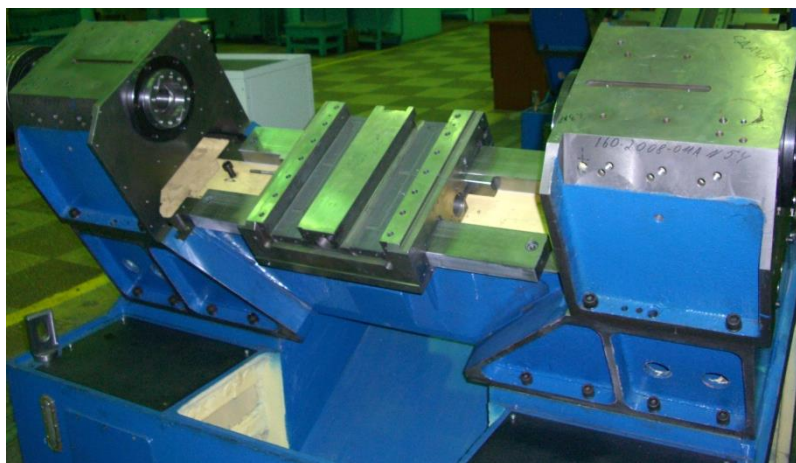


Рис.1.20. Робоча зона верстата

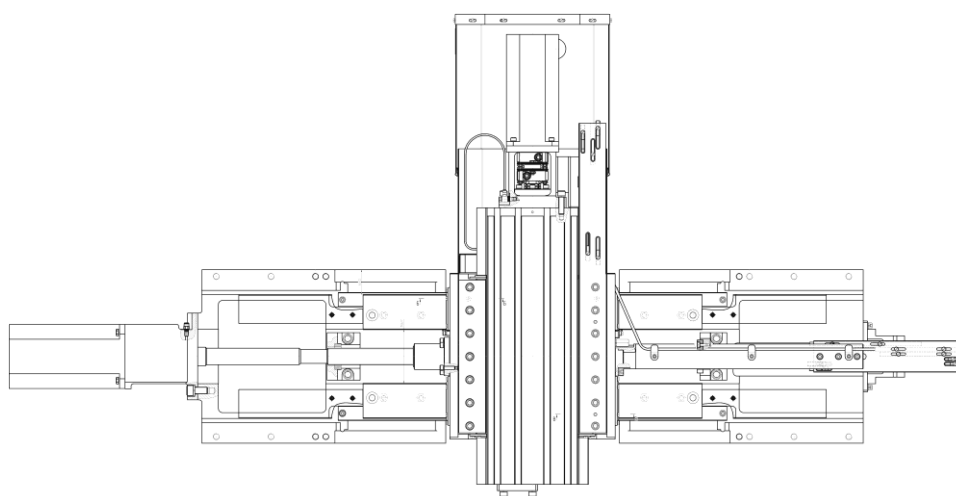


Рис.1.21. Поперечний супорт

Маніпулятори. Для здійснення завантаження заготовок в затискні патрони лівої і правої бабок і вивантаження оброблених деталей, на верстаті встановлені маніпулятор лівий і правий. Маніпулятори лівий і правий ідентичний по своїй роботі, тому розглянемо устрій і роботу лівого маніпулятора.

Корпус маніпулятора встановлюється на верхній площині бабки шпинделя, з можливістю осьового переміщення для регулювання. У корпусі на підшипниках встановлюється вал-шестерня, яка може обертатися спареними циліндрами фірми "CAMOZZI" через зубчасту рейку. Пневмоциліндри з'єднані між собою фланцями через проставку. Шток лівого пневмоциліндру сполучений з рейкою, а шток другого пневмоциліндру

нерухомо закріплений в гайці , яка встановлена в планці 40 закріпленої на стрижнях. Для точного обмеження повороту шестерні валу 6 служать втулки, які упираються в ролик.

Робота маніпулятора відбувається таким чином. Положення маніпулятора:

- піноль 7 в задньому положенні
- рука 2 в горизонтальному положенні
- захват заготовки розтиснуто;
- захват деталі розтиснуто.

При отриманні команди на завантаження проводиться затиск і захоплення заготовки. Після цього піноль виводиться по осі вперед. Потім проводиться поворот руки на 90 град проти годинникової стрілки. При цьому захват деталі встановлюється співісно з шпинделем. Після цього піноль переміщається назад у напрямку до шпинделя до підведення захоплення до деталі, затиснутої в патроні. Потім проводиться розтиск патрона і затиск захоплення деталі, після чого піноль знову переміщається вперед. Після цього проводиться поворот руки на 180 град. за годинниковою стрілкою.

При цьому захват заготовки встановлюється співісно з шпинделем. Після цього піноль переміщається назад у напрямку до шпинделя до введення захоплення заготовки із затиснутою на ньому заготівкою в патрон. Проводиться розтиск захвата заготовки і затиск патрона. Потім піноль переміщається вперед, після чого рука повертається за годинниковою стрілкою на 90 град. в початкове положення. Після повороту піноль переміщається назад до бабки і повертається в початкове положення. Після повернення пінолі в початкове положення проводиться розтиск захвата деталі.

Пристрій передавальний. Передавальний пристрій призначений для передачі напівфабрикату після обробки на лівому шпинделі на правий шпиндель. Корпус 4 пристрою встановлюється зверху на корпус

						Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

маніпулятора. У корпусі 4 встановлена втулка 5, в якій переміщається піноль 6. До корпусу 4 кріпиться фланець 7, до якого кріпиться пневмоциліндр 65 "CAMOZZI". Шток пневмоциліндру 65 через планку 17 і стержні 20 пов'язаний з планкою 18, яка зв'язана клемним з'єднанням з піноллю 6. На передньому фланці пінолі 6 закріплений захват 1. У середині пінолі 6 розташований валик 10, який через втулку 11 сполучений з центральною шестернею приводу захвата. На другому кінці валика 10 кріпиться за допомогою клемного з'єднання важіль 22, який пов'язаний з штоком пневмоциліндру 64 "CAMOZZI". Пневмоциліндр 64 сидить на осі 16, яка встановлена в кронштейні 15, закріпленому на планці 18. На стрижні маніпулятора встановлений важіль 26, який через стрижень 28 сполучений з важелем 27. Важіль 27 теж розміщено на стержні маніпулятора і підпружинено плоскою пружиною 30. У важелі 26 встановлений регулювальний гвинт 31, який служить для упору планки 18 в середньому положенні. У корпусі 4 встановлена втулка 9, в якій закріплений амортизатор 71.

Транспортер для відведення деталей. Для відведення обробленої деталі служить транспортер для відведення. Транспортер складається з шківів 3 і 6, між якими натягнута транспортерна стрічка 59, яка приводиться в рух за допомогою редуктора мотора 60. Кріпиться транспортер до корпусу правої шпинделя за допомогою гвинта 38, а також до труби каркаса верстата за допомогою стійки 13 гвинтами 27. Бічними обмежувачами для деталей виступають планки 15 і 16. Для зісковзування деталі на транспортерну стрічку служить нахилений під кутом 155 склиз 17.

Датчик торкання. Для скорочення часу на прив'язку інструменту до бази верстата застосовується датчик торкання. Для установки датчика на лівій і правій бабках жорстко закріплені підстави для його базування. Як чутливий елемент в датчику використаний щуп фірми "HEIDENHAIN". Положення чутливого елемента датчика паспортизовано щодо лівого і правого шпинделів. Для проведення обміру інструменту зліва необхідно

						Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

встановити датчик на підставу, закріплену на лівій бабці шпинделя. Роз'єм датчика підключити до у відповідь частини на пульті управління верстата.

При установці необхідно ретельно протерти базові поверхні підстави і датчика. При неправильній установці датчика обмір інструменту буде проведений з відхиленнями, що приведе до похибки обробленої деталі і може привести до поломки ріжучого інструменту.

Для проведення обміру необхідно викликати на ЧПУ відповідну програму і запустити її. Після цього проводиться автоматичний запис коректорів обмірених інструментів у відповідні реєстри і при запуску програми обробки деталі вони автоматично будуть враховані при обробці.

Система подачі СОЖ. Для підведення охолоджуючої рідини в зону різання використовується система подачі СОЖ. В індивідуальному виконанні системи рідина підводиться із зварного бака 1 за допомогою насоса 70 по трубках 68. Для централізованого підведення охолоджуючої рідини, коли разом сполучені декілька верстатів, необхідно перекрити кран 62, відгвинтити пробку 64 на крані 63, під'єднавши до нього замість пробки трубки, що підводять.

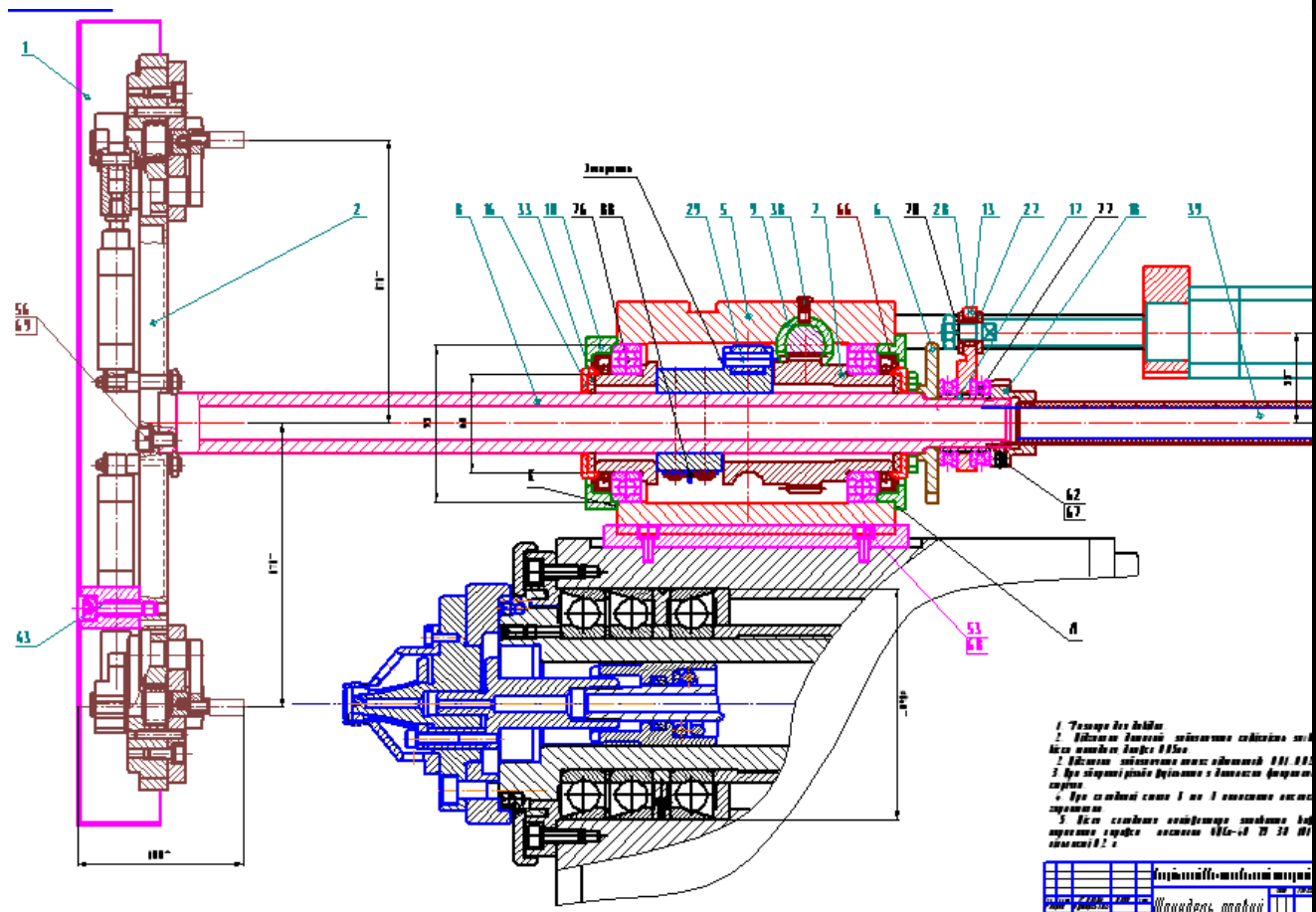
Регулювання основних вузлів. Регулювання положення шляхових кулачків на подовжній і поперечній лінійках.

На кожній лінійці передбачені пази для установки кулачків відключення подачі і аварійного відключення електроприводу верстата. Кулачки впливають на блоки путніх електроперемикачів, змонтованих на суппортній групі верстата.

Кулачки відключення подачі слід встановлювати так, щоб вони впливали на штоки блоку кінцевих вимикачів на 5 – 8 мм до кулачків аварійного відключення електроприводу верстата, а ці кулачки на 5 – 8 мм до крайніх положень поперечного супорта і упору подовжньої санчата. По команді кулачків відключення подачі при помилці програміста або налагоджує відключається подача у відповідному напрямі без удару в суміжні вузли.

						Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Регулювання зусилля затиску заготовки в патроні. Регулювання зусилля затиску заготовки проводиться зміною тягового зусилля, що розвивається пневмоциліндром. Зусилля на тязі лінії шпинделя визначається величиною тиску повітря, що підводиться до пневмоциліндру. Регулювання зусилля проводиться за рахунок зміни тиску повітря за допомогою регулятора тиску відповідного шпинделя. Осьове зусилля на штоку патрона рівне 4900 Н.



Для установки співісності захвата заготовки з віссю шпинделя необхідно в налагоджувальному режимі вивести піноль маніпулятора в переднє положення. Потім повернути руку із захватами на -90 град. При

цьому захват заготовки повинен встановитися приблизно по осі шпинделя. Для точної установки захвата заготовки співісно із затискним патроном необхідно обертанням втулки упору (верхньої) обмежуючої поворотної шестерні валу та забезпечити співісність захвата з затискним патроном. Співісна вважається нормальною, якщо при установці заготовки в патрон немає ударів і заїдань, а при затиску захвата заготовки немає видимих переміщень руки маніпулятора.

Для обмеження осьового положення пінолі в середньому положенні за відсутності деталі або заготовки в патроні і на маніпулятора, а також для пом'якшення удару по упору патрона при завантаженні необхідно виставити упор амортизатором, в який упирається фланець при повороті пінолі маніпулятора на 90 і -90 град . Для регулювання положення амортизатора необхідно в налагоджувальному режимі встановити в патрон деталь, вивести піноль маніпулятора в переднє положення повернутиї на 90 град. і підвести захоплення деталі до деталі встановленої в патроні. Потім відрегулювати упор з амортизатором так, щоб при упорі його у фланець залишався запас ходу 2...3 мм. Після цього законтрити упор в такому положенні

Для роботи маніпулятора в автоматичному циклі необхідно виставити датчики положення. Як датчики використані герконові датчики фірми "CAMOZZI" CST-220. Всі пневмоциліндри оснащені магнітами, вбудованими в поршень. На пневмоциліндрі осьового переміщення пінолі маніпулятора "CAMOZZI" встановлено три датчики: початкового положення, переднього положення і середнього положення. На пневмоциліндрах повороту пінолі, пневмоциліндрах встановлено по два датчики, контролюючі крайні положення поршня пневмоциліндру. Датчики оснащені світлодіодами, які спалахують при спрацьовуванні. Для виставки датчиків необхідно в налагоджувальному режимі перевірити спрацьовування датчиків в початковому положенні. За відсутності загоряння світлодіода якого або датчиків необхідно за рахунок переміщення датчика уздовж корпусу пневмоциліндру добитися його спрацьовування. Потім, переміщаючи в

						Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

налагоджувальному режимі механізми, добитися спрацьовування всіх датчиків.

Пневмообладнання верстата виконує наступні функції:

- затиск-розтиск патрона;
- привід механізмів маніпуляторів і всіх інших пристроїв;
- привід насоса плунжерного в системі імпульсного напрямних супорта і шарико -гвинтових пар.

Склад пневмосистеми:

- блок розподільників лівий поз.1;
- блок розподільників правий поз.2;
- блок підготовки повітря поз.3;
- виконавчі циліндри.

						Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

2.1. Визначення виду заготовки та метод виготовлення її.

В якості типової деталі для обробки на даному верстаті прийнято кільце внутрішнє вижимного підшипника легкового автомобіля мод. ВАЗ 2107. Матеріал деталі– підшипникова сталь ШХ 15.

Спосіб одержання заготовок - обробку металів тиском, а саме штампування. Маса заготовки такої конфігурації орієнтовно буде на 5-15 % більшої від маси деталі.

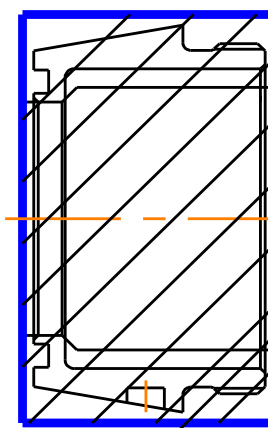
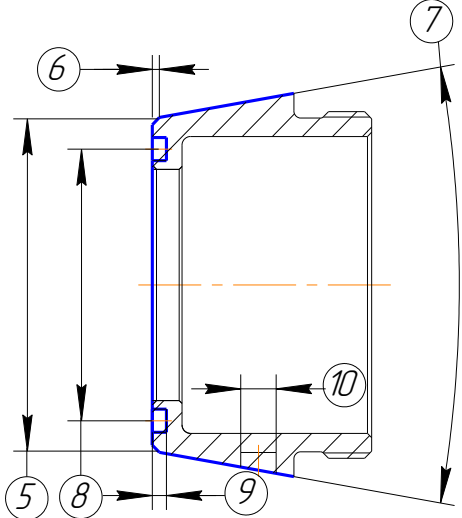


Рис. 2.1 Вид заготовки кільця підшипника

Таблиця 2.1

2.3 Розробка технологічних операцій

	005.01	Свердлувати	отвір
		витримуючи розмір 1.	
	005.02	Свердлувати	отвір
		витримуючи розмір 2.	
	005.03	Розточити	поверхню
		попередньо, витримуючи розмір 3	
	005.04	Розточити	поверхню
		остаточно, витримуючи розмір 3	
	005.05	Розточити	поверхню
		викінчувально, витримуючи розмір 3.	
	005.06	Розточити	поверхню
		остаточно, витримуючи розмір 2	
	005.07	Точити	поверхню
		викінчувальне, витримуючи розмір 2.	
	005.08	Розточити	канавку,
		витримуючи розмір 4.	
	005.09	Нарізати різьбу	витримуючи

	розмір 3.
	<p>010.01 Точити поверхню попередньо, витримуючи розмір 5,6, 7.</p> <p>010.02 Точити поверхню остаточно, витримуючи розмір 5, 6, 7.</p> <p>010.03 Точити канавку попередньо витримуючи розміри 8, 9.</p> <p>010.04 Точити канавку остаточно витримуючи розміри 8, 9.</p> <p>010.05 Свердлувати 2 отвори, витримуючи розмір 10.</p>

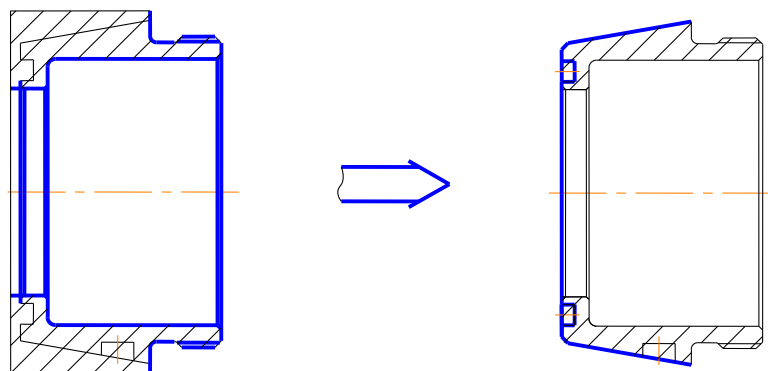


Рис. 2.2 Переустановка заготовки при обробці з іншої сторони на другій шпиндельній бабаці

Таблица 2.2

Поверхні	ITi	Ra	Послідовність обробки	ITi	Ra
	За кресленням			Після оброблення	
1	2	3	4	5	6
1	14	6,3	Свердління остаточно	14	6,3
2	5	2,5	Свердління остаточно Розточування остаточно Розточування викінчувальне	12 10 5	6,3 3,2 2,5
3	7	2,5	Рзточування попереднє Розточування остаточно Нарізання різі	14 10 7	6,3 2,5 2,5
4	14	6,3	Розточування попереднє	14	6,3
5,6,7	10	2,5	Розточування попереднє Розточування остаточно	14 10	6,3 2,5
8,9	10	2,5	Розточування канавки попереднє	14 10	6,3 2,5

			Розточування канавки остаточне		
10	14	6,3	Свердління остаточне	14	6,3

Для оснащення використаємо ріжучий інструмент компанії Seco Tools (Швеція), яка є одним з найбільших постачальників комплексних рішень для металообробки: інструмент для фрезерування, токарної обробки, обробки отворів і допоміжний інструмент.

Таблиця 2.3

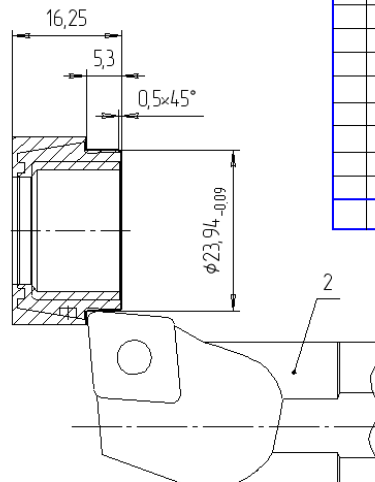
Режими різання

№	Інструмент	Поверхня №	D, max мм	V м/хв	S мм/об	L мм	n _{шп.} об/мин	n _{р.х.} об	T c.
	Перехід №1								
1	Сверло 880-D1600L20-03	3	16	150	0,1	18	3000	180	3,6
	Пластина 880-02 02 04H-C-GR	5	17	160	0,1	15	3000	150	3,0
	Пластина 880-02 02 W05H-P-GR								
2	Різець 0670-13010-603-001	3	28	264	0,2	7	3000	35	0,7
	(S25T-SCLCL 12)	6	28	264	0,2	9	3000	45	0,9
	Пластина CCGX 12 04 08-AL	9	24	226	0,2	3	3000	15	0,3
3	Різець 0710-13010-617-001	3	20,55	194	0,2	16,5	3000	85	1,7
	(S16R-SCLCR 09-M)	6	21,15	199	0,2	2,5	3000	15	0,3
	Пластина CCGX 09 T3 04-L								
4	Різець 0680-13010-633-001	3	28	140	0,1	7	1600	72	2,7
	(LAG 151.32-20Q-20)								
	Пластина N 151.3-200-20-4G								
5	Різець 0710-13010-657-001	3	24	130	0,75	7	1720	80	0,4 ^{x7}
	(L 166.4KF-25F16)								
	Пластина L 166.OG-16MM01-75								
	Перехід №2								

6	Різець 0670-13010-603-001	3	28	264	0,2	7	3000	35	0,7
	(S25T-SCLCL 12)	6	26,53	250	0,2	12	3000	60	1,2
	Пластина CCGX 12 04 08-AL								
7	Різець 0710-13010-633-001	3	20,4	109	0,04	3	1700	34	2,7
	(L 154.91-2020-3)	5	16,6	89	0,06	2	1700	34	1,2
	Пластина R 154.91-3 160								
8	Фреза R216.12-02530-BS30P	3	6	94	0,01	3	5000	100	1,8x2

перехід 2

№	Інструмент	Участок №	φ _{инс.}	V _{инс.}	S _{инс.}	L _{инс.}	Доп. док.	Доп. док.	t _{сек.}
2	Різець 0670-13010-603-001	3	28	264	0,2	7	3000	35	0,7
	(S25T-SCLCL 12)	6	28	264	0,2	9	3000	45	0,9
	Пластина CCGX 12 04 08-AL	9	24	226	0,2	3	3000	15	0,3
		1							1,0
		2							0,5
		4							0,1
		5							0,3
		7							0,5
		8							0,3
		10							0,8
									Σ= 5,4



Траекторія руху інструмента (4-1)

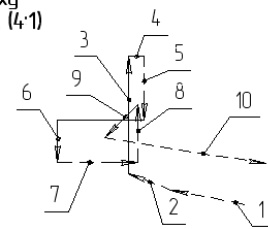


Рис.2.3. Розрахунково –технологічна карта переходу 2

Фрагмент управляючої програми для переходу 2.

%Perexid2.nc "TURN_V1.0"

HEADER [Заголовок програми]

#MATERIAL Stahl [МАТЕРІАЛ]

#MACHINE Lathe [СТАНОК]

#MEASURE_UNITS METRIC [ЕДИНИЦА]

TURRET [Револьверная головка]

T1 ID"111-55-08"

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Лист

37

BLANK [Заготовка]

N 1 G0 X17 Z1

N 2 G1 X30

N 3 G1 Z-17

N 4 G1 X17

N 5 G1 Z1

FINISHED [Готовая деталь]

N 6 G0 X17 Z0

N 7 G1 X23.9 BR-0.5

N 8 G1 Z-5.3

N 9 G1 X30

N 10 G1 Z-17

N 11 G1 X17

N 12 G1 Z0

MACHINING [Обработка]

N 50 UNIT ID"G890_ICP" [G890 обраб.контура ICP]

N 51 [<unit ID="G890_ICP" APP="0" XS="35" ZS="3" T="1" TID="" F="0.2"
S="3000" FK="" NS="9" NE="7" H="0" I="32" K="3" GS="97" MD="3"
SPI="0" MT="" MFS="" MFE="" B="0" V="0" SX="" SZ="" Q="0" D="0" E=""
O="0" DXX="" G58="" G14="0" CLT="1" G47="2.000" DEP="-1" XE="100"
ZE="100"/>]

N 52 T1

N 53 G97 S3000 G95 F0.2 M3

N 54 M8

N 55 G0 X35 Z3

N 56 G47 P2.000

						Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

N 57 G890 NS9 NE7 V0 Q0 H0 D0 I32 K3 O0 B0

N 58 G14 Q0

N 59 G47 M9

N 60 END_OF_UNIT S2918299712

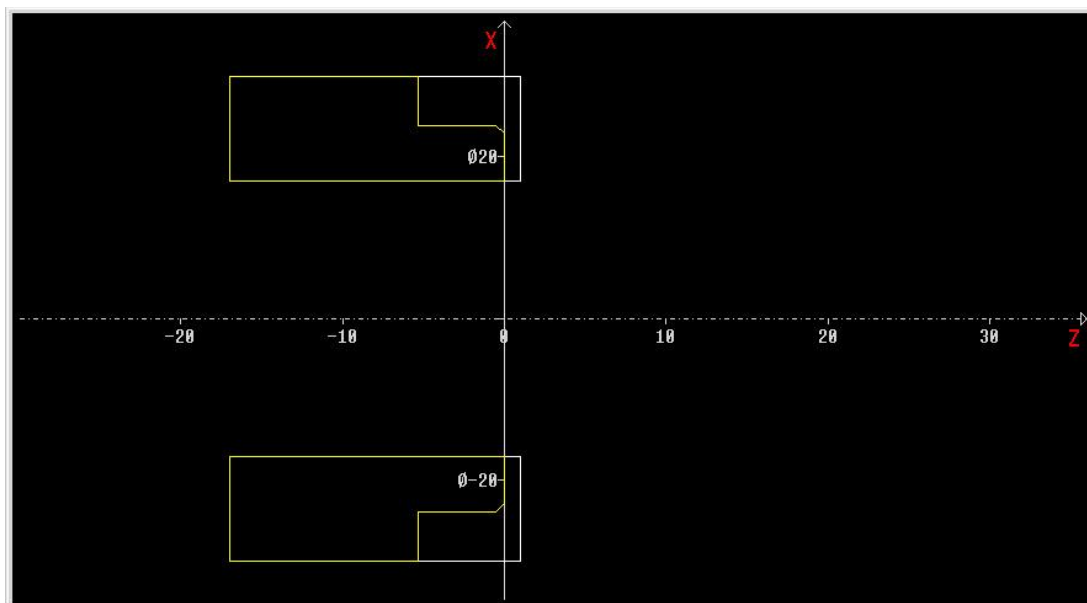


Рис.2.4. Контур деталі та заготовки

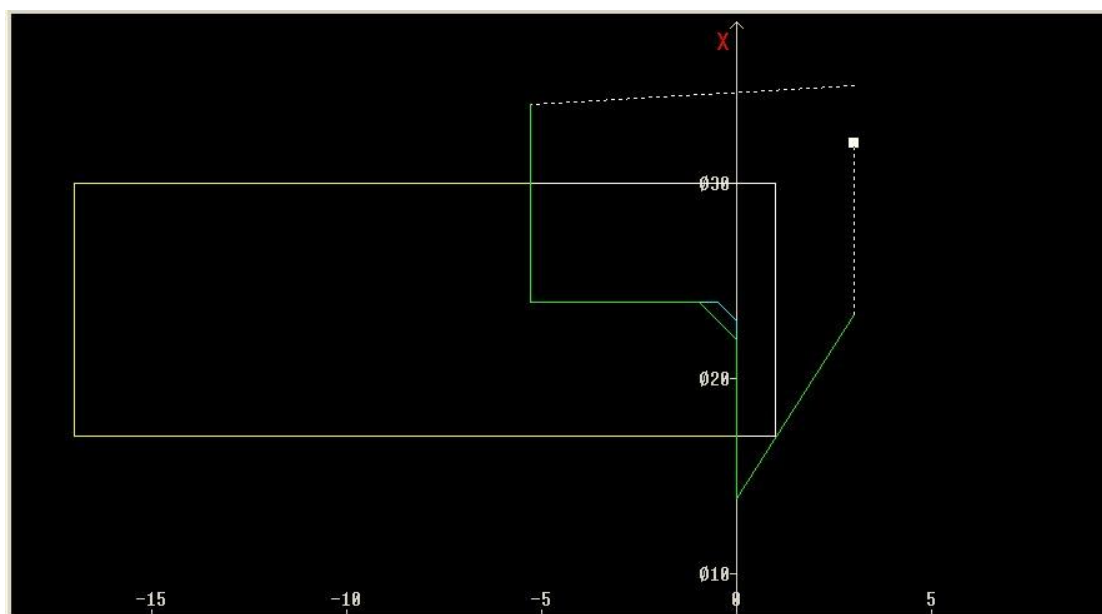


Рис.2.5. Траекторія різця для переходу 2

2.4. Розрахунок зусилля різання

Головною складовою при точінні кільця внутрішнього вижимного підшипника буде тангенційна складова сили різання, P_z .

						Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_z = 10 C_P \cdot t^X \cdot S^Y \cdot V^n \cdot K_{MP}$$

Для першого шпинделя: C_P , K_P , X , Y , n - поправочні коефіцієнти ф їх показники ступеня; $S=0,2$ мм/об - подача, мм/об; $t= 2,0$ мм – припуск на обробку на даній операції, $V=160$ м/хв - швидкість різання.

Для другого шпинделя: C_P , K_P , X , Y , n - поправочні коефіцієнти ф їх показники ступеня; $S=0,2$ мм/об - подача, мм/об; $t= 1,5$ мм – припуск на обробку на даній операції, $V=264$ м/хв - швидкість різання (п.6 табл.2.3.)

Поправочні коефіцієнти:

$$C_P=300,$$

$$x=1.0,$$

$$y=0.75,$$

$$n=-0.15$$

$$C_P = 68;$$

$$Q = 1,0;$$

$$K_{MP} = (750/750)^{0,75/0,75} = 1,0.$$

Отже, тангенціальна сила різання на першому шпинделі складає:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2.0^{1.0} \cdot 1.1^{0.75} \cdot 160^{-0.15} = 5404 \text{ Н}.$$

Тангенціальна сила різання на першому шпинделі складає:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2.0^{1.0} \cdot 0.2^{0.75} \cdot 265^{-0.15} = 6220 \text{ Н}.$$

Осьова складова сили різання, яка необхідна для визначення тягового зусилля приводу подач та вибору двигуна:

$$P_x = (0,1—0,25 P_z)$$

$$P_y : P_z = 0,9.$$

$$P_y = 0,6 \cdot 0,9 = 0,54 \text{ кН} - \text{радіальна сила.}$$

При фрезеруванні фрезою R216.12-02530-BS30P сила

$$P_z = \frac{10 \cdot C_P \cdot t^{x_P} \cdot S_z^{y_P} \cdot B_{\phi}^{u_P} \cdot Z}{D^{q_P} \cdot n^{w_P}} \cdot K_{MP},$$

$$P_z = 3700 \text{ Н}.$$

						Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де: $C_p=825$; $x_p=10,75$; $y_p=1,1$; $u_p=1,3$; $q_p=0,2$; $w_p=1,1$ - $K_{MP} = (750/750)^{0,75/0,75} = 1,0$ - коефіцієнт пропорційності і показники ступеня, $z=3$, $D=6$ мм- діаметр кінцевої фрези, $S=0,01$ мм/об., $n=100$ об/хв. (п.8 табл.2.3.).

Потужність електродвигуна головного руху визначається за формулою:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_{\text{шп}}}{\eta_{\text{пр}}}.$$

При експлуатації приводів металорізальних верстатів допускається перевантаження двигуна до 25%. Тому допускається визначати потужність електродвигуна за формулою:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_{\text{шп}}}{1,25 \cdot \eta_{\text{пр}}},$$

де $N_{\text{шп}}$ - потужність різання (на шпинделі верстата);

$\eta_{\text{пр}}$ - К.к.д. приводу (залежить від кількості передач в структурі приводу, к.к.д. передач визначається за таблицею 3);

Потужність на шпинделі верстата визначається за формулою:

$$N_{\text{шп}} = \frac{M_{\text{шп max}} \cdot n_{\text{шп}} \cdot \pi}{30} = \frac{540 \cdot \pi}{30},$$

максимальний крутний момент на шпинделі:

$$M_{\text{шп max}} = P_{\text{з max}} \cdot \frac{d_{\text{шп}}}{2} = \frac{5404}{2} \cdot 0,2 = 540 \text{ Н м}$$

розрахункове значення частоти обертання, для якого визначається максимальне значення потужності приводу становить:

$$n_{\text{шп}} = (0,6 \dots 0,75) \cdot n_{\text{дв}} = 0,7 \cdot 2600 = 182 \text{ хв}^{-1}.$$

Характеристики електродвигуна 5А160МВ4БУ3

Номінальна потужність АД, кВт 1,5

Режим роботи асинхронного двигуна S1-S6

Номінальна лінійна напруга на обмотці статора АД, В 220, 380, 660

Коефіцієнт корисної дії АД, % 77

						Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт потужності асинхронного двигуна 0,82



Рис. 2.6. загальний вигляд двигуна 5A160MB4BY3

2. 5.Розрахунок кульково -гвинтової передачі. Попередній розрахунок розмірів шарико гвинтової передачі

Тягове зусилля – це горизонтальна складова сили опору руху, яка долається супортом. На розрахунковій схемі (рис.2.8) показані вихідні дані для розрахунку, приведені до осі КГП.

Статичну силу опору або тягове зусилля, потрібне для переміщення супорта з вантажем при обробці, визначають за такою формулою:

Швидкість переміщення по осі X $V =$ до 10 м/хв. = 2.8 м/с, приймаємо $V = 3$ м/с.

$$S = (G + P) \left[\left(\frac{\mu d + 2f}{D} \right) \cos \alpha + \sin \alpha \right]$$

де S - сила тяги при переміщенні візка, Н; $G = 1000$ - маса вантажу, кг; $P = 86,5$ - маса візка, кг; μ - коефіцієнт тертя на осі візка; $d = 75$ - діаметр цапфи осі гвинта, мм; $D = 60$ діаметр ходового колеса, мм; f - коефіцієнт тертя кочення; α - кут нахилу площини підлоги, градус. Якщо $\alpha = 0$, тобто по осі Z то формула набуде вигляду:

					Лист
					42
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

$$S = (G + P) \left(\frac{\mu d + 2f}{D} \right)$$

Вираз $(\mu d + 2f) / D$ називають наведеним коефіцієнтом тяги і позначають K .

тоді

$$S = K(G + P)$$

або

$$S = gK(G + P) = 9.81(1000 + 865) \frac{0.02 \cdot 0.075 + 2 \cdot 0.003}{0.6} = 1358 \text{ Н}$$

де $g = 9,81 \text{ м/с}^2$

На величину K великий вплив робить конструкція підшипників, наявність мастила. Для підшипників ковзання $K = 0,05 \dots 0,1$; для підшипників кочення $K = 0,025 \dots 0,05$.

Тоді частота вращения вала кульково –гвинтової передачі (об/хв) буде:

$$\omega = \frac{2V}{D} = \frac{1 \cdot 3}{0.6} = 5 \text{ с}^{-1}$$

Статичний момент опору (Н·м) на валу передачі знаходимо по формулі:

$$M_c = \frac{S \cdot D}{2} = \frac{1358 \cdot 0.6}{2} = 407,4 \text{ Н м}$$

Тоді статична потужність привода переміщення по осі Z супорта (Вт):

$$P_c = \frac{M_c \cdot V}{\eta} = \frac{407,4 \cdot 3}{0.5} = 2444,4 \text{ Вт}$$

де, v - швидкість переміщення супорта, м/с; η - КПД привода.

Час пуску (розгону) супорта (с):

$$t_c = \frac{v}{a} = \frac{3}{0.05} = 60$$

						Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де, a – прискорення супорта при пуску; рекомендований діапазон середніх стартових прискорень: $a=0,05\dots0,25$ м/с².

Розрахункова потужність двигуна (Вт) з врахуванням динаміки розгону знаходимо по формулі:

$$P_p = \left(S + 1.3 \frac{G+P}{9.8 a} \right) \frac{V}{\psi \eta} = (1358 + 1.3 \frac{865+1000}{9.8 \cdot 0.05}) \frac{3}{0.5 \cdot 1.5} = 2522 \text{ Вт}$$

де; ψ - коефіцієнт перевантаження двигуна при запуску; для електродвигунів серії 1FK6083: $\psi=1,0\dots2,0$. Тоді момент опору на валу (Н·м) при пуску буде:

$$T_{\text{дк}} = P_{\text{д}} \cdot \eta \cdot u \cdot \psi \cdot 30 / 3,14 \cdot n_{\text{д}}$$

Вибираємо двигун SIMODRIVE 1FK6083-6AF71-1AA2 ціною 1662.57 EUR за 1 шт.



Рис. 2.7. Вид двигуна 1FK6083-6AF71-1AA2

З умови потрібної довжини робочого ходу столу визначаємо довжину різьби на гвинті:

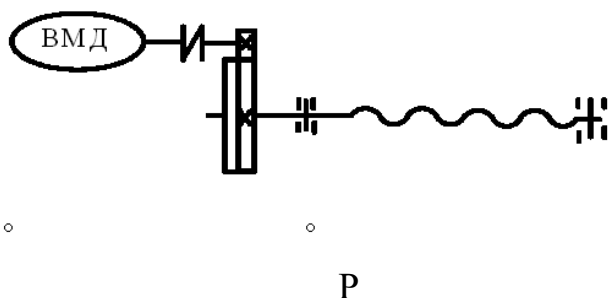


Рис.2.8. Схеми КГП

$$l_{p.x} = l_{p \max} + l_z + l_{yц} + l_{пероб} = 1,25 \cdot l_{p \max}$$

$$l_{p.x} = 1,25 \cdot 950 = 1187 \approx 1200 \text{ мм}$$

Загальна довжина гвинта:

$$L = 2400 \text{ мм}$$

З умови технологічності обробки бажано виконувати умову

$$\frac{L}{d_o} \leq 30$$

Тоді діаметр гвинта:

$$d_o = \frac{L}{30} = \frac{2400}{30} = 80 \text{ мм};$$

Згідно нормалі верстатобудування Н23-7 обираємо параметри профілю різьби:

$$\begin{aligned} \alpha &= 45^\circ; & r_1 &= 3,0 \text{ мм}; & d_{\text{кв}} &= 76,76 \text{ мм}; \\ d_1 &= 6 \text{ мм}; & r_2 &= 3,12 \text{ мм}; & d_{\text{нв}} &= 78,2 \text{ мм}; \\ t &= 10 \text{ мм}; & r_3 &= 0,6 \text{ мм}; & d_{\text{кз}} &= 84,24 \text{ мм}; \\ C_1 = C_2 &= 0,085 \text{ мм}; & r_4 &= 0,4 \text{ мм}; & d_{\text{вз}} &= 80,9 \text{ мм}; \end{aligned}$$

Канал повернення кульок виконуємо у вигляді вкладиша. В цьому випадку кількість кульок в кожному витку :

$$z_i = \pi \cdot \frac{d_o}{d_1} - 5 = \pi \cdot \frac{80}{6} - 5 = 36;$$

Кількість робочих кульок в гайці :

$$z = 3 \cdot z_i = 3 \cdot 36 = 108.$$

2.6.Перевірочні розрахунки

2.6.1.Розрахунок на статичну міцність.

Контактне напруження σ_k в гвинті не повинне перевищувати статичного напруження, яке визначається з умови відсутності пластичних деформацій.

Контактне напруження в гвинті визначаємо за формулою:

$$\sigma_k = m_\sigma \cdot \sqrt[3]{\frac{P \cdot E^2 \cdot (r_2 - r_1)^2}{r_1^2 \cdot r_2^2}},$$

						Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де m_σ - коефіцієнт, що є функцією головних кривизни $\frac{A}{B}$

$$m_\sigma = \left(1,32 - 3,49 \cdot \frac{A}{B}\right)^2 = (1,32 - 3,49 \cdot 0,0352)^2 = 1,433$$

$$\frac{A}{B} = \left(1 - \frac{r_1}{r_2}\right) \cdot \left(1 - \frac{r_1}{r_0} \cdot \cos \alpha\right) = \left(1 - \frac{3,0}{3,12}\right) \cdot \left(1 - \frac{3,0}{25} \cdot \cos 45\right) = 0,0352$$

$$\frac{r_1}{r_0} = 0,07 \div 0,20$$

$$r_0 = \frac{r_1}{0,07 \div 0,20} = 42 \div 15 \text{ мм}$$

Приймаємо, E - модуль пружності матеріалу контактуємих тіл $E = 2,1 \cdot 10^7 \text{ Н}$;
 P - нормальне навантаження на одну кульку; r_1, r_2 - радіуси кривизн стискаємих тіл; α - кут контакту.

Допустима контактна напруга:

$$\sigma_k = 1,433 \cdot \sqrt[3]{\frac{347 \cdot (2,1 \cdot 10^6)^2 \cdot 0,12^2}{3,0^2 \cdot 3,12^2}} = 90460 \text{ Н / см}^2 ;$$

Допустима статична напруга на одну кульку :

$$[P]_{ct} = 2 \cdot d_1^2 = 2 \cdot 6^2 = 720 \text{ Н} ;$$

Допустиме навантаження на гвинт через відсутність попереднього натягнення:

$$[Q]_{ct} = z_{розр} \cdot [P]_{ct} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \lambda = 0,7 \cdot 108 \cdot 72 \cdot \sin 45 \cdot \cos 5 = 38340 \text{ Н} ,$$

де $z_{розр}$ - розрахункова кількість кульок в гайці. Для попередніх розрахунків використовуємо формулу $z_{розр} = 0,7 \cdot z$, але при навантаженнях суттєво менших, ніж гранично допустимі, величина $z_{розр}$ зменшується. Тому після попереднього розрахунку проводиться уточнення $z_{розр}$ і перерахунок на статичну міцність і довговічність. λ - кут нахилу гвинтової лінії $\lambda = 5^\circ$.

2. 7. Розрахунок приводу повздовжніх подач супорта

						Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкість холостого руху $V_{\text{max}} = 10000 \text{ мм/хв}$

Частота обертання двигуна при холостому ході $n_{\text{ої}} = 1200 \text{ об/хв.}$

Складова ваги супорта у напрямі подачі $G_x = 2,35 \text{ кН}$

Відносної тривалості дії навантаження для приводу поперечної подачі:
 $a_1=0,02; a_2=0,16; a_3=0,01; a_4=0,01$

Моменти інерції елементів приводу, приведені до двигуна:

Гвинт з шківом і деталями – $0,0162 \text{ кг м}^2$

Привід без двигуна – $0,032 \text{ кг м}^2$

Час перехідних процесів не перевищує $0,2 \text{ с.}$

Статичний розрахунок:

Статичний момент на двигуні визначається по формулі:

$$M_{\text{ст}}^P = M_Q^P + M_{\text{тр}}^n$$

Де M_Q^P і $M_{\text{тр}}^n$ - моменти відповідно від рушійної сили Q_p і від постійних сил тертя в рухомих ланках механізмів.

Визначимо рушійну силу Q_p при різних режимах роботи:

При різанні з максимальним зусиллям подачі згідно:

$$Q_p = P_x + G_x + F_{\text{тр}}^n = 6000 - 2350 + 300 = 3950 \text{ Н}$$

При різанні з середнім зусиллям подачі

$$(P_x)_{\text{ср}} = 0,5 P_x$$

$$Q_{\text{ср}} = 3000 - 2650 + 300 = 650 \text{ Н}$$

Навантаження на холостому ході залежить від напрямку руху супорта, тому час роботи на холостому ході включає підведення і відведення:

При холостому підведенні:

$$(Q_x)_{\text{підв}} = -G_x + F_{\text{тр}}^n = -2350 + 300 = -2050 \text{ Н}$$

При холостому відведенні

$$(Q_x)_{\text{отв}} = G_x + F_{\text{тр}}^n = 2350 + 300 = 2650 \text{ Н}$$

У тих випадках, коли тягове зусилля, приймаємо, що в передачі гвинт-гайка кочення момент на двигуні і момент постійних втрат рівні. Отже, при

						Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

різанні з середньому зусиллям подачі і холостому підведенні

$$M_{Q2}^x = (M_{Q2}^x)_{подв} = M_{тр}^n$$

Момент постійних втрат в приводі, приведений до двигуна, складається з моменту втрат на гвинті.

$$M_{тр}^n = M_{\epsilon} + M_{поди} + M_{упл} + M_{он} = 0,63 + 0,1 + 1,5 + 0,53 = 2,76 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Цикл, навантаження, зводиться до чотирьох рівнянь (з урахуванням процесу відведення)

$$M_1 = (M_{cm}^p)_{max}; M_2 = M_{тр}^n;$$

$$M_3 = (M_Q^x)_{отв} = (M_{cm}^x)_{min}; M_4 = M_{пер}$$

При цьому еквівалентний момент навантаження:

$$M_{тр}^n = \sqrt{M_{max}^2 \cdot a_1 + M_{cp}^2 \cdot a_2 + M_{min}^2 \cdot a_3 + M_{пер}^2 \cdot a_4} = \sqrt{0,02 \cdot 7^2 + 3,28^2 \cdot 0,16 + 8,2^2 \cdot 0,01 + 70 \cdot 0,01} = 7,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Двигун задовольняє вимогам

$$7 < 14 \text{ кН.}$$

2.8. Розрахунок затискного патрона першої позиції

Спосіб затиску та конструкція пристрою багато в чому визначається напрямом затискного зусилля в місці контакту затискного елемента з об'єктом закріплення. У нас об'єкт закріплення – тіло обертання. Розглянемо схему прикладення зусиль затиску на прикладі затиск деталей типу тіл обертання.

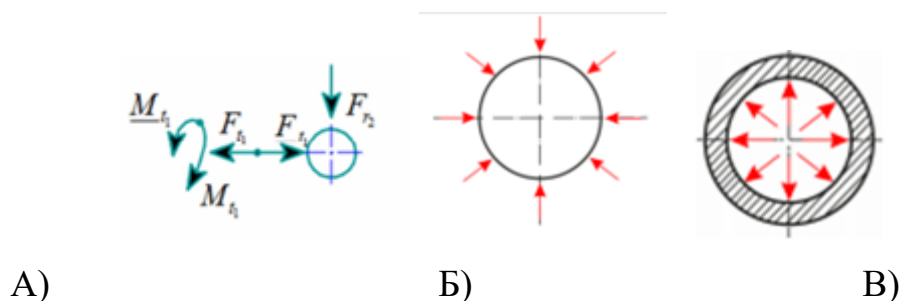


Рис. 2.9. Резульуючі зусилля затиску в патроні [13]

Затиск кільцевої деталі при обробці може визначатися силою або моментом затиску. Силу або момент приводу, що створює затискне зусилля визначають на основі рівнянь рівноваги в статиці.. У площин осі деталі існує 8 напрямів прикладення силових факторів (мал. 2.9, а), а в перпендикулярній площині— ще 6 напрямів (мал. 2.9, б). Ці схеми визначають тип затиску деталі в патроні: радіальний, кутовий, торцевий, заклинюючий, повідковий і комбінований.

Основні показники затиску багато в чому визначаються типом патрона і схемою замикання в ньому затискних сил.

У затискних патронах механічного виконання залежно від необхідного ходу затискних елементів, сили і точності затиску використовують передавально-підсилювальні ланки такі: важільні, клинов, мембранні, пружні і їх поєднання.

Затискний патрон служить для базування та затиску деталі. Він має замкнуту структуру (систему). Затискний патрон має відповідний силовий контур. У замкнутій системі силовий контур затискного патрона може бути замкнутим. При цьому радіальні сили затиску представляють замкнутий багатокутник в площині, перпендикулярній осі патрона. Якщо силовий контур затискного патрона розімкнутий, то нормальні сили затиску паралельні осі патрона. Якщо силовий контур затискного патрона комбінований, то результуючі сили затиску діють в двох площинах і сходяться до вершини багатогранної піраміди. У свою чергу замкнутий силовий контур патрона може бути відкритим (затискні елементи не охоплені загальним корпусом) і закритим. Це визначається типом останньої передавально-підсилювальної ланки патрона. При виборі та проектуванні патронів для фінішної обробки слід надавати перевагу замкнутому силовому контуру патрона.

						Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

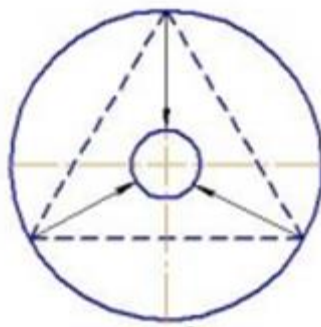


Рис. 2.10. Схема замкнутого силового контуру патрона

Заготовка характеризується різним та змінним співвідношенням діаметрально - довжинних параметрів.

В даному проекті пропонується використати затискні патрони з клиновим передавально-підсилювальним механізмом, а саме: затискний пелюстковий (1 –ша позиція) та розтискний цанговий (2-га позиція).

Для затиску деталі використовується патрони цангові – затискний пелюстковий (1 –ша позиція) та розтискний цанговий (2-га позиція).

Патрони цангові призначений для установки і закріплення штучних заготовок. Основними перевагами даного патрон є той факт, що він має велику жорсткість, швидкість затиску/розтиску, а також просту і надійну конструкцію.

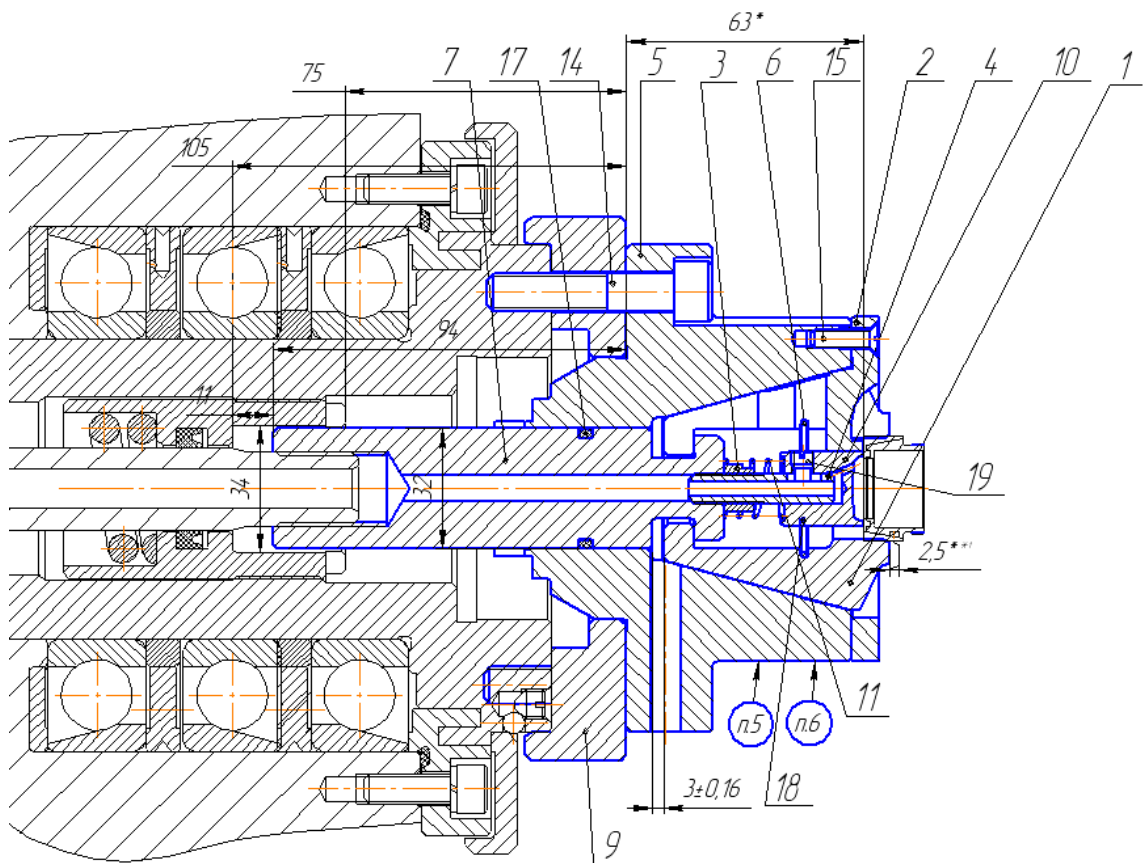


Рис.2.11. Патрон затисний пелюстковий для 1-ї позиції

Патрон (рис.2.11) затисний пелюстковий для 1 –ї позиції складається з таких основних деталей: 1- сухар, 2- упор, 3- гайка, 4- напрямна, 5- корпус, 6- кільце, 7- шток, 8 – затискний елемент, 9- фланець, 10- виштовхувач .

Патрон працює наступним чином. Шток 7 переміщується вліво від приводу затиску верстата, затискні елементи 8 переміщуються в пазах корпусу 5 вліво і вниз до контакту і затиснення деталі. Пружне кільце 6 утримує від випадіння затискні елементи в процесі затиску – розтиску. Корпус 5 кріпиться на фланці 9, а фланець 9 - на шпинделі верстата.

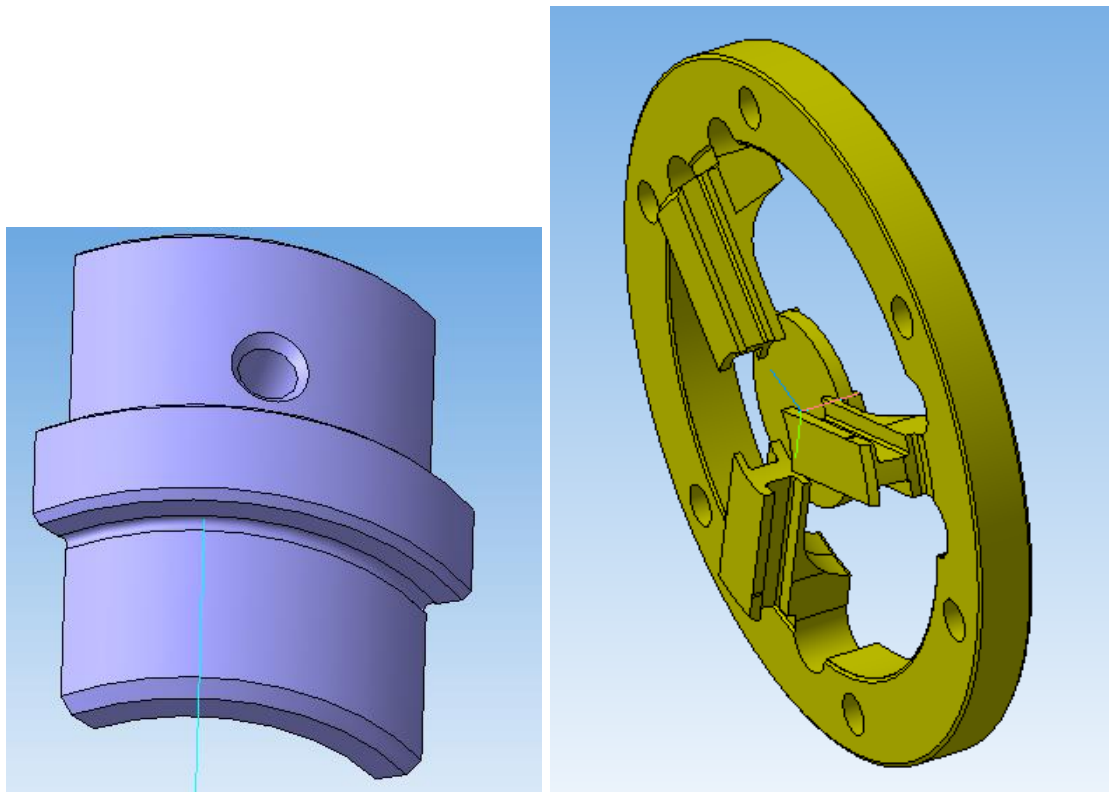


Рис. 2.12.Затисний елемент та упор патрона

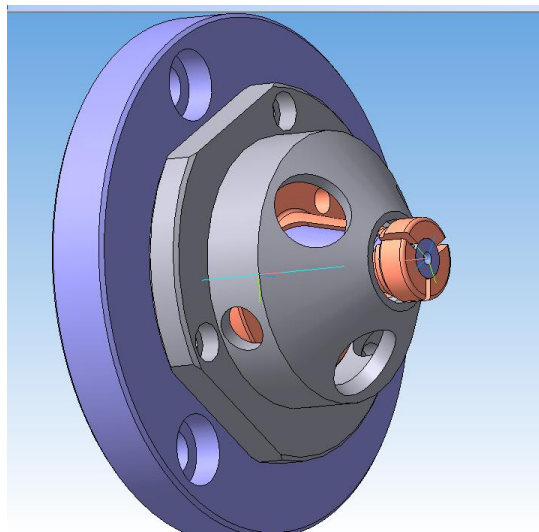


Рис. 2.13. Конструкція патрона поршневого та трьохпелюсткової цанги розтискної (2-га позиція)

Умова рівноваги заготовки в патроні пелюстковому:

$$M_{різ} \leq M_{тр};$$

де $M_{рез}$ – момент від сил різання, що діють на заготовку в процесі обробки на діаметрі затиску, $M_{тр}$ - момент від сил тертя на пелюстках від сил затиску [13].

$$M_{\text{pez}} = P_z \cdot d_p / 2;$$

$$M_{\text{mp}} = T_{\Sigma} \cdot \mu \cdot \frac{d}{2};$$

Де T_{Σ} - сила затиску на пелюстках патрона, μ - коефіцієнт зчеплення між деталлю і пелюстками, $d_p = 20 \text{ мм} = 0,02 \text{ м}$, - діаметр прикладення сили різання, $d = 28,8 \text{ мм} = 0,029 \text{ м}$, - діаметр прикладення сили затиску на пелюстках, $P_z = 5404 \text{ Н}$ --тангенційна складова сили різання. Звідки

$$P_z \cdot \frac{d_p}{2} = T_{\Sigma} \cdot \mu \cdot \frac{d}{2};$$

$$T_{\Sigma} = \frac{M_{\text{pez}}}{\mu} = \frac{P_z \cdot d_p}{d \cdot \mu};$$

$$T_{\Sigma} = \frac{5404 \cdot 18}{23 \cdot 0,65} = 1200 \text{ Н};$$

d – діаметр затиску, P_z – складова сили різання.

На одну пелюстку приходить:

$$T_1 = 1200 : 3 = 400 \text{ Н}$$

Ця формула дозволяє визначити необхідну і достатню силу затиску на пелюстках патрона.

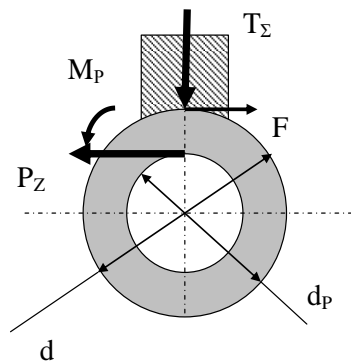


Рис.2.14. Схема дії сил на один пелюсток в патроні

Принцип затиску і тип патрона багато в чому визначається типом і розміром деталі. Деталь встановлюється необробленою поверхнею в кулачки, які під дією пневматичного приводу затиску, що пересуває поршень вліво, переміщуються радіально, затискаючи деталь [13].

Необхідна тягова сила на пневматичному приводі визначається по формулі:

$$F_I = 3T_{\Sigma} \cdot \eta \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho),$$

$$\eta = \operatorname{tg} \alpha / \operatorname{tg}(\alpha + \rho).$$

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} 15^{\circ}}{\operatorname{tg}(15^{\circ} + 6^{\circ})} = 0,698$$

де, $\alpha = 20^{\circ}$ - кут нахилу клину пелюсток затискних елементів, ρ - приведений кут тертя, $\eta = 6^{\circ}$.

$$F_I = 3 \cdot 6506 \cdot 0,698 \cdot \operatorname{tg}(15^{\circ} + 6^{\circ}) = 5244 \text{ Н}$$

З урахуванням коефіцієнта запасу $K=1.5$

$$F_{I\Sigma} = 1,5 \cdot 5244 = 7866 \text{ Н};$$

2.8. Розрахунок затискного патрона другої позиції

Патрон цанговий для 2-ї позиції (рис. 2.15-.2.17) складається з корпусу 1 з прорізними пазами, розтискної цанги 3, упору 3, який фіксує кришку 6 і обмежує переміщення цанги 2, настановної втулки 5, тяги 4, зафіксованої в поршні привода затиску циліндричним штифтом. Кришка патрона і настановне кільце закріплені на корпусі гвинтами поз. 9,10 М6 завдовжки 200 мм (використовуються гвинти з циліндровою головкою і шестигранним поглибленням під ключ).

Патрон за допомогою шпильки М16 з'єднується з різьбовою втулкою і затискною трубою шпинделя. Патрон закріплений на торці вісьма гвинтами М6.

Конструкція патрона цангового показана на рис. 2.16.

Цанга розтискна призначена для установки на токарний патрон і обробки на ній тонкостінних деталей з затиском по внутрішньому діаметру.

						Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

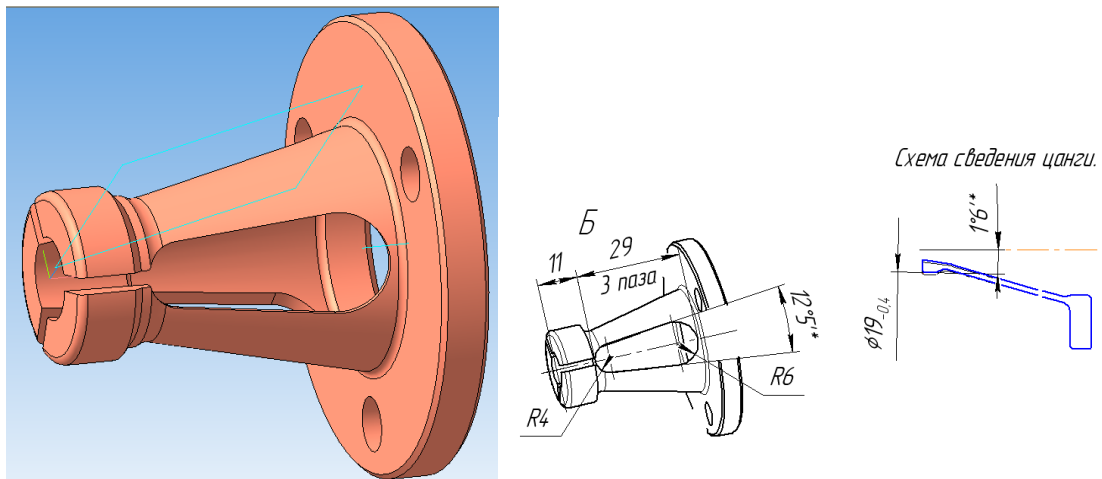


Рис.2. 15. Загальний вид та робочі розміри розтискної цанги

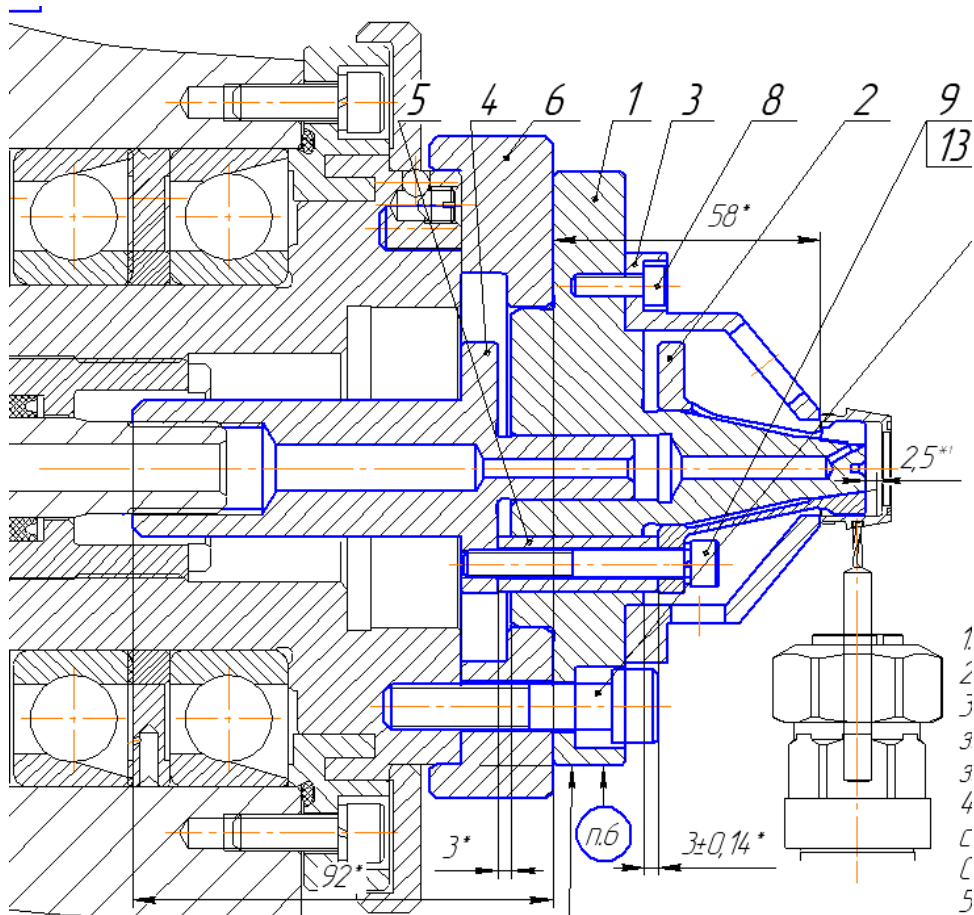


Рис.2.16. Креслення патрона цангового для 2-ї позиції

Принцип дії патрона наступний. Затискна труба через різьбову втулку і шпильку передає зусилля затиску на поршень патрона. Поршень кутовими виступами пов'язаний з трьохпелюстковою цангою. Пелюстки цанги, ковзаючи по направляючій поверхні корпуса 1 під кутом 16° , розтискаються і надійно фіксують деталь. В осьовому напрямі деталь фіксується упором.

Матеріал корпусу патрона, настановного кільця і упора - сталь 40Х, цанги - сталь 65Г, твердість HRC 40...45. Кришка, дистанційна втулка виготовлені із сталі 40, твердість HRC 35...40.

Умова рівноваги заготовки в патроні [13]:

$$M_{різ} \leq M_{тр};$$

$$M_{фр} \leq M_{тр};$$

де $M_{рез}$ – момент від сил різання, що діють на заготовку в процесі обробки на діаметрі затиску, $M_{тр}$ - момент від сил тертя на пелюстках від сил затиску, $M_{фр}$.- момент від фрезерування пазу на поверхні деталі.

$$M_{рез} = P_z \cdot d_p / 2;$$

$$M_{тр} = T_\Sigma \cdot \mu \cdot \frac{d}{2};$$

$$M_{фр.} = \frac{P_{z\phi}}{2} d_p = \frac{3700}{2} 0,006 = 11,1 \text{ Н м}$$

Де T_Σ -сила затиску на пелюстках цанги патрона, μ - коефіцієнт зчеплення між деталлю і пелюстками, d_p - діаметр прикладення сили різання, $P_{Z\phi} = 3700 \text{ Н}$ -тангенційна складова сили різання при фрезеруванні пазу 6 мм. Звідки

$$P_z \cdot \frac{d_p}{2} = T_\Sigma \cdot \mu \cdot \frac{d}{2};$$

$$T_\Sigma = \frac{M_{рез}}{\mu} = \frac{P_z \cdot d_p}{d \cdot \mu};$$

$$\dot{O}_\Sigma = \frac{6505 \cdot 0,18}{0,23 \cdot 0,65} = 7832 \text{ Н};$$

d –діаметр затиску, P_z – складова сили різання [13].

Сила на приводі S:

						Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\Sigma} \cdot \frac{T_{\Sigma}}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} = \frac{7832}{\operatorname{tg}(15 + 11)} = 15983 \text{ Н}$$

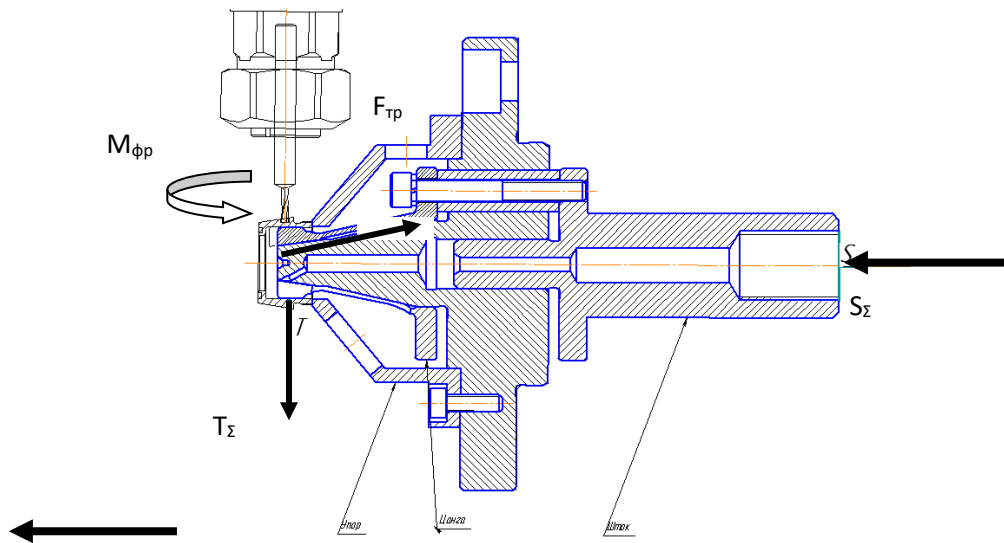


Рис.2.17. Схема дії сил в патроні 2-ї позиції

Як привід використаний обертовий пневмоциліндр (рис.2.16).

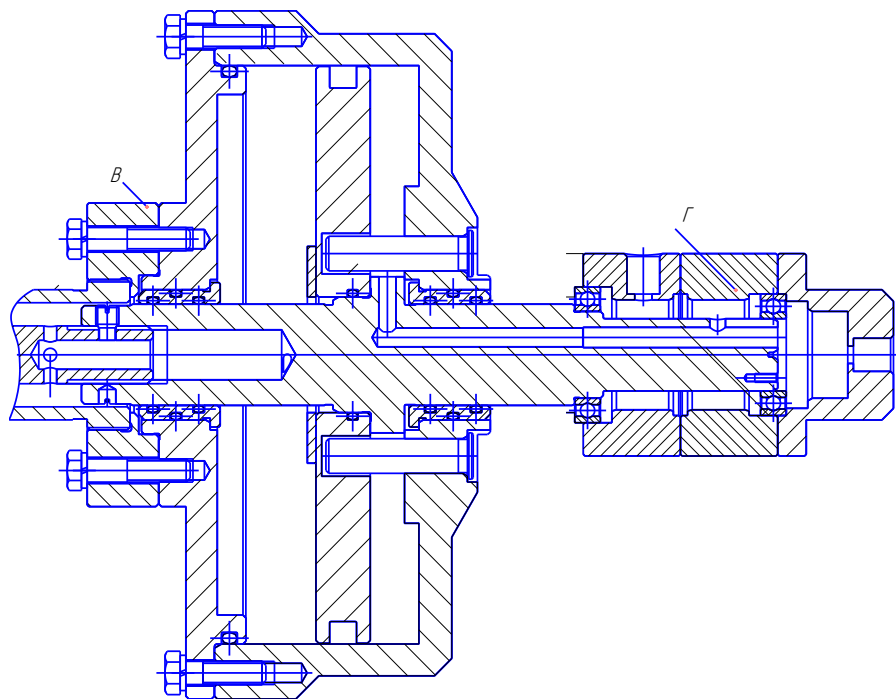


Рис. 2.18. Обертовий пневмоциліндр

Пневмопривод: для автоматизації і механізації верстатних пристосувань застосовують такий, в яких стиснуте повітря подається в об'ємні пневматичні двигуни з пневмомагістралі. Тиск стислого повітря складає 0,4-0,36 МПа (максимально допустимий тиск 1 МПа). Пневмоприводи пристроюють наступні переваги перед гідродвигунами: а) відсутні спеціальні джерела тиску, оскільки лінії стиснутого повітря є на більшості заводів; б) немає зворотних трубопроводів, оскільки відпрацьоване повітря випускають в навколишній простір; в) проста апаратура і арматура. До недоліків пневмоциліндрів відносять: низький робочий тиск стиснутого повітря, що викликає необхідність використовувати циліндри великого діаметру, а також механізми-підсилювачі (важелі, шарнирно- важільні, клинові, гвинтові, ексцентрикові або їх поєднання) [13]. Це викликає ускладнення конструкції пневматичних пристроїв, збільшення їх габаритів і маси, а також збільшення площ для зберігання цих пристроїв.

Тому пневматичні пристрої застосовують для установки заготовок, які обробляються з невеликими зусиллями різання.

Силатяги штока пневмоциліндра:

$$F_{1\Sigma} = \frac{\pi}{4} D_u^2 \cdot P \cdot \eta;$$

де D_u – робочий діаметр циліндра, м; P – тиск повітря в пневмомережі, $P=0,4$ МПа; η – коефіцієнт корисної дії пневмоциліндра, $\eta=0,85$ [13].

З формули визначимо робочий діаметр циліндра:

$$D_u = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot P \cdot \eta}};$$

$$D_o = \sqrt{\frac{4 \cdot 15983}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85}} \approx 244 \text{ мм};$$

Отримане значення D_u округляємо до найближчого стандартного значення і приймаємо $D_u=250$ мм. Інші розміри циліндра приймаємо за стандартами.

						Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Безпека верстата забезпечується його виготовленням відповідно до вимог 12.2.009-80, ДСТУ 2807-94, ДСТУ 2752-94, ГОСТ 27487-87, ГОСТ 12.2.101-84, ГОСТ 12.2.040-79, ТУ У 73.1-16297597- 001 -2001. Вимоги безпеки при експлуатації верстата встановлюються цим розділом інструкції до відповідних пристроїв, а також вказівками в інших розділах.

3.1 Заходи безпеки для обслуговуючого персоналу.

Споживач зобов'язаний забезпечити навчання персоналу працюючого на устаткуванні.

Персонал, допущений в установленому на підприємстві порядку до роботи на верстаті, а також до робіт з програмування, налагодження, експлуатації та ремонту верстата, повинен

- отримати інструктаж з техніки безпеки відповідно до заводських інструкцій, розроблених на підставі керівництва по експлуатації, типових інструкцій з охорони праці, "Правил технічної експлуатації верстатів з пристроєм числового програмного керування "(М .; ЕНІМС, 1972);

- ознайомитися з загальними правилами експлуатації і ремонту верстата і вказівками з безпеки праці, що містяться в цьому посібнику, керівництві з експлуатації електрообладнання та експлуатаційної документації, що додається до пристроїв і комплектуючих виробів, що входять до складу верстата;

- ознайомитися з конструктивними і технологічними особливостями верстата і пройти спеціальний інструктаж по роботі на верстаті даної моделі з даним типом УЧПУ.

3.2 Заходи безпеки при транспортуванні і установці верстата.

3.2.1. При монтажі і демонтажі верстата для надійного зачалування і переміщення слід користуватися схемою транспортування, наведеної в розділі керівництва "Порядок установки "з підйомом за станину верстата. Не допускається підйом верстата за отвори під римболти, передбачені в окремих

						Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

вузлах верстата для монтажу і демонтажу вузлів при складанні та ремонті верстата.

3.2.2. Перед транспортуванням верстата в розпакованому вигляді необхідно переконатися в

жорсткому кріпленні пульта ЧПУ в транспортному положенні.

4.2.3. При установці верстата слід передбачити наявність вільних зон для відкривання дверей шаф управління і шафи УЧПУ, а також зон для обслуговування верстата.

3.2.4. При розконсервації верстата слід керуватися вимогами безпеки по ГОСТ 9.014-78 "ЕСЗКС. Тимчасовий протикорозійний захист виробів. Загальні технічні вимоги".

3.2.5. Підключити верстат до цехового контуру заземлення в суворій відповідності до вказівок в "Керівництві по експлуатації електроустаткування". Опір заземлення не повинен перевищувати 0,1 Ом.

3.3 Заходи безпеки при підготовці верстата до роботи.

3.3.1. Після регулювання натягу ремінних передач обох приводів головного руху встановити всі кожухи нерухомого огорожі електродвигунів приводів;

3.3.2. Перевірити вірність роботи блокувальних пристроїв при роботі верстата на холостому ходу:

- обертання шпинделів верстата має включатися тільки при закритому положенні рухомого огороження;

- при відсунення рухомого огороження під час обробки в автоматичному циклі повинні відключатися робоча подача і обертання шпинделів;

- на верстатах з механізованим закріпленням заготовки включення обертання шпинделя має здійснюватися тільки після закінчення її закріплення;

						Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- при впливі на відповідні кінцеві вимикачі обмеження переміщень каретки і супорта повинні подаватися команди на зупинку подачі і аварійне відключення електроприводу верстата;

- при натиску на кнопку "Стоп" (аварійну) повинно проводитися відключення верстата.

3.3.3. Перевірити наявність сигнального освітлення, що показує при відкриванні дверей електрошафи стан контактів вступного вимикача.

3.3.4. Перевірити роботу верстата від пульта ЧПУ:

- правильність виконання всіх команд в ручному режимі;
- роботу верстата по керуючій програмі, включеної до складу супровідної документації.

3.4 Заходи безпеки при роботі верстата.

3.4.1. Категорично забороняється працювати без захисних огорожень, передбачених конструкцією верстата.

3.2. Категорично забороняється деблокувати або відключати блокування, передбачені електросхемою верстата.

3.4.3. При переналадці верстата необхідно перевіряти стан кулачків, що діють на кінцеві вимикачі обмеження переміщень каретки і супорта і переставляти їх у разі зміни довжини або діаметра встановлюваного виробу.

3.4. Забороняється порушувати щоб визначити заходи безпеки, наведені в "Керівництві по експлуатації. Електрообладнання".

3.5 Вимоги безпеки під час перевірки технічного стану і проведенні ремонтних робіт повинні виконуватися відповідно до вказівок в супровідній документації на комплектуючі вироби.

						Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Висновки

Основним результатом виконання дипломного проекту є розробка ескізного проекту двохшпindelного верстата, що може бути запущений в серійне виробництво. Бо промисловість України потребує такі верстати для високопродуктивної обробки деталей. На них, крім традиційних токарних, можуть виконуватися операції неспіввісного свердління й розточування, а також операції фрезерування і онтурної обробки. За рахунок модульної компоновки верстата проводиться оптимальний вибір виконання під конкретного замовника, в залежності від складності та серійності оброблюваної деталі. При виконання дипломного проекту проведено патентний та інформаційний огляд.

В процесі конструювання проведено:

- Обґрунтування та вибір технічних характеристик верстата;
- огляд і аналіз існуючих двошпindelних верстатів з ЧПУ
- Розробка технологічних операцій
- Розрахунок зусилля різання
- .Розрахунок кулько -гвинтової передачі
- Розрахунок приводу повздовжніх подач супорта
- Розрахунок затискного патрона першої позиції
- Розрахунок затискного патрона першої позиції

Спроектовано шпindelний вузол з новим інноваційним затискним патроном та новим контр шпindelем. Це доло можливість обробляти деталь типу «кільце підшипника» кільце внутрішнє вижимного підшипника легкового автомобіля мод. ВАЗ 2107 з двох сторін.

						Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Література

1. <https://cftech.ru/manufacturer/doosan>.
2. <https://mydocx.ru/10-105124.html>
3. Двошпиндельний токарний верстат. Патент РФ № 2087264. Добровольский А.Е., Крючков В.А., Клунов В.М., Подшибякин В.В. Патентоовластник: Московський верстатобудівний завод імені Серго Орджонікідзе подача заявки: 1993-07-27 публікація патенту: 20.08.1997 р.].
4. Двошпиндельний токарний верстат. Патент РФ № Авторы: Жаринов В.Н., Зинов В.Л. Патентообладатель: Учреждение "Совет изобретателей" ОАО "Стерлитамак-М.Т.Е.". Приоритеты: подача заявки: 2002-05-16 публикация патента: 10.12.2002
5. Двухшпиндельный токарный верстат. Патент РФ № 56237.«».
6. <https://extxe.com/3379/tokarnye-stanki-s-chislovym-programmnyim-upravleniem-chpu/>
7. Давыдова М.В., Михалев А.М., Моисеев Ю.И. Технические характеристики металлообрабатывающих станков с ЧПУ: Станки токарной группы: Справочное пособие. – Курган: Изд-во КГУ, 2010. – 84 с.
8. Пуш В.Э Конструирование металлорежущих станков М: «Машиностроение» 1978 – 389с .
9. Струтинський В.Б. Динамічні процеси в металорізальних верстатах: Монографія. / В.Б.Струтинський, В.М.Дрозденко. Київ.: Основа-Принт, 2010. – 440с.
10. Струтинський В.Б. Технологія моделювання динамічних процесів та систем Монографія. / В.Б.Струтинський, Веселовська Н.Р. Вінниця: О.Власюк 2007. – 466 с.
11. Математичне моделювання пружної системи верстата для визначення точності обробки / В. Б. Струтинський, О. В. Колот, В. М. Чуприна // [Вісник Херсонського національного технічного університету](#) . -

						Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2016. - № 1. - С. 179-191. - Режим доступу:
http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtu_2016_1_28.

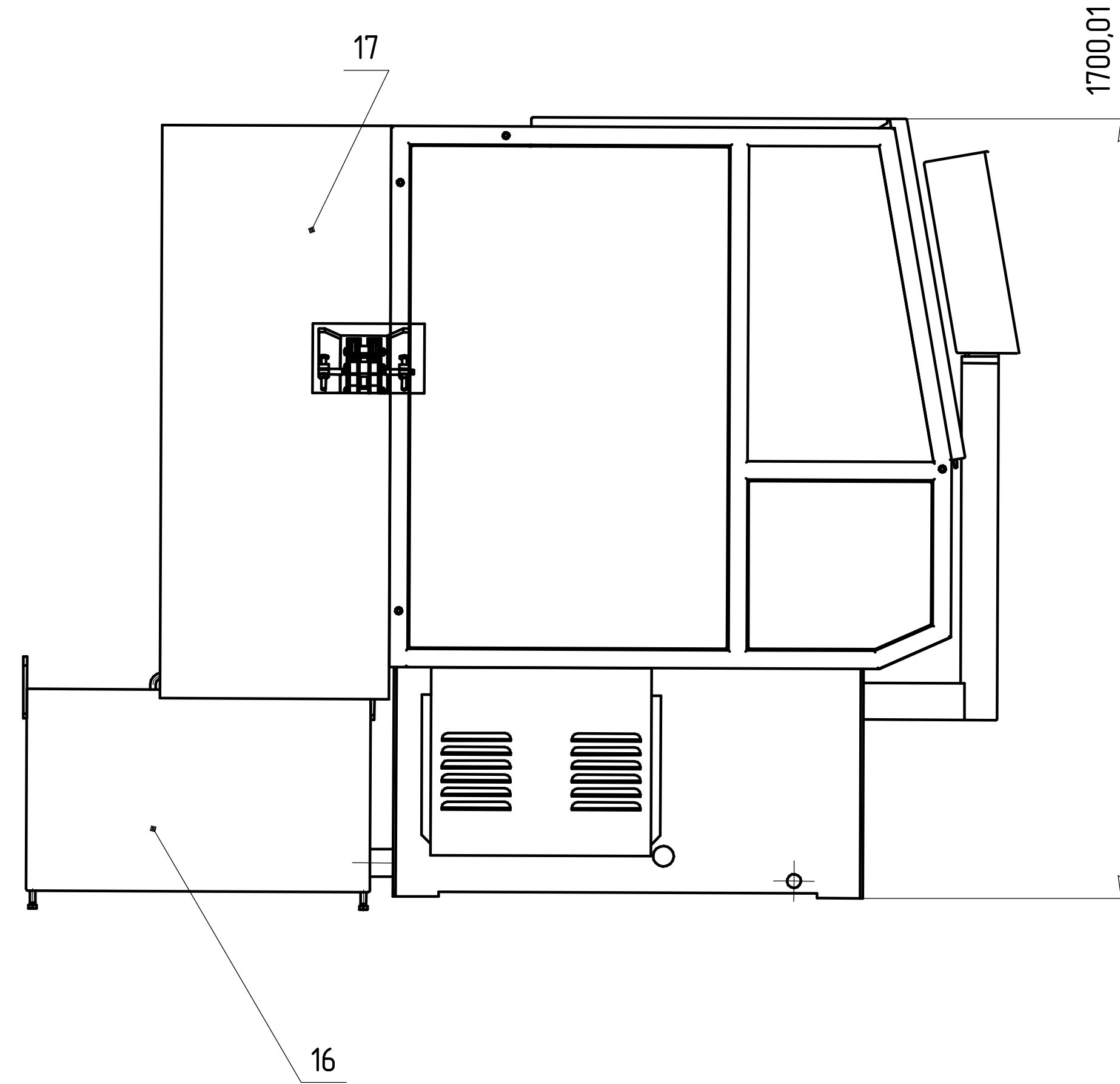
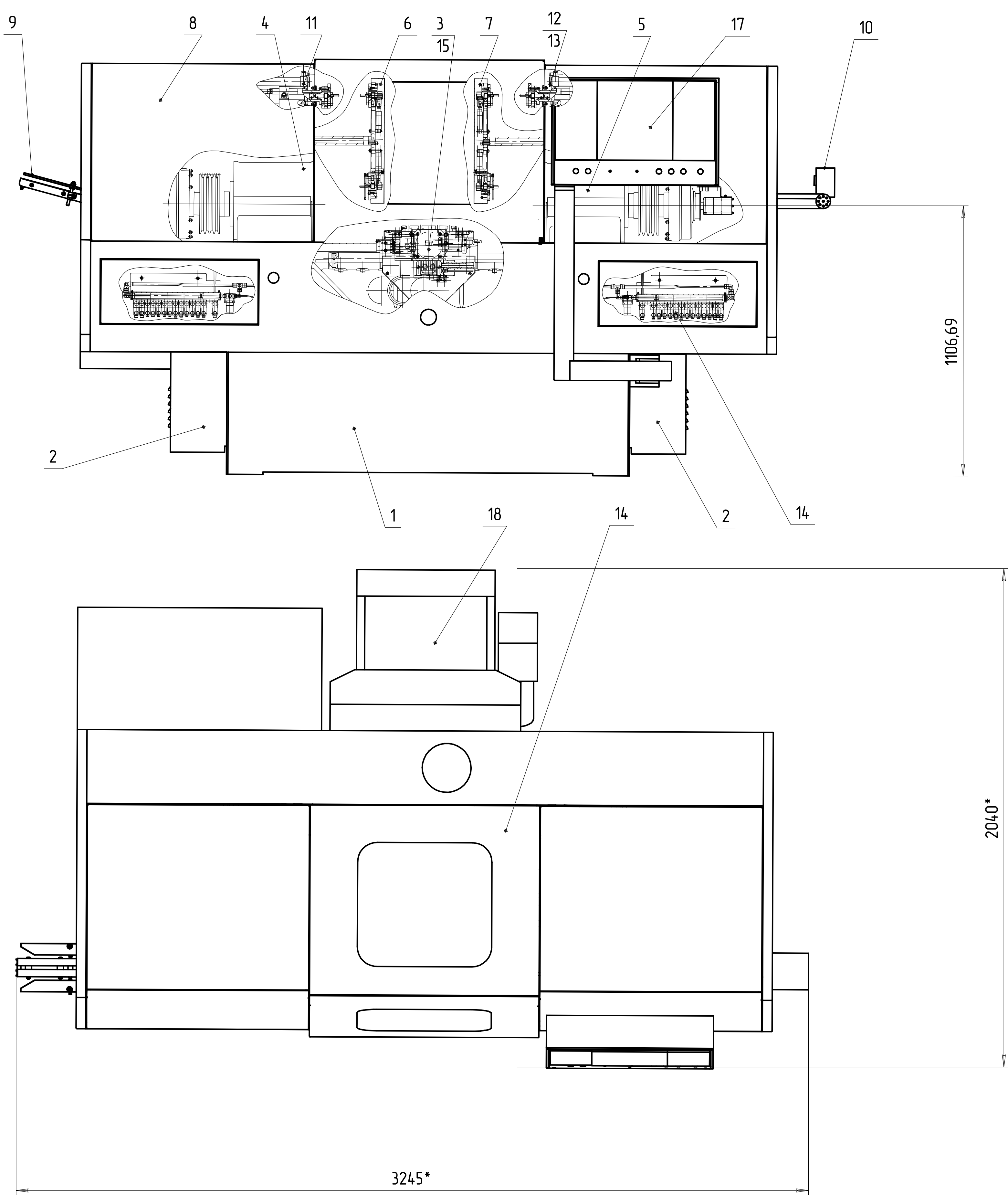
12. Струтинський В.Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки. Підручник. — Житомир: ЖІТІ, 2001. — 612 с.

13. Проектування оснащення верстатів, роботів і машин [Електронний ресурс]: Навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» спеціалізацією «Комп'ютерне проектування верстатів, роботів і машин» / НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»; уклад. В. П. Приходько, О. В. Литвин. – Електронні текстові дані (1 файл: 22,0 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 211 с. – Назва з екрана. – Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/22775>.

14. Ibrahim Farhan Salman Alrefo, Walid Ibrahim Alnusirat, Oleksandr Litvin /Investigation of the influence of hardness characteristics of the collet-part lathe system. / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies /Vol 2, No 7 (98) (2019) p. 20–25. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.164091>.

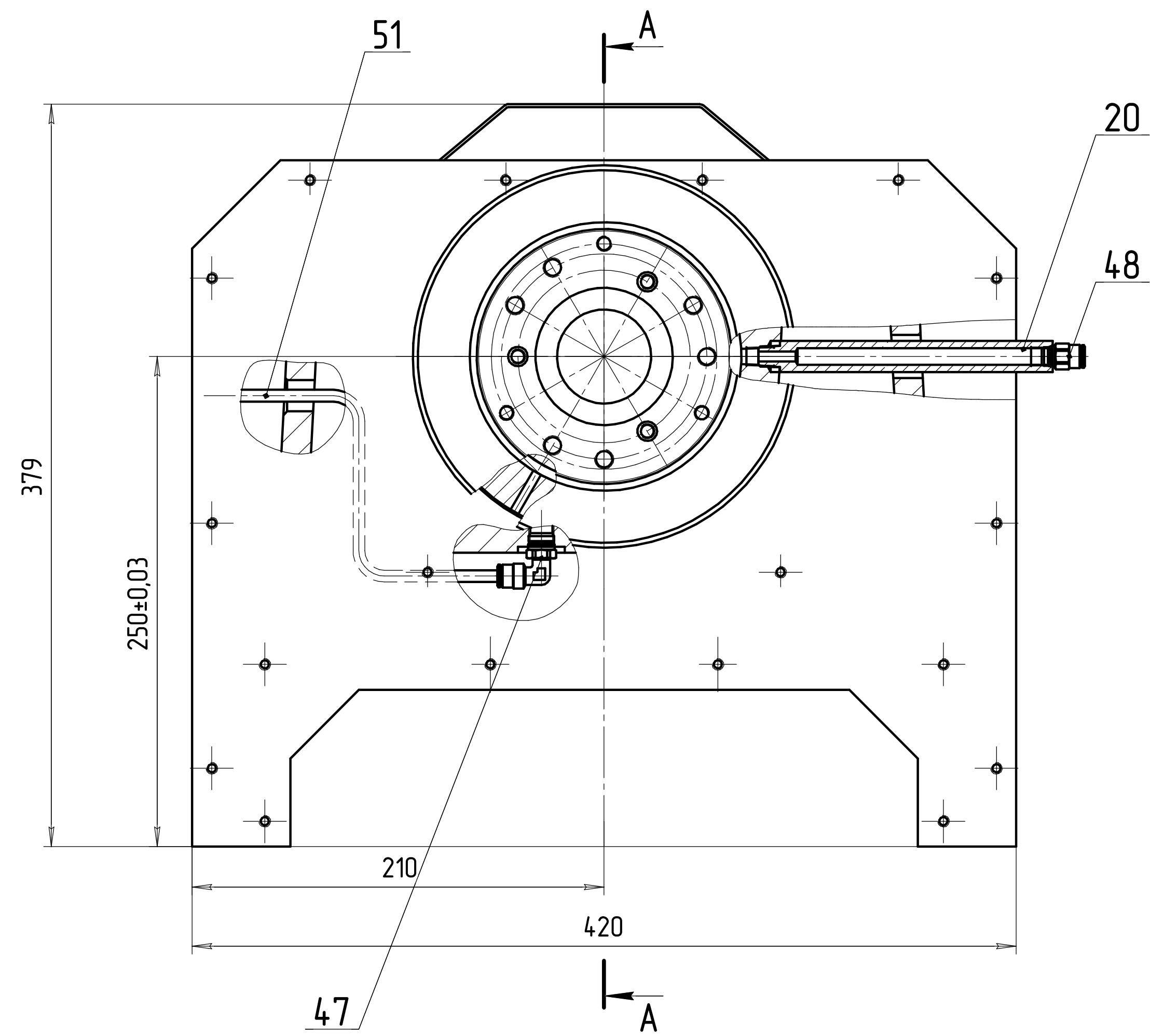
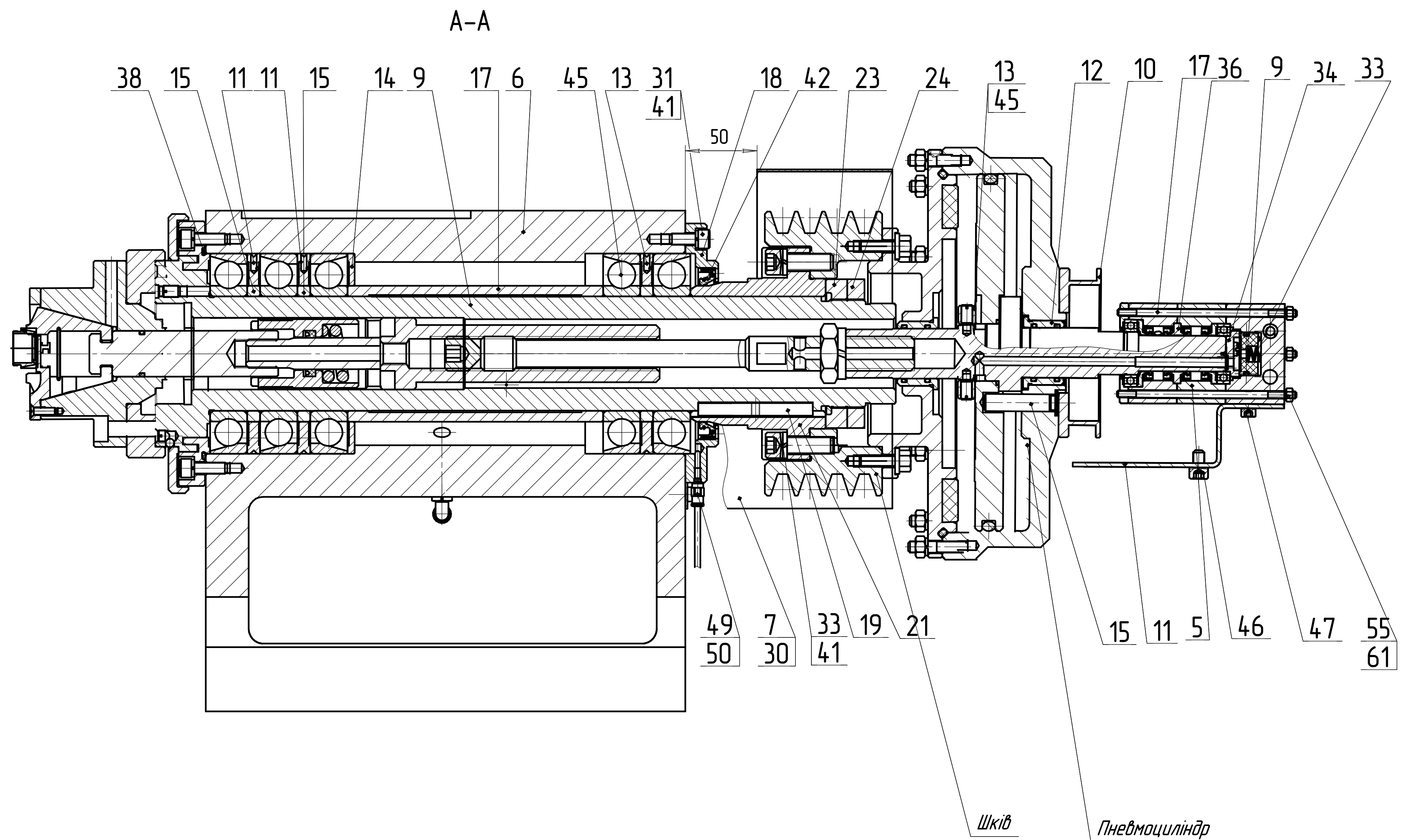
15. Seco Tools. Каталог + техническое руководство 2018 токарная обработка / <https://www.secotools.com/article/742?language=ru>

						Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



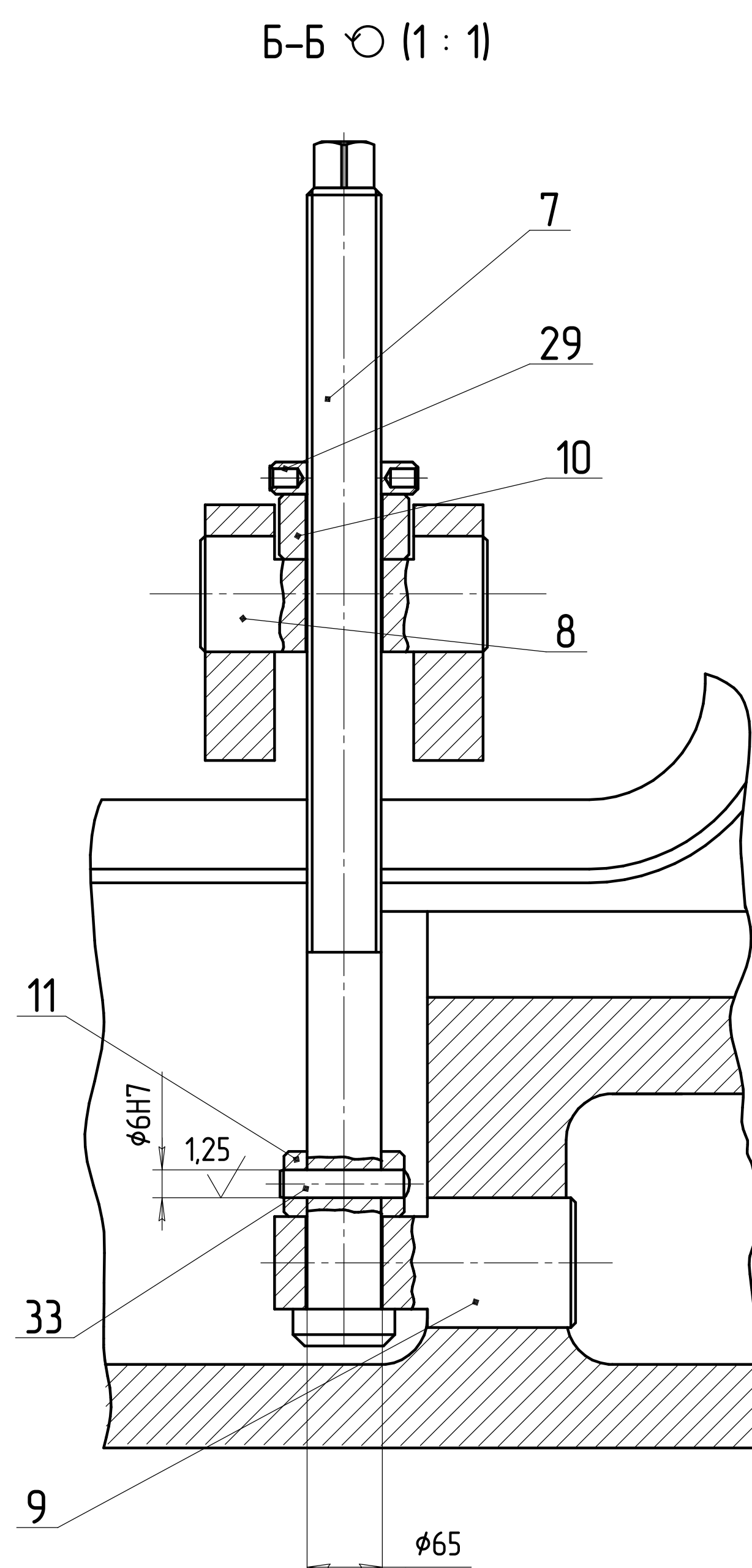
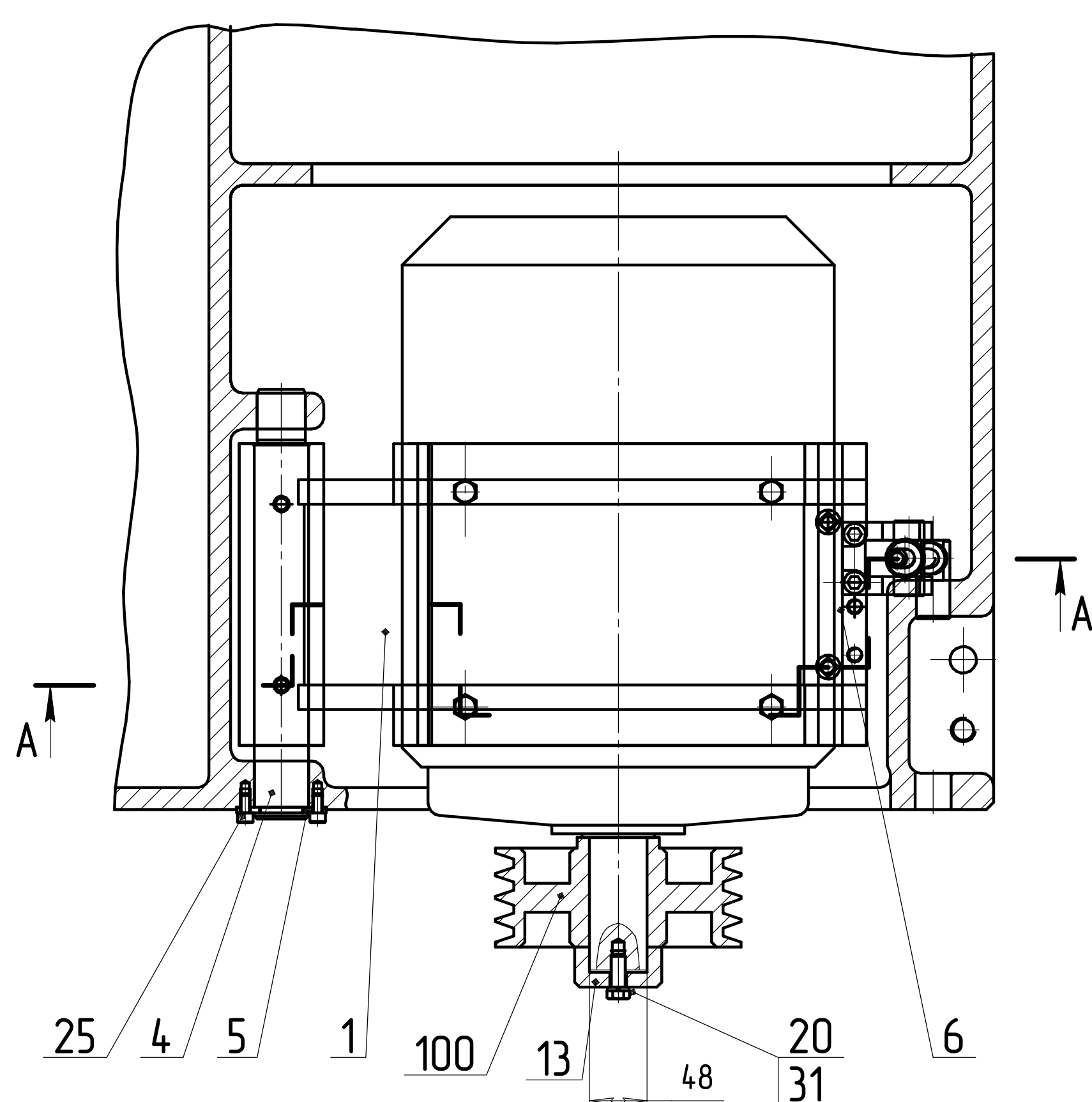
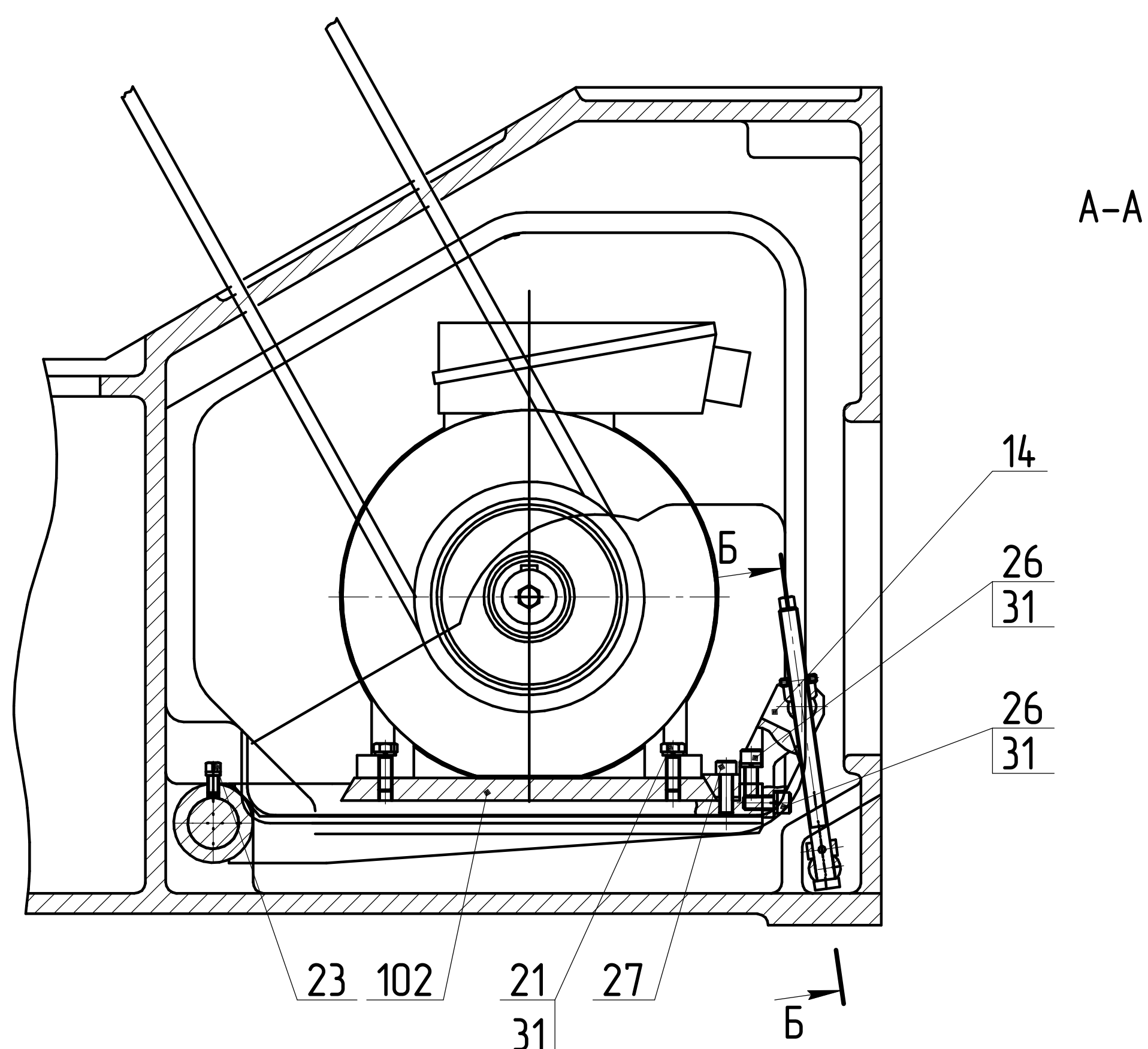
- 1*Разміри для довідок.
Технічна характеристика верстата
2. Показники заготовки:
- | | |
|----------------------------------|-----|
| Найбільший діаметр заготовки, мм | 100 |
| Найбільша довжина заготовки, мм | 80 |
3. Найбільший хід супортів не менше, мм
- | | |
|------------|-----|
| - по осі X | 250 |
| - по осі Z | 350 |
4. Показники робочих і настановних переміщень
- | | |
|---|-------|
| Дискретність задання переміщень по осях, мм | 0,001 |
| Точність позиціонування, мм | 0,015 |
| Кількість керованих осей координат, шт. | 2 |
5. Показники основних і допоміжних рухів
- | | |
|--|----------|
| Межі частот обертання шпинделя, об/хв: | 100 3600 |
| Максимальна швидкість переміщення супорта, мм/хв | |
| - поперечна (X) | 20000 |
| - подовжня (Z) | 20000 |

					ДП МРВ 5115.01.000 ТК			
Ізм./Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Загальний вигляд верстата	Лист	Маса	Масштаб	
							1:10	
Розроб.	Пославський							
Проб.	Литвин							
Т.контр.								
Н.контр.					Лист	Листов	1	
Утв.					КПІ ім. І. Сікорського КВМ, ММІ			



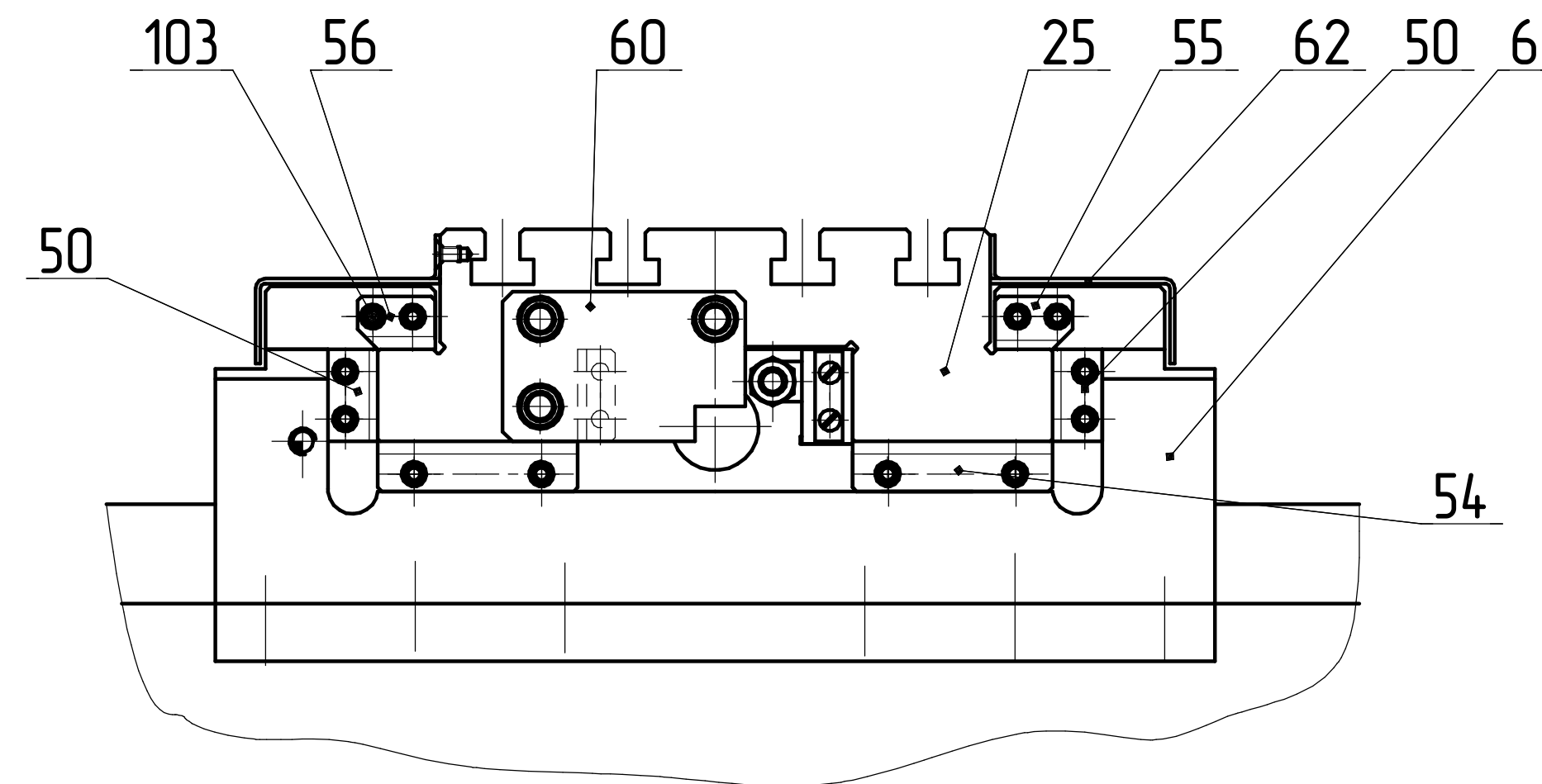
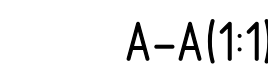
1. *Розміри для довідок.
2. Різниця діаметрів внутрішніх і зовнішніх кілець під шпінників не більше 0,005 мм
3. Внутрішні кільця підшпінників передньої опори встановити на шпиндель в нагрітому стані, натяг 0,003...0,01 мм
Температура при нагріванні кілець не більше 80 С.
Напресування кілець не допускається.
4. Допуск радіального биття відносно осі обертання шпинделя 0,005 мм
5. Допуск осьового биття шпинделя 0,005 мм.

					ДП МРВ 5115.01.000 ТК			
					Бабка шпиндельна права	Лист	Масса	Масштаб
							140	1:2
						Лист	Листов	1
						КПІ ім. ІСковського		
						ММІ КВМ		
						НКАНТР		
						Утв.		

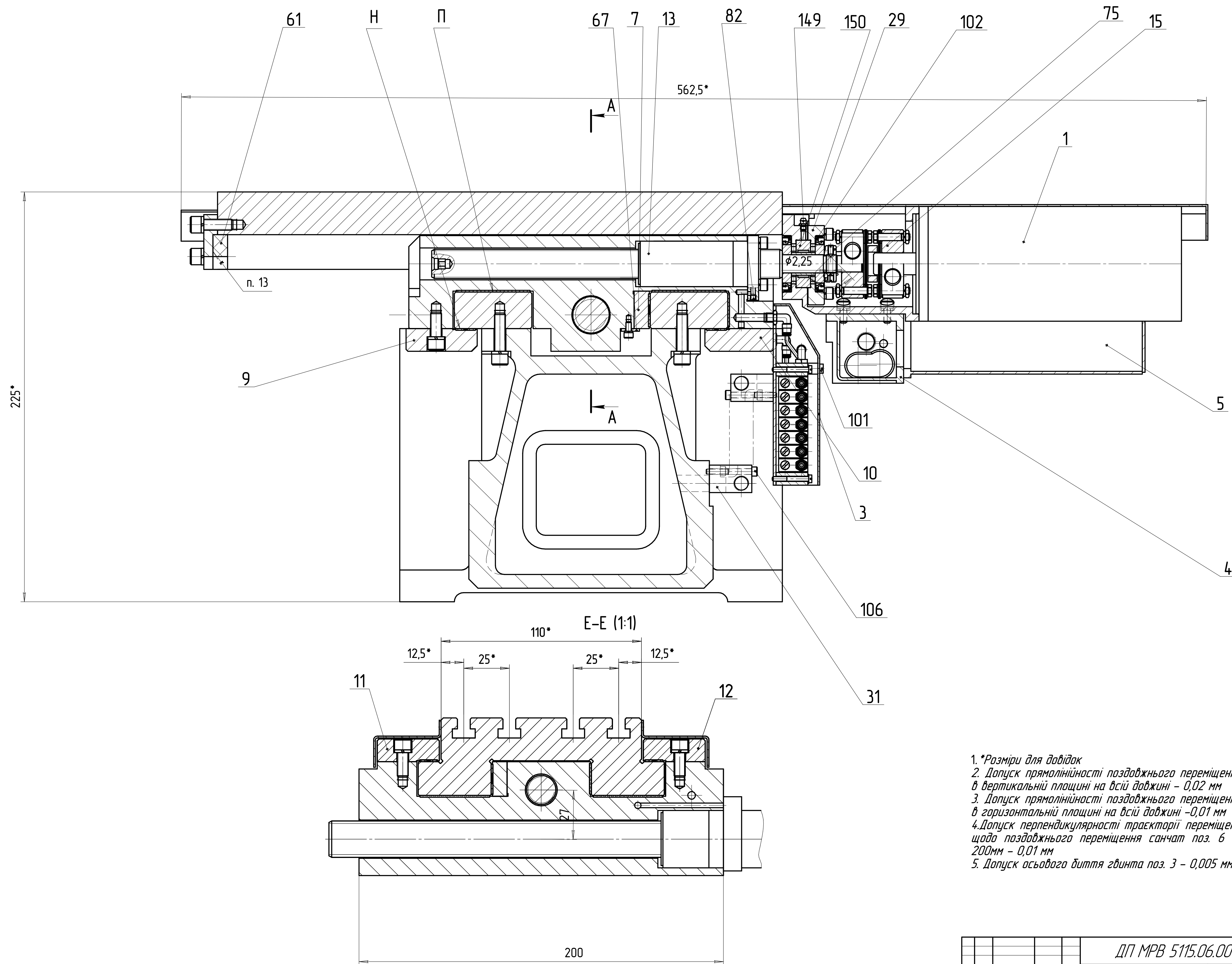


1. Розміри для довідок.

						ДП МРВ 5115.02.000 ТК		
Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Дата			Підвіска двигуна		
Разроб.	Паславський					Лит.	Маса	Масштаб
Проб.	Литвин							1:4
Г. контр.						Лист	Листів	1
Г. контр.						КВМ, ММІ, КПІ ім. І.Скорського		
Утв.								



- | | | | | | | | | | | |
|--------|------|------------|------|------|-----------------------|--|----------------------|-------|---------|---|
| | | | | | ДП МРВ 5115.05.000 ТК | | | | | |
| Лист | Лист | № док-м | Лист | Лист | Супорт
паздовжній | | Лист | Масса | Масштаб | |
| Разраб | | Паспальскі | | | | | | 638 | 1,25 | |
| Прод | | Литвин | | | | | Лист | 1 | Листов | 4 |
| Контр | | | | | | | КПТ ім. І Скорського | | | |
| Нконтр | | | | | | | КВМ, ММІ | | | |
| Утв | | | | | | | | | | |



1. *Розміри для довідок
2. Допуск прямолінійності поздовжнього переміщення супорта в вертикальній площині на всій довжині – 0,02 мм
3. Допуск прямолінійності поздовжнього переміщення супорта в горизонтальній площині на всій довжині – 0,01 мм
4. Допуск перпендикулярності траєкторії переміщення санчат щодо поздовжнього переміщення санчат поз. 6 на довжині 200мм – 0,01 мм
5. Допуск осьового біття гвинта поз. 3 – 0,005 мм

						ДП МРВ 5115.06.000 ТК					
						Суппорт поперечний					
Изм./Лист	№ докум.		Подп.	Дата	Лист					Масса	Масштаб
Разработ.	Поспеловский										
Проб.	Литвин										
Т.контр.						Лист	3	Листов	4		
Н.контр.						КПІ ім.Сікорського					
Умб.						КВМ, ММІ					



1. *Розміри для довідок.
3. Допуск радіального біття макета заготовки зажатого в патроні-0.02 мм.
4. Руками частини патрона змастити мастилом ВНИИНП-232 ГОСТ14068-79. Змащувати один раз на тиждень.
5. Маркувати: Ртах – 2000 Н.
6. Маркування позначень патрона.
7. Дієсний розмір для конкретного налагодження верстату

						ДП МРВ 5115.07.000 ТК				
						Робоча зона верстата			Лист	Масштаб
									А	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					Лист	Листов
Разраб.		Паславський								1
Проб.		Литвин							КПІ ім. І Сікорського	
Т. контр.									КВМ, ММІ	
Н.контр.										
Утв.										