

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Забезпечення експлуатаційної надійності (розмірної стійкості) деталей прокатного обладнання на етапах моделювання, виготовлення, експлуатації.

Виконав: магістрант
групи ПМ-23м
Заблоцький Р.Р.

Керівник КМР:
к.т.н., доцент
Цивінда Н.І.

Кривий Ріг
2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Забезпечення експлуатаційної надійності (розмірної стійкості) деталей прокатного обладнання на етапах моделювання, виготовлення, експлуатації.

Виконав магістрант гр. ПМ-23м

(підпис)

Заблоцький Р.Р.

Керівник КМР

(підпис)

Кіяновський М.В.

Нормоконтроль

(підпис)

Нечаєв В.П.

Завідувач кафедри

(підпис)

Рязанцев А.О.

м. Кривий Ріг

2024 р.

Криворізький національний університет

Факультет: механічної інженерії та транспорту

Кафедра: технології машинобудування

Ступінь вищої освіти: магістр

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма: Технології машинобудування

Затверджую

Зав. кафедри, доцент, к.т.н., Рязанцев А.О.

(підпис)

(дата)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну магістерську роботу

Магістранта гр. ПМ-23м Заблоцького Романа Романовича

1. Тема: Забезпечення експлуатаційної надійності (розмірної стійкості) деталей прокатного обладнання на етапах моделювання, виготовлення, експлуатації.

2. Керівник КМР: д.т.н., проф. Кіяновський М.В.

Затверджена наказом по КНУ № 858с від « 18 » 09 _____ 2024 р.

2. Термін подання магістрантом закінченої роботи _____ р.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Креслення вузла. 2. Креслення деталі «Валок». 3. Річна програма випуску деталей

4. Зміст пояснювальної записки: 1 Проектування технологічного процесу складання. 2 Техніко-економічний аналіз вихідних даних проекту. 3. Проектування ТП обробки 4 Техніко-економічне обґрунтування варіантів 5 Розробка верстатно-інструментального налагодження 6 Конструкторська підготовка виробництва. 7 Наукова частина

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Складальне креслення. 2. Валок. 3. Валок. 4. Ескізи операцій. 5. Верстатно-інструментальне налагодження. 6. Верстатне пристосування. 7. Контрольне пристосування. 8. Наукова частина.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Організаційно-економічна підготовка виробництва	Нечаєв В.П. к.т.н., доцент		

7. Календарний план:

Розділи пояснювальної записки	Термін виконання
Розробка та узгодження технічного завдання	12.09.2024
Технічне завдання та аналіз вихідних даних	17.09.2024
1 Проектування технологічного процесу складання	22.09.2024
1.1 Службове призначення виробу	28.09.2024
2 Техніко-економічний аналіз вихідних даних для обробки деталі	05.10.2024
3. Проектування технологічного процесу обробки деталі	15.10.2024
4 Розробка верстатно-інструментального налагодження	18.10.2024
5 Конструкторська підготовка виробництва	23.10.2024
6 Організаційно-економічна підготовка виробництва	24.10.2024
6.1 Техніко-економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу	06.11.2024
7 Науково-дослідна частина	16.11.2024
Висновки	17.11.2024
Додатки	18.11.2024
Попередній захист	21.11.2024

Дата видачі завдання: « ____ » _____ 2024 р.

Завдання видав керівник

кваліфікаційної магістерської роботи _____ / Кіяновський М.В./

Завдання отримав

магістрант _____ / Заблоцький Р.Р./

РЕФЕРАТ

Основою розробки випускної кваліфікаційної роботи є пошук виробничих можливостей забезпечення експлуатаційної надійності (розмірної стійкості) деталей прокатного обладнання на етапах моделювання, виготовлення та експлуатації.

Метою дослідження методів покращення експлуатаційних властивостей прокатних станів є впровадження сучасних технологій в технологічний процес виготовлення чавунних валків прокатних станів. На основі експериментальних даних, проведених на металургійному комбінаті АрселорМіттал Кривий Ріг, запропоновані методи для збільшення строку служби групи валків прокатних станів. Спроектвані технологічні процеси складання вузла валків та механічної обробки валків з застосуванням сучасних методів технологічної підготовки виробництва.

Вирішена інноваційна задача вибору технологічного обладнання та оснащення. Доцільність магістерської роботи доведена техніко-економічними розрахунками вибору заготовки, техніко-економічними розрахунками вибору верстатів з ЧПК.

**ВУЗОЛ ВАЛКІВ, ПІДШИПНИК РІДИННОГО ТЕРТЯ, ЧАВУННІ ВАЛКИ,
РОЗМІРНА СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТУ, ЯКІСТЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ,
СОБІВАРТІСТЬ.**

ABSTRACT

The basis of the development of the final qualification work is the search for production possibilities to ensure operational reliability (dimensional stability) of parts of rolling equipment at the stages of modeling, manufacturing and operation.

The purpose of the study of methods of improving the operational properties of rolling mills is the introduction of modern technologies into the technological process of manufacturing cast iron rolls of rolling mills. On the basis of experimental data conducted at the ArcelorMittal Kryvyi Rih metallurgical plant, methods are proposed to increase the service life of a group of rolls of rolling mills.

Designed technological processes of assembling the assembly of rolls and mechanical processing of rolls using modern methods of technological preparation of production. The innovative task of choosing technological equipment and equipment has been solved. The expediency of the master's work is proven by technical and economic calculations of the selection of the workpiece, technical and economic calculations of the choice of machines from the CNC.

**ROLL ASSEMBLY, FLUID FRICTION BEARING, CAST IRON ROLLS,
DIMENSIONAL STABILITY OF THE TOOL, QUALITY, PRODUCTIVITY, COST**

					КНУ КМР.131.24.1-05. Р			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	РЕФЕРАТ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Заблоцький						
<i>Перевір.</i>		Кіяновський						
<i>Т. Контр.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		Нечаєв						
<i>Затверд.</i>		Рязанцев				Каф.ТМ, гр ПМ-23м		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документація</i>						
A4		1	КНУ.КМР.131.24.1-05.ПЗ	Пояснювальна записка		
A4		2		Альбом тех.карт на ТП.СК.		
A4		3		Альбом тех.карт на ТП виготовлення деталі		
<i>Креслення</i>						
A2		4	КНУ.КМР.131.24.1-05.СК	Складальне креслення	1	
A1		5	КНУ.КМР.131.24.1-05.ВП	Валок прокатної кліті	1	
A3		6	КНУ.КМР.131.24.1-05.3В	Валок (відливка)	1	
A1		7	КНУ.КМР.131.24.1-05.ВІН	Верстатно-інструментальне налагодження	1	
A2		8	КНУ.КМР.131.24.1-05.ТО	Технологічне оснащення	1	
A2		9	КНУ.КМР.131.24.1-05.КП	Контрольне пристосування	1	
A1		10	КНУ.КМР.131.24.1-05.ЕО	Ескізи операцій	2	
A1		11	КНУ.КМР.131.24.1-05.НЧ	Наукова частина	1	
КНУ.КМР.131.241-05.В0						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	Дата	
Разраб.		Заблоцький				
Пров.		Кіяновський				
Н.контр.		Нечаєв				
Утв.		Рязанцев				
				Відомість об'єму КМР		
Лит.		Лист		Листов		
				1		
Кафедра ТМ ПМ-23м						

Копіровал

Формат А4

Вступ	
1 Проектування технологічного процесу складання вузла.....	
1.1 Службове призначення вузла.....	
1.2 Розмірний аналіз вузла.....	
1.3 Розробка схеми складання вузла.....	
1.4 Розробка технологічного процесу складального вузла.....	
2 Техніко-економічний аналіз вихідних даних проекту.....	
2.1 Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів замін.....	
2.2 Аналіз якості поверхонь деталей.....	
2.3 Технічний контроль робочого креслення	
2.4 Аналіз технологічності деталі.....	
2.5 Вибір типу виробництва. Задачі проектування.	
Пропозиції щодо удосконалення.....	
3 Проектування технологічного процесу обробки деталі.....	
3.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок.....	
3.2 Вибір і обґрунтування баз.....	
3.3 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь.....	
3.4 Розробка маршруту обробки деталі.....	
3.5 Розробка технологічних операцій.....	
3.6 Розрахунок міжопераційних розмірів і припусків на обробку.....	
3.7 Розрахунок і вибір режимів різання. Нормування технологічних операцій.....	
3.8 Розрахунок складу та кількості обладнання.....	
3.9 Визначення складу і кількості працюючих у цеху.....	
4 Техніко-економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу.....	
5. Розробка верстатно-інструментального налагодження та розрахунково-технологічної карти для операції на верстаті з ЧПК.....	
6 Проектування технологічного оснащення.....	
6.1 Проектування спеціального верстатного пристосування.....	
7. Проектування та вибір контрольного оснащення.....	
8 Науково-дослідна частина	
Висновки та пропозиції.....	
Список використаних джерел.....	
Додатки.....	

					КНУ КМР.131.24.1-05.3			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Заблоцький			ЗМІСТ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Кіяновський						
<i>Т. Контр.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		Нечаєв						
<i>Затверд.</i>		Рязанцев						
						Каф.ТМ,гр ПМ-23м		

ВСТУП

Темпи науково-технічного прогресу в машинобудуванні, підвищення якості і скорочення строків розробок, освоєння виробництва нових виробів, забезпечення високої точності і стабільності процесів їх виготовлення знаходяться в прямій залежності від рівня впровадження інноваційних технологій в технічну підготовку виробництва і вдосконалення технологічного проектування.

Технологічний процес механічної обробки деталей машин і їх складання тільки тоді може бути прийнятим у виробництві, коли задані технічні вимоги на виріб, рівень продуктивності та економічності забезпечуються високою надійністю проектних рішень – це здатність елементів спроектованого технологічного процесу забезпечити на протязі визначеного часу (часу роботи між підналадками, робочої зміни) чи більш довгого періоду задані технічні вимоги до оброблюваної деталі при встановленому рівні економічності в визначених виробничих умовах.

Питання надійності одержали інтенсивний розвиток в теорії і методиці проектування ТП в зв'язку з його автоматизацією. Створення САПР технологічного процесу потребувало не тільки кількості описання процесів обробки деталей, машин та їх складання, але й рішення питань про точність цих кількісних зв'язків. Основою математичного забезпечення САПР є параметричні і структурно-схемні залежності між параметрами, які характеризують точність продуктивність і економічність процесів та факторами, які на них впливають. Встановлення необхідної точності математичних моделей проектування, її забезпечення в процесі створення цих моделей складають зміст дослідження розробок по надійності досягнення технічних вимог до виробів. Надійність технологічних рішень є одним з основних критеріїв оптимізації інноваційного технологічного процесу.

Проектування нових та вдосконалення існуючих технологічних процесів завжди багатоваріантне. Завдання технолога – підібрати такий з варіантів, який забезпечив би максимальну ефективність обробки (складання) в конкретних умовах виробництва. Такий варіант називається оптимальним, а вибір його називається оптимізацією.

Основними завданнями активізації інноваційної діяльності в науково-технічній і виробничій сферах є підвищення ефективності виробництва й конкурентоспроможності продукції й послуг, удосконалювання структури виробництва й експорту, перехід економіки на інноваційний шлях розвитку, використання передових виробничих технологій.

					КНУ КМР.131.24.1-05.В			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Заблоцький			ВСТУП	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Кіяновський						
<i>Т. Контр.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		Нечаєв						
<i>Затверд.</i>		Рязанцев						
						Каф.ТМ, гр ПМ-23м		

1 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ

1.1 Службове призначення вузла

Підшипник рідинного тертя 250-190 є частиною вузла валків ПРТ 220.

Його застосовують як опору валків робочих клітей прокатних станів гарячої і холодної прокатки. Особливістю його є те, що незалежно від умов роботи (при невеликих питомих тисках і навіть невеликих швидкостях ковзання шийки у підшипнику) між тілом шийки і матеріалом підшипника завжди зберігається (не видавлюється) масляна плівка, у результаті чого шийка як би плаває у підшипнику.

Стан рідинного тертя забезпечується у підшипнику завдяки ретельній (дзеркальній) обробці деталей тертя, і цілком закритій (герметичній) конструкції підшипника. При обертанні шийки валка у підшипнику їй доводиться долати незначне тертя у масляній плівці, яке залежить від в'язкості масла при робочій температурі 50-60°C. Для ПРТ прокатних станів застосовують мастило двох сортів: турбінне УТ з малою в'язкістю і спеціальне прокатне П-28 (брайтсток) з підвищеною (у 8-10 раз у порівнянні з УТ) в'язкістю. Режим рідинного тертя у підшипнику забезпечується через те, що змінна вулка-цапфа, надіта на шийку прокатного валка, обертаючись у втулці-вкладиші, захоплює за собою мастило в клиновидний зазор між робочими поверхнями втулок.

Опір обертанню цапфи надає тільки внутрішнє тертя (в'язкість) самого масла, тому коефіцієнт тертя ПРТ незначний (0,001-0,005), а зношування поверхонь тертя, практично немає. Істотною перевагою ПРТ є те, що він особливо добре працює при високих частотах обертання цапфи, оскільки із збільшенням частоти зростає їх несуча здатність.

Складання підшипника рідинного тертя, що є різновидом підшипників ковзання, – операція відповідальна і повинна здійснюватися в спеціальному приміщенні. Після перевірки якості виготовлення всіх складових деталей (повинні бути відсутні похибки геометричних розмірів і форми, шорсткість поверхні повинна відповідати тій, що вимагається, не повинно бути корозії, подряпин, забоїв, задирок, ризок і т.д.) підшипник промивають в мастилі і в бензині, сушать і покривають тонким шаром спеціального мастила.

На рис. 1.1 показаний підшипник з упорним вузлом, який складається із двох основних деталей – конічної масивної змінної втулки-цапфи 4 і циліндрової втулки-вкладиша 3 з тонким шаром заливки товщиною 3-5 мм, виготовленої з високоолово'янистого баббіта марки Б83 (склад, %: Sn 83, Cu 6, Sb 1), встановленої в подушці 1. Змащувальний матеріал поступає в підшипник через отвір 24 і відводиться через отвір 23.

					КНУ КМР.131.24.1-05.01.ПТПС			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Заблоцький				ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Кіяновський							
Т. Контр.								
Н. Контр.	Нечаєв							
Затверд.	Рязанцев							
						Каф.ТМ, гр ПМ-23м		

При експлуатації підшипника мастило захоплюється змінною втулкою-цапфою 4, встановленою на шийці валка і яка обертається у втулці-вкладиші 3, в клиновидний зазор між ними. Змінна втулка-цапфа 4 фіксується на шийці валка гайкою зовнішньою 14, намотуваною на кільце різьбове з двох половин 20, встановлених в канавці шийки. Кільце різьбове з двох половин 20 встановлюється в кільцевий паз і фіксується штифтом. Осьові зусилля передаються крізь кільце упорне 7 на кільце упорне з двох половин 5. Навантаження, направлені убік бочки валка, фланцем змінної втулки-цапфи 4 передаються на бабітову поверхню упорного кільця з двох половин 5, потім – на подушку 1, зафіксовану в станинах робочих клітей. Сили зворотного напрямку передаються на бабітову поверхню упорного кільця 7, зафіксованого в подушці 1 шпонкою 8, і через гайку подушки 9 – на подушку 1.

Осьовий зазор між фланцем змінної втулки-цапфи 4 і упорними кільцями регулюється гайкою подушки 9, яка фіксується потім штифтом 11, закріпленим в передній кришці 10. Підшипник має торцьові і радіальні манжетні ущільнення 21, які ізолюють внутрішню частину підшипника від зовнішнього середовища і перешкоджають витіканню з підшипника масла і попаданню в нього води, окалини і пилу. Подушку 1 підшипника фіксують в станині приливом і ексцентриком, який повертається валиком, який приводиться в рух від рукоятки.

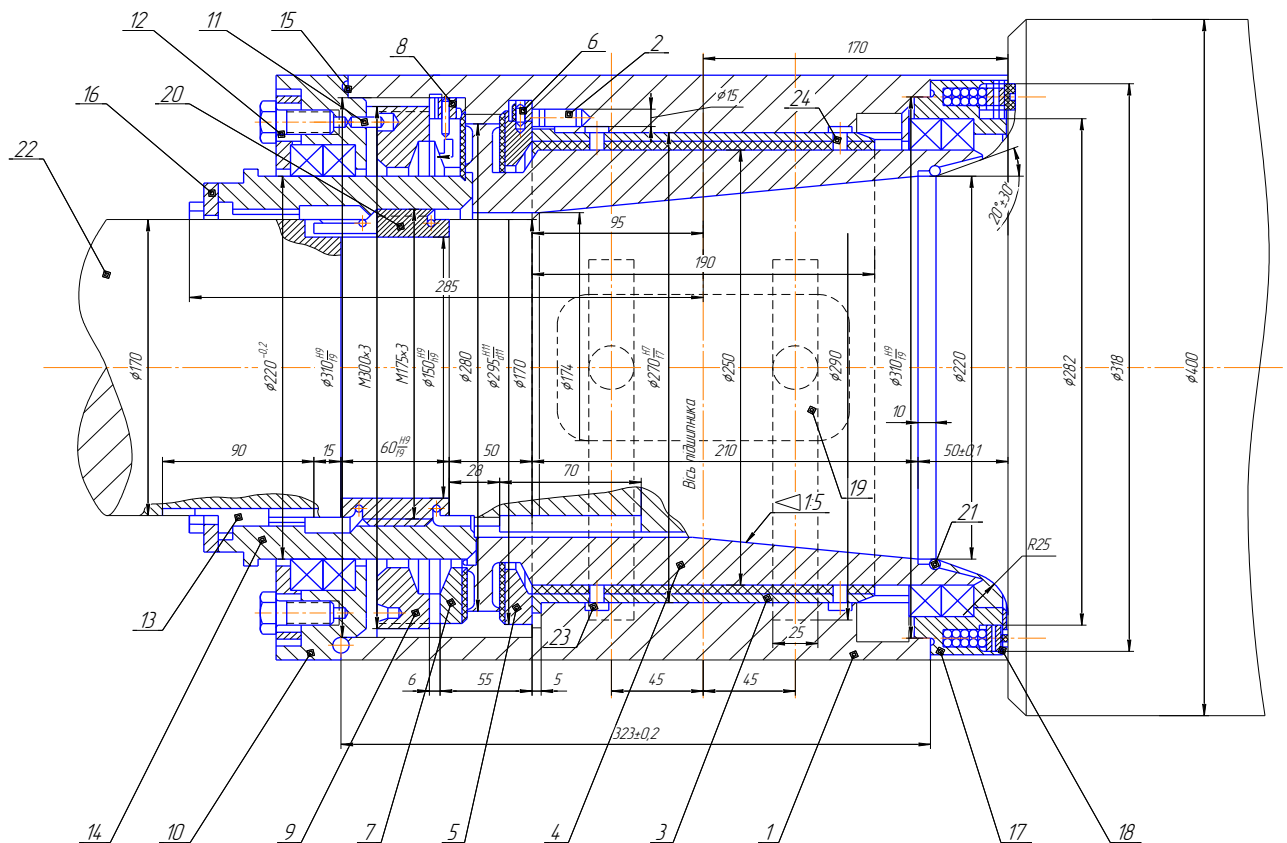


Рисунок 1.1 – Підшипник рідинного тертя 250-190

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.01.ПТПС					

1.2 Розмірний аналіз вузла

Побудуємо лінійний розмірний ланцюг А, який зобразимо на рисунку 1.2.

Рухаючись від замикаючої ланки включаємо у розмірний ланцюг усі ланки, які впливають на зазор. Наносимо розмірний ланцюг на креслення та визначаємо характер ланки стрілкою зверху. Усім поверхням, які спрягаються та потрапили у розмірний ланцюг, привласнюємо номер. Усі відомості заносимо в таблицю 1.1.

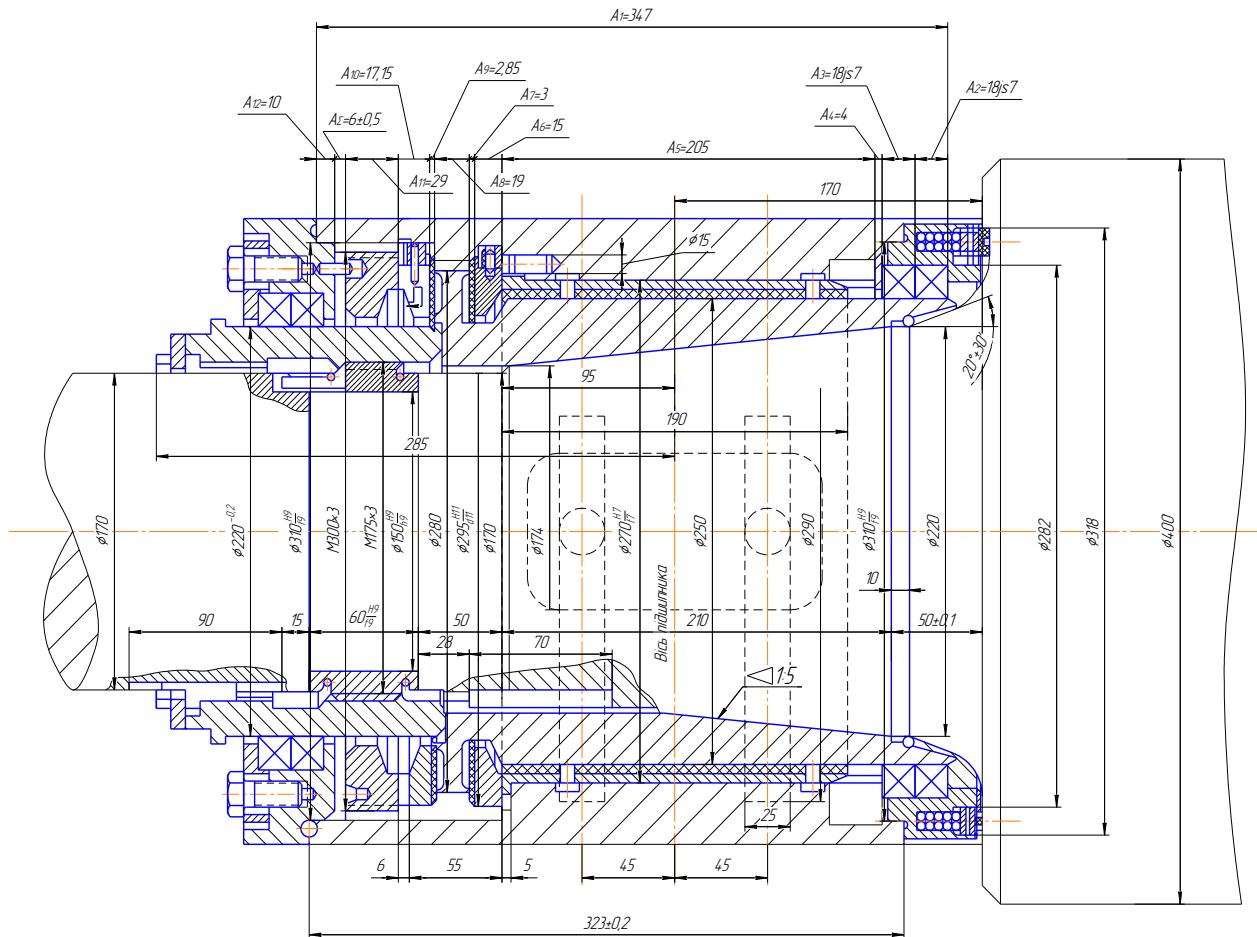


Рисунок 1.2 – Лінійні розмірні ланцюги

В якості ланки-компенсатора вибрано кільце упорне (ланка A_{10}), оскільки воно найменш відповідальна ланка.

$$A_{\Sigma} = 6 \pm 0,5 \text{ мм}; [T_{\Sigma}] = 1 \text{ мм}; \Delta C_{\Sigma} = \pm 0,5 \text{ мм}.$$

На всі ланки розмірного ланцюга призначаємо технологічно досяжні допуски і заносимо їх значення в таблицю 1.1. Ланку A_{10} записуємо окремо. $T_{A_{10}} = T_{\text{КОМ}} = 0,43$; $\Delta C_{A_{10}} = 0$.

Визначаємо граничні відхилення на всі ланки окрім A_{10} і проставляємо середні значення полів допусків, які визначаємо за виразом:

$$\Delta C_i = \frac{es_i + si_i}{2}, \quad (1.1)$$

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.01.ПТПС

де es і ei – відповідно верхнє і нижнє граничні відхилення ланки.

$$\begin{aligned}\Delta C_1 &= \frac{0 + (-1,4)}{2} = -0,7 \text{ мм}, \\ \Delta C_{2,3} &= \frac{0,009 + (-0,009)}{2} = 0 \text{ мм}, \\ \Delta C_4 &= \frac{0 + (-0,3)}{2} = -0,15 \text{ мм}, \\ \Delta C_5 &= \frac{0,575 + (-0,575)}{2} = 0 \text{ мм}, \\ \Delta C_6 &= \frac{0 + (-0,43)}{2} = -0,215 \text{ мм}, \\ \Delta C_7 &= \frac{0,25 + (-0,25)}{2} = 0 \text{ мм}, \\ \Delta C_8 &= \frac{0,26 + (-0,26)}{2} = 0 \text{ мм}, \\ \Delta C_9 &= \frac{0 + (-0,25)}{2} = -0,125 \text{ мм}, \\ \Delta C_{11} &= \frac{0,26 + (-0,26)}{2} = 0 \text{ мм}, \\ \Delta C_{12} &= \frac{0 + (-0,36)}{2} = -0,18 \text{ мм}.\end{aligned}$$

Допуск технологічно досяжної замикаючої ланки визначаємо за виразом:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (T_{Ai}), \quad (1.2)$$

де T_{Ai} – допуски складових ланок;

n – кількість ланок в ланцюзі.

$$T_{\Sigma} = 1,4 + 0,018 + 0,018 + 0,3 + 1,15 + 0,43 + 0,25 + 0,52 + 0,25 + 0,52 + 0,36 = 5,22 \text{ мм}.$$

Координату середини поля допуску визначаємо за виразом:

$$\Delta C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (\Delta \bar{C}_i) - \sum_{j=1}^n (\Delta \bar{C}_j), \quad (1.3)$$

$$\Delta C_{\Sigma} = 0,7 - (0 + 0 + (-0,15) + 0 + (-0,215) + 0 + 0 + (-0,125) + 0 + (-0,18)) = 0,03 \text{ мм}.$$

Граничні відхилення технологічно досяжної замикаючої ланки розраховуємо за виразами:

$$es_{\Sigma} = \Delta C_{\Sigma} + 0,5 \cdot T_{\Sigma}, \quad (1.4)$$

$$ei_{\Sigma} = \Delta C_{\Sigma} - 0,5 \cdot T_{\Sigma}, \quad (1.5)$$

$$es_{\Sigma} = 0,03 + 0,5 \cdot 5,22 = 2,64 \text{ мм},$$

$$ei_{\Sigma} = 0,03 - 0,5 \cdot 5,22 = -2,58 \text{ мм}.$$

$$A_{\Sigma} = 6_{-2,58}^{+2,64} \text{ мм}.$$

Величину компенсації визначаємо за виразом:

$$T_{\kappa} = T_{\Sigma} - [T_{\Sigma}], \quad (1.6)$$

де T_{Σ} – технологічно досяжний допуск на замикаючій ланці;

$[T_{\Sigma}]$ – необхідний допуск на замикаючій ланці.

					КНУ.КМР.131.24.1-05.01.ПТПС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_k = 5,22 - 1 = 4,22 \text{ мм.}$$

Необхідну кількість ступенів компенсатора визначаємо за виразом:

$$N = \frac{T_k}{[T_\Sigma] - T_{\text{комп}}} + 1, \quad (1.7)$$

$$N = \frac{4,22}{1 - 0,43} + 1 = 8,4 \text{ ступені.}$$

Округляємо набуте значення ступенів до $N = 9$.

Уточнений допуск ступеня ланки-компенсатора визначаємо за виразом:

$$T_{\text{ст}} = \frac{T_k}{N - 1}, \quad (1.8)$$

$$T_{\text{ст}} = \frac{4,22}{9 - 1} = 0,53 \text{ мм.}$$

Середній розмір ланки-компенсатора, вибраного з числа зменшуючих ланок, який при пригоні зменшується, визначаємо за виразом:

$$\bar{A}_{\text{ск}} = \bar{A}_{\text{комп}} + \Delta C_{\text{комп}} + \Delta C_\Sigma - [\Delta C_\Sigma], \quad (1.9)$$

де $A_{\text{комп}}$ – номінальне значення ланки компенсатора;

$\Delta C_{\text{комп}}$ – координата середини поля допуску ланки компенсатора;

$[\Delta C_\Sigma]$ – необхідна координата середини допуску вихідної ланки;

ΔC_Σ – координата середини поля допуску замикаючої ланки при технологічно призначених допусках.

$$\bar{A}_{\text{с10}} = 17,15 + 0 + 0,03 - 0,5 = 16,68 \text{ мм.}$$

Граничні значення ланки-компенсатора визначаємо за виразами:

$$A_{\text{комп. max}} = A_{\text{ск}} + 0,5 \cdot T_k, \quad (1.10)$$

$$A_{\text{комп. min}} = A_{\text{ск}} - 0,5 \cdot T_k, \quad (1.11)$$

$$A_{\text{комп. max}} = 16,68 + 0,5 \cdot 4,22 = 18,79 \text{ мм,}$$

$$A_{\text{комп. min}} = 16,68 - 0,5 \cdot 4,22 = 14,57 \text{ мм.}$$

Розміри змінних деталей, узятих із зменшуючих ланок визначаємо за виразами:

$$I_{\text{ст}} \quad A_{10} = A_{10\text{max}} \pm \frac{T_{\text{комп A10}}}{2}, \quad (1.12)$$

$$II_{\text{ст}} \quad A_{10} = (A_{10\text{max}} - T_{\text{ст}}) \pm \frac{T_{\text{комп A10}}}{2}, \quad (1.13)$$

$$III_{\text{ст}} \quad A_{10} = (A_{10\text{max}} - 2 \cdot T_{\text{ст}}) \pm \frac{T_{\text{комп A10}}}{2}, \quad (1.14)$$

$$IV_{\text{ст}} \quad A_{10} = (A_{10\text{max}} - 3 \cdot T_{\text{ст}}) \pm \frac{T_{\text{комп A10}}}{2}, \quad (1.15)$$

$$V_{\text{ст}} \quad A_{10} = (A_{10\text{max}} - 4 \cdot T_{\text{ст}}) \pm \frac{T_{\text{комп A10}}}{2}, \quad (1.16)$$

					КНУ КМР.131.24.1-05.01.ПТПС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$VI_{CT} \quad A_{10} = (A_{10max} - 5 \cdot T_{cm}) \pm \frac{T_{комп. A10}}{2}, \quad (1.17)$$

$$VII_{CT} \quad A_{10} = (A_{10max} - 6 \cdot T_{cm}) \pm \frac{T_{комп. A10}}{2}, \quad (1.18)$$

$$VIII_{CT} \quad A_{10} = (A_{10max} - 7 \cdot T_{cm}) \pm \frac{T_{комп. A10}}{2}, \quad (1.19)$$

$$IX_{CT} \quad A_{10} = (A_{10max} - 8 \cdot T_{cm}) \pm \frac{T_{комп. A10}}{2}, \quad (1.20)$$

$$I_{CT} \quad A_{10} = 18,79 \pm 0,215 \text{ мм},$$

$$II_{CT} \quad A_{10} = (18,79 - 0,53) \pm 0,215 = 18,26 \pm 0,215 \text{ мм},$$

$$III_{CT} \quad A_{10} = (18,79 - 2 \cdot 0,53) \pm 0,215 = 17,73 \pm 0,215 \text{ мм},$$

$$IV_{CT} \quad A_{10} = (18,79 - 3 \cdot 0,53) \pm 0,215 = 17,2 \pm 0,215 \text{ мм},$$

$$V_{CT} \quad A_{10} = (18,79 - 4 \cdot 0,53) \pm 0,215 = 16,67 \pm 0,215 \text{ мм},$$

$$VI_{CT} \quad A_{10} = (18,79 - 5 \cdot 0,53) \pm 0,215 = 16,14 \pm 0,215 \text{ мм},$$

$$VII_{CT} \quad A_{10} = (18,79 - 6 \cdot 0,53) \pm 0,215 = 15,61 \pm 0,215 \text{ мм},$$

$$VIII_{CT} \quad A_{10} = (18,79 - 7 \cdot 0,53) \pm 0,215 = 15,08 \pm 0,215 \text{ мм},$$

$$IX_{CT} \quad A_{10} = (18,79 - 8 \cdot 0,53) \pm 0,215 = 14,6 \pm 0,215 \text{ мм}.$$

Похибка розрахунку $IX_{CT} \quad A_{10} \approx A_{10min}$ і визначається за виразом:

$$\varepsilon = \frac{IX_{cm} A_{10} - A_{10min}}{A_{10min}} \cdot 100\% \quad (1.21)$$

$$\varepsilon = \frac{14,6 - 14,57}{14,57} \cdot 100\% = 0,21 \%$$

Використання дев'яти розмірів ланки-компенсатора може виявитися не технологічним в конкретних умовах виробництва.

За результатами розрахунків пропонуємо здійснювати складання методом регулювання кільця упорного.

					КНУ.КМР.131.24.1-05.01.ПТПС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змін.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата	Таблиця 1.1 – Розрахунок лінійного розмірного ланцюга А методом регулювання (деталь вузла)										
					Призначення розмірного ланцюга		Ланцюг А – забезпечення зазору між гайкою і кришкою		Значення вихідної ланки		[$A_{\Sigma} = 6 \pm 0,5 \text{ мм}$], [$\Delta C_{\Sigma} = \pm 0,5 \text{ мм}$], [$T_{\Sigma} = 1 \text{ мм}$]				
					\bar{A}_1		347		14		1,4		347 _{-1,4}		-0,7
					$\bar{A}_2 = \bar{A}_3$		18		ст.		0,018		18 \pm 0,009		0
					\bar{A}_4		4		14		0,3		4 _{-0,3}		-0,15
					\bar{A}_5		205		14		1,15		205 \pm 0,575		0
					\bar{A}_6		15		14		0,43		15 _{-0,43}		-0,215
					\bar{A}_7		3		14		0,5		3 \pm 0,25		0
					\bar{A}_8		19		14		0,52		19 \pm 0,26		0
					\bar{A}_9		2,85		14		0,25		2,85 _{-0,25}		-0,125
\bar{A}_{10}		17,15		14		0,43		17,15 \pm 0,215		0					
\bar{A}_{11}		29		14		0,52		29 \pm 0,26		0					
\bar{A}_{12}		10		14		0,36		10 _{-0,36}		-0,18					
Ланка \bar{A}_1		Відстань між торцями підшипника		$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (T_{Ai}) = 1,4 + 0,018 + 0,018 + 0,3 + 1,15 + 0,43 + 0,25 + 0,52 + 0,25 + 0,52 + 0,36 = 5,22$											
$\bar{A}_2 = \bar{A}_3$		Ширина підшипника		$\Delta C_{\Sigma} = 0,7 - (0 + 0 + (-0,15) + 0 + (-0,215) + 0 + 0 + (-0,125) + 0 + (-0,18)) = 0,03 \text{ мм.}$											
$\bar{A}_4, \bar{A}_7, \bar{A}_9$		Ширина манжети		$T_{\kappa} = T_{\Sigma} - [T_{\Sigma}] = 5,22 - 1 = 4,22 \text{ мм.}$ $N = \frac{T_{\kappa}}{[T_{\Sigma}] - T_{\text{ком}}} + 1 = \frac{4,22}{1 - 0,43} + 1 = 8,4$ ступені.											
\bar{A}_5		Відстань між кільцем упорним і манжетою		$T_{\text{см}} = \frac{T_{\kappa}}{N - 1} = \frac{4,22}{9 - 1} = 0,53 \text{ мм.}$ $A_{10 \text{ max}} = A_{\text{ск}} + 0,5 \cdot T_{\kappa} = 16,68 + 0,5 \cdot 4,22 = 18,79 \text{ мм.}$											
\bar{A}_6, \bar{A}_{10}		Ширина упорного кільця		$\bar{A}_{c10} = \bar{A}_{\text{ком}} + \Delta C_{\text{ком}} + \Delta C_{\Sigma} - [\Delta C_{\Sigma}] = 17,15 + 0 + 0,03 - 0,5 = 16,68 \text{ мм.}$											
\bar{A}_8		Відстань між торцями манжет													
\bar{A}_{11}		Ширина гайки подушки		$A_{10 \text{ min}} = A_{\text{ск}} - 0,5 \cdot T_{\kappa} = 16,68 - 0,5 \cdot 4,22 = 14,57 \text{ мм.}$ $\varepsilon = \frac{14,6 - 14,57}{14,57} \cdot 100\% = 0,21 \%$											
\bar{A}_{12}		Відстань між торцем підшипника і торцем кришки													
	Арк.														

КНУ КМР 131 24 1-05 01 ПТТДС

1.3 Розробка схеми складання вузла

Складання підшипника рідинного тертя в корпусі здійснюється за наступною схемою (рис. 1.3):

- подушку 2 розташовують на стелажі у вертикальному положенні;
- в подушку 2 запресовують штифт 3;
- втулку-вкладиш 1 встановлюють в подушку 2 таким чином, щоб паз на бурті втулки поєднався зі штифтом 3;
- встановлюють в подушку змінну втулку-цапфу 5 з напівкільцями 4, використовуючи при установці технологічну шайбу 6;
- встановлюють упорне кільце 9;
- нагвинчують гайку 8 до упора і потім відпускають, забезпечуючи осьовий зазор;
- встановлюють кришку 10 із запресованим в ній штифтом 7 так, щоб штифт потрапив в отвір гайки 8 і забезпечив її фіксацію, щоб уникнути самовідгвинчування;
- повертають зібраний вузол на 180°;
- кріплять вузол до задньої кришки 11.

Після цього зібраний підшипник встановлюють на валок, задалегідь помістивши в його паз шпонку 19 (рис. 1.1), а в кільцеву виточку – різьбове кільце 20, яке фіксують штифтом. Після установки обох підшипників контролюють рівномірність прилягання манжетних ущільнювачів 21 і проводять пробне прокручування валка в підшипниках.

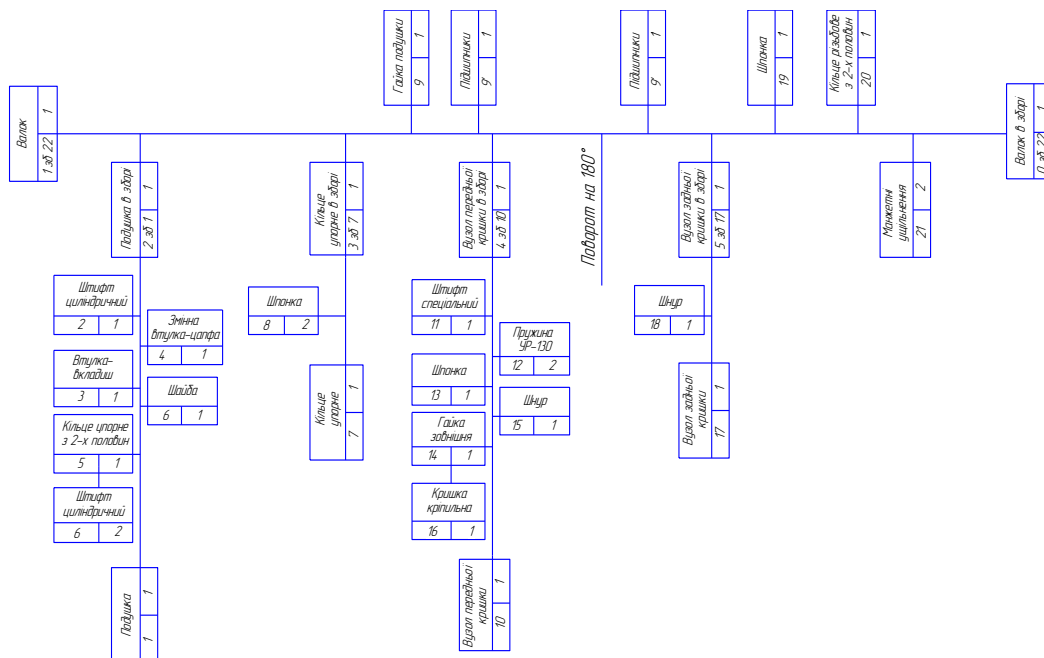


Рисунок 1.3 – Схема складання вузла

1.4 Розробка технологічного процесу складального вузла

На основі схеми складального з'єднання та складального креслення розробимо таблицю послідовності складання підшипника рідинного тертя.

Таблиця 1.2 – Технологічний процес складання підшипника рідинного тертя

№ з/п	Зміст переходу	Пристосування	Інструмент	$T_{очн}, год$
1	2	3	4	5
1	Розташувати подушку 1 на стелажі у вертикальному положенні	Підйомний кран	—	0,29
2	Запресувати штифт 6 в подушку 1	Гідравлічний прес	—	$0,09 \cdot 2 = 0,18$
3	Встановити втулку-вкладиш 3 в подушку 1 таким чином, щоб паз на бурті втулки поєднався зі штифтом 6	Напрявні	—	0,17
4	Встановити в подушку змінну втулку-цапфу 4 з напівкільцями 5, використовуючи при установці технологічну шайбу 6	Напрявні	—	0,13
5	Встановити упорне кільце 7	Напрявні	—	0,06
6	Нагвинтити гайку 9 до упора	Пневмогайковерт	—	0,055
7	Монтувати підшипник на гайку подушки 9	Напрявні	—	0,7
8	Встановити кришку 10 із запресованим в ній штифтом 7 так, щоб штифт потрапив в отвір гайки 9	Напрявні	—	0,24
9	Монтувати підшипник у подушку 1	Напрявні	—	0,7
10	Повернути зібраний вузол на 180°	Спеціальне пристосування	—	0,41
11	Прикріпити вузол до задньої кришки 17	Пневмогайковерт	—	$0,031 \cdot 4 = 0,124$
Всього				2,359

					КНУ.КМР.131.24.1-05.01.ПТПС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ПРОЕКТУ

2.1 Службове призначення деталей. Вибір матеріалу і варіантів заміन

Валки є основним технологічним інструментом для здійснення головної операції – деформування металу. Від зносостійкості калібрів прокатних валків залежить продуктивність і якість прокату, що випускається.

Чавунні валки працюють в умовах ударних навантажень, складного термонапруженого стану і абразивного зносу.

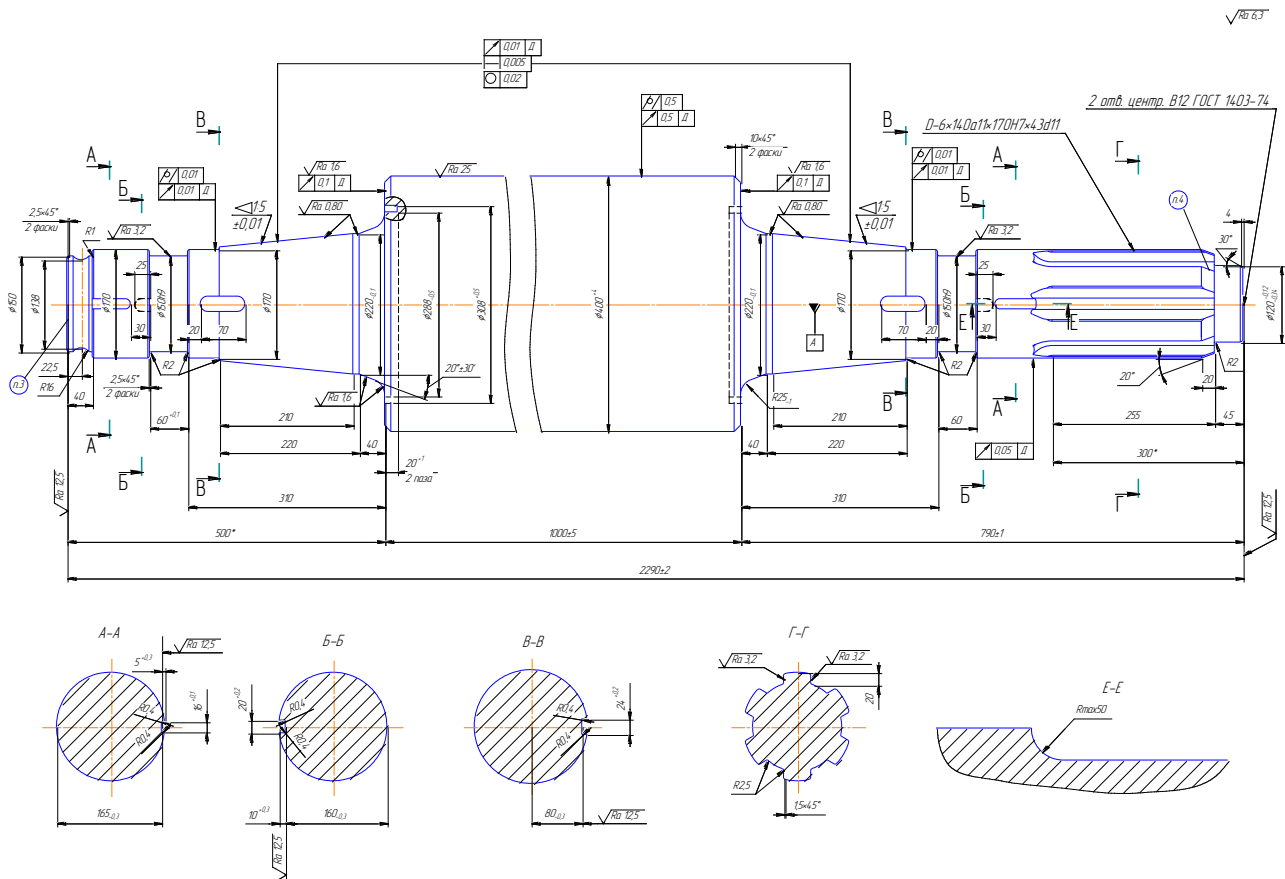


Рисунок 2.1 – Ескіз деталі Валок

Валок виготовлений із чавуна СШХН-50. Цей чавун використовуються для сортопрокатних ливарних чавунних валків передчистових і чистових клітей проволочних, дрібно-, крупносортних, рельсобалочних і трубних станів; для валків універсальних клітей.

					КНУ.КМР.131.24.1-05.02.ПТЕАВ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Заблоцький			ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ПРОЕКТУ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Кіяновський					1	1
Т. Контр.								
Н. Контр.		Нечасв						
Затверд.		Рязанцев				Каф.ТМ, гр ПМ-23м		

Замінниками чавуну СШХН-50 можуть бути наступні чавуни: СПХН-65, СПХН-60 і СПХН-59. В якості замінників доцільно використовувати саме ці чавуни, тому що вони мають близький за вмістом хімічний склад та схожі механічні властивості.

Хімічний склад та механічні властивості наведені у таблицях 2.1 та 2.2.

Нерівномірність глибини чистого відбілу по діаметру і довжині бочки повинна заходитися в межах вказаних норм.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад чавунів, %

Чавуни	C	Cr	Si	Mn	Ni	P	S
						не більш	
СШХН-50	2,7-3,9	0,2-1,0	1,5-2,6	0,4-1,0	0,8-1,6	0,30	0,02
СПХН-65		0,2-1,2	0,3-0,6	0,3-0,8	1,7-2,5	0,50	0,16
СПХН-60			0,4-0,8				
СПХН-59			0,6-1,0				
СПХН-51		0,5-1,0	0,6-1,4		0,7-1,7	0,3	

Таблиця 2.2 – Механічні властивості чавунів

Чавуни	Глибина чистого відбілу, мм	Твердість по Шору, HSD
СШХН-50	20-50	50-62
СПХН-65	20-50	65-75
СПХН-60	20-50	60-70
СПХН-59	20-50	59-69
СПХН-51	20-50	51-61

Завдяки застосуванню термічної обробки як фінішної операції технологічного процесу виготовлення прокатних валків можна значно підвищити експлуатаційну стійкість і знизити брак, виключити передбачене ТУ природне старіння валків протягом 3-5 місяців.

Режим низькотемпературного релаксаційного відпалу: нагрів зі швидкістю 20-30°C\год до 500-600°C, витримка (0,6...2)D (D – діаметр валку, м) і охолодження зі швидкістю 20-30°C\год до 100-150°C.

Режим зміцнюючої високотемпературної обробки: нагрів до 900-950°C зі швидкістю, яка визначається по емпіричній формулі $v = 12(7...5D)$; охолодження водоповітряною сумішшю до 600-550°C з відносними витратами $(2-5,5) \cdot 10^3 \text{ м}^3/(\text{год} \cdot \text{м}^2)$ в залежності від вихідної і необхідної твердості чавуна робочого шару, потім охолодження з піччю зі швидкістю 20-30°C\год до 100-150°C.

								Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.02.ПТЕАВ			

2.2 Аналіз якості поверхонь деталей

На кресленні деталі Валок пронумеруємо всі поверхні починаючи зліва і в наступному цю нумерацію будемо використовувати для позначення у тексті.

Для даної деталі, основні поверхні -це конічні поверхні 12 і 27, циліндричні поверхні 8, 14, 25 і 31, а також 16, 17, 22 і 23 на які установлюють підшипник рідинного тертя і торці 18 і 21, які упираються в підшипник [2].

Для даної деталі, допоміжні поверхні, це поверхні 6, 10, 29, 33.

Спряжені поверхні – це поверхні, на які установлюються чи спрягаються не відповідальні деталі. Це поверхні 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43.

Усі інші поверхні є вільними.

Визначаємо норми точності для усіх поверхонь та їх взаємозв'язок. Дані заносимо до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Аналіз якості поверхонь деталі

№ пов.	Номинальний розмір, мм	Квалітет, IT	Допуск T, мкм чи відхилення розміру	Шорсткість Ra, мкм	Відхилення форми і розташування поверхонь									
1	2	3	4	5	6									
1, 36	2290	14	4400	12,5										
2	φ 150	14	1000	6,3										
3	22,5	14	520	6,3										
4	φ 138	14	1000	6,3										
5	40	14	620	6,3										
6	φ 170	14	1000	6,3										
7, 32	60	10	120	6,3										
8, 31	φ 150	9	100	3,2										
9, 30	310	14	1300	6,3										
10, 29	φ 170	14	1000	6,3	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>0,01</td> <td>Д</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,01</td> <td></td> </tr> </table>		0,01	Д		0,01				
	0,01	Д												
	0,01													
11, 28	220	14	1150	6,3										
12, 27	конічна поверхня $\sphericalangle 1:5$	5	20	0,8	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>0,01</td> <td>Д</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,005</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,02</td> <td></td> </tr> </table>		0,01	Д		0,005			0,02	
	0,01	Д												
	0,005													
	0,02													

1	2	3	4	5	6
13, 26	210	14	1150	6,3	
14, 25	$\phi 220$	9	115	0,8	
15, 24	40	14	620	6,3	
16, 23	$\phi 220$ кут $20^\circ \pm 30'$	9	115	1,6	
17, 22	R25	15	840	1,6	
18, 21	1000	12	900	1,6	
19	паз b=20	16	840	6,3	
20	$\phi 400$	16	3600	25	
33	$\phi 170$	11	250	6,3	
34	45	14	620	6,3	
35	$\phi 120$	11	220	6,3	
37, 42	b=16	11	110	6,3	
38, 41	b=20	12	210	6,3	
39, 40	b=24	12	210	6,3	
43	шліци b=43, n=6	11	160	3,2	

На кресленні деталі базою Д є вісь, відносно неї проставлене радіальне биття основних і допоміжних поверхонь.

Взаємозв'язок норм точності відповідає правилу:

$$T_1 > T_2 > T_3, \quad (2.1)$$

де T_1 – допуск на розмір, мкм;

T_2 – допуск на макрогеометрію;

T_3 – допуск на мікрогеометрію.

Для поверхонь 12 і 27:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.02.ПТЕАВ				

2.3 Технічний контроль робочого креслення

Робоче креслення деталі Валок виконано на форматі А1. Креслення деталі представлено головним видом, перерізами: А-А, виконаним по ступені ϕ^{170} , що має шпонковий паз; Б-Б, виконаним по ступені ϕ^{170} , що має шпонковий паз; В-В, виконаним по ступені ϕ^{176} , що має шпонковий паз; Г-Г, виконаним по ступені ϕ^{170d11} , що має шліци; Е-Е. Ці зображення дають повне уявлення про конструкцію деталі та конфігурацію складових її елементів.

На кресленні проставлені усі діаметральні та лінійні розміри. Лінійні розміри проставлені координатним і ланцюговим методами. Деякі найбільш важливі лінійні та діаметральні розміри мають допуски. Точності незазначених допусків позначені у загальному записі на полі креслення і відповідають 14 квалітету.

Шорсткість поверхонь в більшості випадків проставлена, а невказана шорсткість становить $Ra\ 6,3$, про що є вказівка у правому верхньому куті.

На кресленні показана база Д по осьовій лінії деталі, про що свідчить затемнений трикутник. Відносно неї є вимоги до радіального биття посадочних шийок в межах $0,01\ мм$, що становить нормальну точність.

Відсутність вказівок говорить про те, що поверхні деталі не підлягають захисним покриттям.

В штампі креслення указаний матеріал – чавун СШХН-50. У відповідній графі вказана маса деталі: $1185\ кг$ та масштаб: 1:2,5.

Креслення містить всю необхідну інформацію, яка дає вірне уявлення про форму, розміри і вимоги до якості поверхонь деталі.

2.4 Аналіз технологічності

2.4.1 Якісний аналіз технологічності

Деталь Валок відноситься до 71 класу – деталі – тіла обертання типу кілець, дисків, шківів, блоків, стержнів, втулок, стаканів, колонок, валів, осей, штоків, шпинделів. Віднесення деталей до типового технологічного процесу відбувається на основі класифікатора ЄСКД [3].

Складаємо конструкторсько-технологічний код деталі:

– технологічний код деталі: ИС344 і 1444А8С, де ИС – розмірна характеристика, 34 – група матеріалу, 4 – технологічним методом виготовлення, 14 – вид вихідної заготовки, 4 – квалітет, 4 – параметр шорсткості Ra, А – характеристика технологічних вимог, 8 – термообробка, С – маса деталі.

– конструкторський код деталі: 710640.

Валок виготовлений з високоміцного чавуну СШХН-50 і має оброблюваність нижче за середню, тому треба використовувати спеціальні режими різання.

					КНУ.КМР.131.24.1-05.02.ПТЕАВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виготовлення деталі вибираємо тип заготовки – лиття в кокіль для середньосерійного виробництва.

Валок відноситься до деталі типу вал, має ступінчасту форму і складається з тіл обертання, діаметри яких трохи відрізняються один від одного. Усі зовнішні поверхні зручні для обробки і відкриті для вимірювань. Також деталь має зручні поверхні для кріплення її затиском, трьохкулачковим патроном, повідковим патроном, центрами та установки її на призми.

Жорсткість деталі ($l/d = 5,7$) середня, тому треба використовувати занижені режими різання і не оброблювати одночасно декількома ріжучими інструментами.

Необхідну точність і шорсткість для валка можна отримати на спеціальних верстатах занижених норм точності.

Оскільки у валка велика вага, то його бажано обробляти на одному верстаті, зменшуючи кількість переустановок. Наприклад, методом пробних ходів і промірів. Тому замінюємо шліфування тонким точінням за допомогою різців з металокераміки NX2525.

Деталь має просту форму тіл обертання, не має складних для виконання елементів, але має деякі недоліки: велику вагу.

Таким чином деталь є мало технологічною, але зміни в конструкції не робимо, не технологічність враховуємо в призначенні режимів різання, виборі обладнання і інструменту.

2.4.2 Кількісний аналіз технологічності

Розраховуємо коефіцієнт використання матеріалу [4]:

$$K_{в.м} = \frac{Q_0}{Q_3}, \quad (2.2)$$

де Q_0 – маса деталі, ($Q_0 = 1185 \text{ кг}$);

Q_3 – маса заготовки, ($Q_3 = 1268 \text{ кг}$).

$$K_{в.м} = \frac{1185}{1268} = 0,93$$

Даний коефіцієнт знаходиться в межах норми для середньосерійного виробництва.

Розраховуємо коефіцієнт точності обробки за формулою:

$$K_{т.ч.} = 1 - \frac{1}{T_{сер.}}, \quad (2.3)$$

де $T_{сер.}$ – середній квалітет точності, який розраховується за формулою:

$$T_{сер.} = \frac{\sum T \cdot \Pi_i}{\sum \Pi_i}, \quad (2.4)$$

де T – квалітет точності поверхні;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.02.ПТЕАВ	

Π_i – число поверхонь з відповідним квалітетом.

$$T_{сер.} = \frac{17 \cdot 2 + 16 \cdot 2 + 15 \cdot 1 + 14 \cdot 18 + 12 \cdot 6 + 11 \cdot 5 + 9 \cdot 5 + 5 \cdot 2}{41} = 12,56$$

$$K_{м.ч.} = 1 - \frac{1}{12,56} = 0,92$$

Так як $K_{м.ч.} > 0,8$, то за цим показником деталь являється технологічною. Розраховуємо коефіцієнт шорсткості за формулою:

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{сер.}}, \quad (2.5)$$

де $Ш_{сер.}$ – середня шорсткість поверхонь, яка розраховується за формулою:

$$Ш_{сер.} = \frac{\sum Ra \cdot \Pi'_i}{\sum \Pi'_i}, \quad (2.6)$$

де Ra – параметр шорсткості поверхні, мкм;

Π'_i – число поверхонь відповідної чистоти.

$$Ш_{сер.} = \frac{25 \cdot 1 + 12,5 \cdot 2 + 0,8 \cdot 4 + 6,3 \cdot 27 + 1,6 \cdot 4 + 3,2 \cdot 3}{41} = 5,84$$

$$K_{ш} = \frac{1}{5,84} = 0,17$$

Так як $K_{ш} \leq 0,2$, то за цим показником деталь є технологічною. Розраховуємо коефіцієнт уніфікації:

$$K_{уніф.} = \frac{n}{N}, \quad (2.7)$$

де n – кількість уніфікованих розмірів;

N – загальна кількість розмірів.

$$K_{уніф.} = \frac{43}{61} = 0,7$$

2.5 Вибір типу виробництва. Задачі проектування. Пропозиції щодо удосконалення

					КНУ КМР 131 24 1-05 02 ПТФ АВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні дані	
Річна програма N_p , шт	500
Штучно-калькуляційний час, хв	$T_{шт.-к.1}$ 13,18
	$T_{шт.-к.2}$ 49,78
	$T_{шт.-к.3}$ 61,7
	$T_{шт.-к.4}$ 11,18
	$T_{шт.-к.5}$ 95,91
Йомвірний тип виробництва (ДС=1, СС=2, ВС=3)	2
Кількість змін	1

Коефіцієнт закріплення операцій	
$K_{з.о.} = \frac{\sum \Pi_{oi}}{\sum P_i}$	
<p>де $\sum \Pi_{oi}$ – сумарне число різних операцій за місяць з розрахунку на одного змінного майстра; $\sum P_i$ – явочне число робітників ділянки, що виконують різні операції при роботі в одну</p>	
$\Pi_{oi} = \frac{13182 \cdot \eta_H}{T_{шт.к.} \cdot N_M}$	
<p>де η_H – плановий нормативний коефіцієнт завантаження верстата, прийнятий для велико-, середньо- та дрібносерійного виробництва відповідно рівним 0,75; 0,8; 0,9; N_M – місячна програма випуску заданої деталі, шт. $N_M = \frac{N_p}{s \cdot 12}$</p>	
$\Pi_{o1} = \frac{13182 \cdot 0,8}{13,18 \cdot 41,67} = 19,2$	$\sum P_i = P_1 + P_2 + \dots + P_n$ $P_1 = 0,96 \cdot \eta_H = 0,96 \cdot 0,8 = 0,768$ $\sum P_i = 5 \cdot 0,768 = 3,84 = 4$
$\Pi_{o2} = \frac{13182 \cdot 0,8}{49,78 \cdot 41,67} = 5,084$	
$\Pi_{o3} = \frac{13182 \cdot 0,8}{61,7 \cdot 41,67} = 4,102$	
$\Pi_{o4} = \frac{13182 \cdot 0,8}{11,18 \cdot 41,67} = 22,64$	
$\Pi_{o5} = \frac{13182 \cdot 0,8}{95,91 \cdot 41,67} = 2,639$	
$K_{з.о.} = \frac{53,67}{4} = 13,42$	
Виробництво середньосерійне	

Розмір партії деталей

$$n = \frac{N_p \cdot a}{\Phi}$$

де Φ – число робочих днів в році;
 a – кількість днів запаса деталей на складі; для
 крупних деталей – 2...3 дн.; середніх – 3...5 дн.;
 дрібних – 5...10 дн.

$$n = \frac{500 \cdot 2}{249} = 4 \text{ шт.}$$

Таким чином виробництво буде середньосерійним – $10 \leq K_{3.0} \leq 20$.

2.5.2 Вибір діючого заводського технологічного процесу. Задачі проектування. Пропозиції щодо удосконалення

В якості базового маршруту обробки деталі Валок використовуємо діючий заводський технологічний процес, який представлений у таблиці 2.6.

Таблиця 2.5 – Заводський технологічний процес деталі Валок

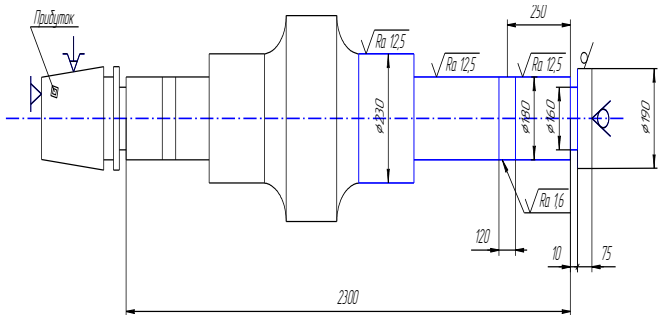
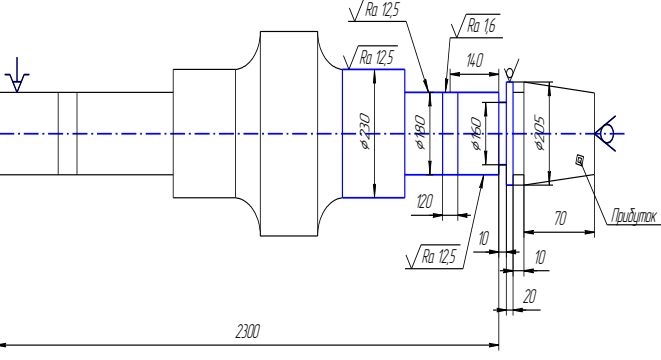
№ операції	1. Назва операції 2. Модель верстата 3. Зміст переходів	Ескіз операції
1	2	3
005	1. Контрольна 2. Стіл ВТК 3. 1) Перевірити геометричні розміри заготовки, припуски на механічну обробку, наявність технологічних напусків для зразків. 2) Перевірити наявність робочої картки на валок (робочу картку отримати із ФЧЛЦ спільно із заготовкою).	

Продовження таблиці 2.5

1	2	3
010	1. Розміточна 2. Плита розміточна 3. Нанести осьову лінію, виставити по бочці валка, розмітити центровий отвір з приводного боку (торець, який не має прибутку).	
015	1. Розточна 2. Горизонтально-розточний 2657 3. Установ А: Встановити, вивірити, закріпити. 1) Фрезерувати до "чистоти" торець валка з приводного боку. 2) Центрувати (центровий отвір В12).	
020	1. Токарна 2. Токарно-гвинторізний 165 3. Обробку валка починати з приводного (цапфа, яка має лиски, шліци, шпонки) боку. Установ А: Встановити в патроні за прибуткову частину валка, підтиснути центром, вивірити, закріпити. 1) Точити з припуском 8 мм зовнішній діаметр бочки валка. 2) Перевірити поверхню бочки валка. Після обточування не	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження таблиці 2.5

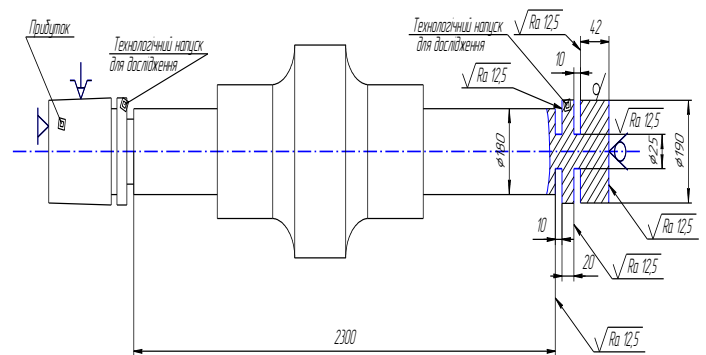
1	2	3
	<p>повинні мати видимих незброєним оком ливарних дефектів типу “Несуцільності” і “Включення”.</p> <p>3) Розмітити бочку валка у розмір 1000, перевірів розташування бочки до цапф.</p> <p>4) Нанести риси на бочці валка у розмір 1000.</p> <p>5) Виготовити зразок із кільця.</p>	
025	<p>1. Токарна 2. Токарно-гвинторізний 165 3. Установ А, Б: Встановити, вивірити,</p>	
	<p>1) Діаметри приводної і неприводної цапфи для відбору зразків не точити, решту точити згідно ескізу.</p> <p>2) Точити дві шийки під люнет.</p> <p>Установ В: Встановити люнет.</p> <p>1) Точити канавки згідно ескізу.</p> <p>Установ Г: Переустановити, встановити в патроні, люнеті, закріпити.</p> <p>1) Відрізати прибуткову частину (відрізку проводити на занижених режимах різання).</p>	<p>Установ А</p>  <p>Установ Б</p> 

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

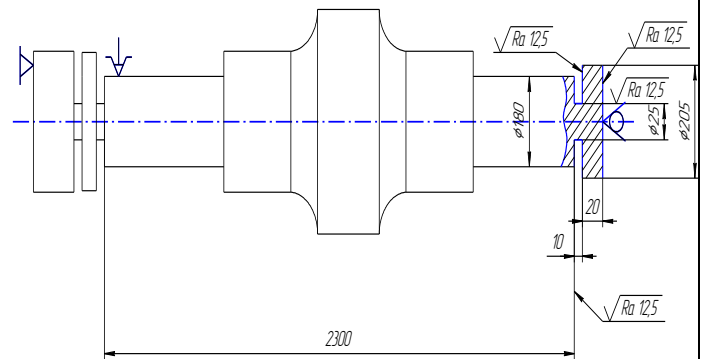
Продовження таблиці 2.5

2) Точити канавки для дослідження.
 Установ Д:
 Зняти заготовку, відбити диски.
 1) Маркірувати диск і відповідний йому торець номером відливки і буквами "Н" і "П".
 Виготовити зразки з дисків згідно технології виготовлення зразків. Передати в технічне управління на металографічне дослідження (Визначення форми включення графіту). Контрольна глибина

Установ В

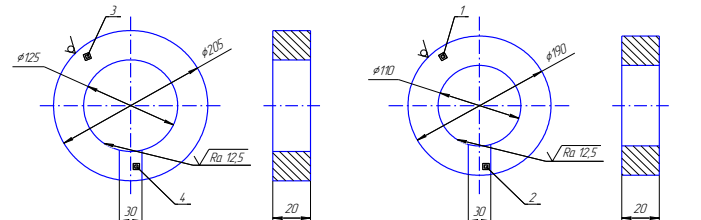


Установ Г



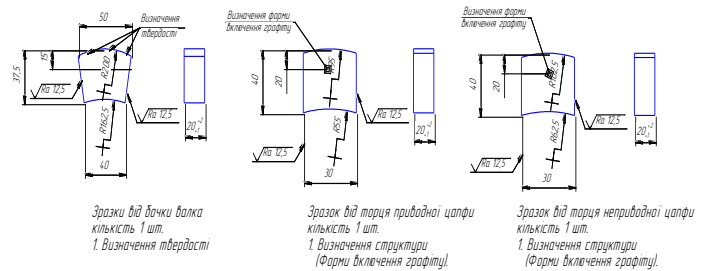
визначення форми графіту – 20 мм від литої циліндричної поверхні відібраного від приводної і неприводної цапф. Деталь брати у роботу після отримання результатів дослідження.

Установ Д



Поз. 3 Кільце від торця неприводної цапфи
 кількість 1
 Поз. 4 Зразок кільць
 кількість 1

Поз. 1 Кільце від торця приводної цапфи
 кількість 1
 Поз. 2 Зразок кільць
 кількість 1



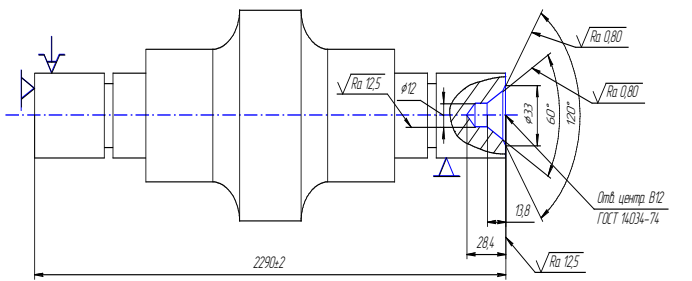
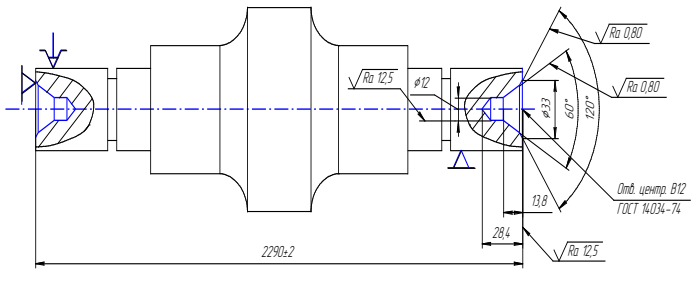
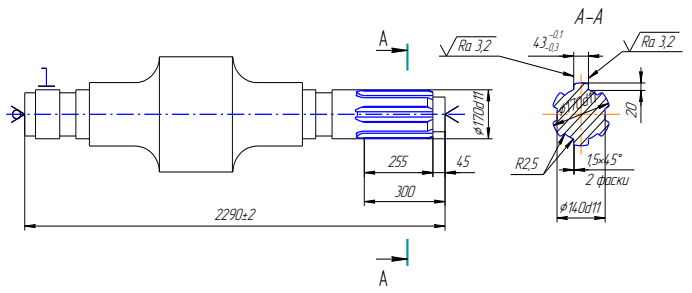
Зразки від дочки валка
 кількість 1 шт.
 1. визначення твердості

Зразок від торця приводної цапфи
 кількість 1 шт.
 1. визначення структури (Форми включення графіту)

Зразок від торця неприводної цапфи
 кількість 1 шт.
 1. визначення структури (Форми включення графіту)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Продовження таблиці 2.5

<p>030</p>	<p>1. Токарна 2. Токарно-гвинторізний 165 3. Установ А: Встановити в патроні, лунеті, вивірити, закріпити. 1) Підрізати торці у розмір 2290 (±2,0) з перестановкою деталі. 2) Центрувати з двох боків центровий отвір В12 ГОСТ 14034-74. Установ Б: Встановити в центрах, у патроні, закріпити. 1) Точити конусні шийки з припуском 1мм, решту точити згідно креслення.</p>	<p>Установ А</p>  <p>Установ Б</p> 
<p>035</p>	<p>1. Зубофрезерна 2. Зубофрезерний 5А370 3. Установ А: Встановити, вивірити, закріпити. 1) Фрезерувати шліци b=43, n=6.</p>	
<p>040</p>	<p>1. Розміточна 2. Плита розміточна 3. Нанести осьові лінії, розмітити пази В=24, В=20, В=16.</p>	
<p>045</p>	<p>1. Фрезерна 2. Поздовжньо-фрезерний 6608 3. Установ А: Встановити, вивірити, закріпити.</p>	

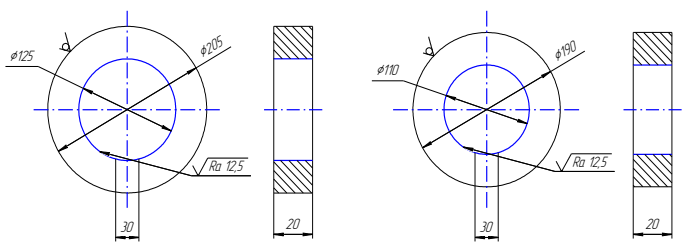
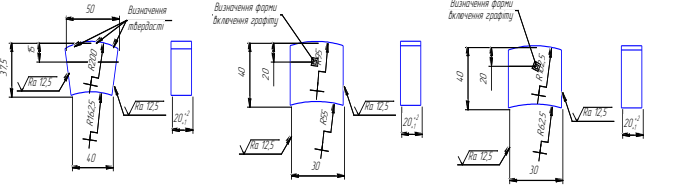
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Продовження таблиці 2.5

1	2	3
	<p>1) Фрезерувати пази $B=24 (+0,2)$, $B=20 (+0,2)$, $B=16 (+0,1)$.</p>	
050	<p>1. Шліфувальна 2. Круглошліфувальний 3A172 3. Установ А: Встановити, вивірити, закріпити. 1) Шліфувати конусні шийки згідно креслення. Установ Б: Перестановити, вивірити, закріпити. 1) Шліфувати конусні шийки згідно креслення.</p>	<p>Установ А</p> <p>Установ Б</p>
055	<p>1. Слюсарна 2. Верстак слюсарний 3. Маркірувати № відливки ударним способом на торцях приводної і неприводної цапфи клеймами цифровими висотою цифр не менш 6 мм.</p>	
060	<p>1. Контрольна 2. Стіл ВТК 3. Контроль ВТК. Заповнити робочу картку на валок.</p>	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Продовження таблиці 2.5

1	2	3
	Скласти паспорт у двох екземплярах. Технологія виготовлення зразків із кілець за ескізами.	
065	1. Токарна 2. Токарно-гвинторізний 1К62 3. Установ А: Встановити в патроні диск, вивірити, закріпити. 1) Свердлити і розточити внутрішній діаметр.	
070	1. Розміточна 2. Плита розміточна 3. Нанести осьові лінії, розмітити зразки.	
075	1. Стругальна 2. Поперечно-стругальний 7М37 3. Установ А: Встановити, вивірити,	
	закріпити. 1) Стругати сегменти.	 <p data-bbox="861 1568 989 1635">Зразки від вачки долка кількість 1 шт. 1. Визначення твердості</p> <p data-bbox="1069 1568 1244 1635">Зразок від торця привідної цапфи кількість 1 шт. 1. Визначення структури (Форми вклячення графіту).</p> <p data-bbox="1276 1568 1468 1635">Зразок від торця непривідної цапфи кількість 1 шт. 1. Визначення структури (Форми вклячення графіту).</p>
080	1. Контрольна 2. Стіл ВТК 3. Контроль ВТК. Маркірувати.	

Для вдосконалення заводського технологічного процесу виконуємо наступні зміни:

1. Оскільки у валків велика вага, то їх бажано обробляти на одному верстаті, зменшуючи кількість переустановок. Тому замінюємо шліфування тонким точінням за допомогою різців з металокераміки NX2525.

2. Виключаємо операції розмітки та об'єднуємо декілька операцій завдяки використанню верстатів з ЧПК, що призводить до скорочення штучно-калькуляційного часу на 10%.

3. Скорочення затрат допоміжного часу за рахунок використання автоматизованих систем затиску і закріплення заготовки на верстаті.

Всі ці доповнення будуть враховані при складанні технологічного процесу.

					КНУ КМР 131 24 1-05 02 ПТЕАВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

3.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок

3.1.1 Вибір і техніко-економічне обґрунтування заготовок

Для отримання деталі вибираємо 2 види заготовок: лиття в кокіль і лиття в піщано-глинясті форми. Для вирішення питання, яка заготовка краще, необхідно зробити техніко-економічне обґрунтування. Обґрунтовуємо варіанти одержання заготовки, користуючись матрицею впливу факторів [6].

У відповідності з конструкцією деталі і технічними вимогами встановлюються основні фактори, що визначають вибір виду заготовки і технологію її виготовлення. Аналізуючи ступінь впливу факторів, обираємо один доцільний технологічний процес, що забезпечує отримання заготовок потрібної якості.

Таблиця 3.2 – Матриця впливу факторів

Спосіб виготовлення заготовки	Фактори					Σ
	Форма і розміри заготовки	Потрібна точність і якість поверхні	Технологічні властивості матеріалу	Річна програма	Собівартість	
Лиття в кокіль	+	+	+	+	+	5
Лиття в піщано-глинясті форми	+	-	+	+	-	3

З матриці впливу факторів видно, що доцільно одержати заготовку литтям в кокіль.

Робимо техніко-економічне обґрунтування заготовок.

Розраховуємо для лиття в кокіль вартість заготовки, грн.:

$$A = Q \cdot C \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_{on} - (Q - q) \cdot Ц, \quad (3.1)$$

де $Q = 1268$ – маса заготовки, кг;

$q = 1185$ – чиста маса деталі, кг;

					КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТПО			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Заблюцький			ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Кіяновський						
Т. Контр.								
Н. Контр.		Нечаєв				Каф.ТМ, гр ПМ-23м		
Затверд.		Рязанцев						

$C = 52,0$ – вихідна оптова ціна 1 кг заготовки, грн.;

$K_m = 0,65$ – коефіцієнт, який враховує масу заготовки;

$K_c = 1$ – коефіцієнт, який враховує групу складності відливки;

$K_{on} = 0,64$ – коефіцієнт, який враховує групу серійності відливки;

$C = 15$ – ціна 1 кг відходів, грн.

$$A = 1268 \cdot 52,0 \cdot 0,65 \cdot 1 \cdot 0,64 - (1268 - 1185) \cdot 15 = 34149,5 \text{ грн.}$$

Розраховуємо для лиття в піщано-глинясті форми вартість заготовки, грн.:

$$A = Q \cdot C \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_{on} - (Q - q) \cdot C, \quad (3.2)$$

де $Q = 1379$ – маса заготовки, кг;

$q = 1185$ – чиста маса деталі, кг;

$C = 52,0$ – вихідна оптова ціна 1 кг заготовки, грн.;

$K_m = 1,3$ – коефіцієнт, який враховує масу заготовки;

$K_c = 1,2$ – коефіцієнт, який враховує групу складності відливки;

$K_{on} = 0,8$ – коефіцієнт, який враховує групу серійності відливки;

$C = 15$ – ціна 1 кг відходів, грн.

$$A = 1379 \cdot 52,0 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 0,8 - (1379 - 1185) \cdot 15 = 86581,5 \text{ грн.}$$

Висновок: виходячи із інформації про розрахунок техніко-економічного обґрунтування методу одержання заготовки, одержання заготовки литтям в кокіль – доцільно. Це видно з вартості заготовки.

3.1.2 Проектування заготовок

3.1.2.1 Проектування заготовки, отриманої литтям в кокіль

Для деталі та умов її виготовлення назначаємо клас точності розмірів і мас та ряд припусків:

$$\frac{7_T - 12}{2 - 5}$$

Так як відливка середньої складності і виробляється в умовах механізованого серійного виробництва, вибираємо середнє значення – $\frac{9}{3}$. Назначаємо допуски на розміри відливки в залежності від величини розміру і прийнятого класу точності розмірів за таблицею 1 [7]. Так як всі поверхні відливки оброблюються механічно, то граничні відхилення будуть симетричні.

Назначаємо граничні відхилення зміщення від номінального положення елементів відливки по площині роз'єму за допомогою таблиці 2 [7], $\Delta_{zm} = \pm 1,2$.

За допомогою таблиці 3 [7] визначаємо граничні відхилення короблення.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.03.ПТПО				

Ступінь короблення залежить від відношення найменшого габаритного розміру до найбільшого: $\frac{400}{2290} = 0,175$.

Виходячи із конструкції деталі, ступінь короблення дорівнює 8 [7].

Таким чином $\Delta_{кор} = \pm 6,0$.

Попередньо за таблицею 4 [7] назначаємо верхнє відхилення маси відливки в залежності від номінальної маси відливки і класу точності мас. $G_s = 1268$ кг.

Верхнє граничне відхилення маси відливки – 1,2%.

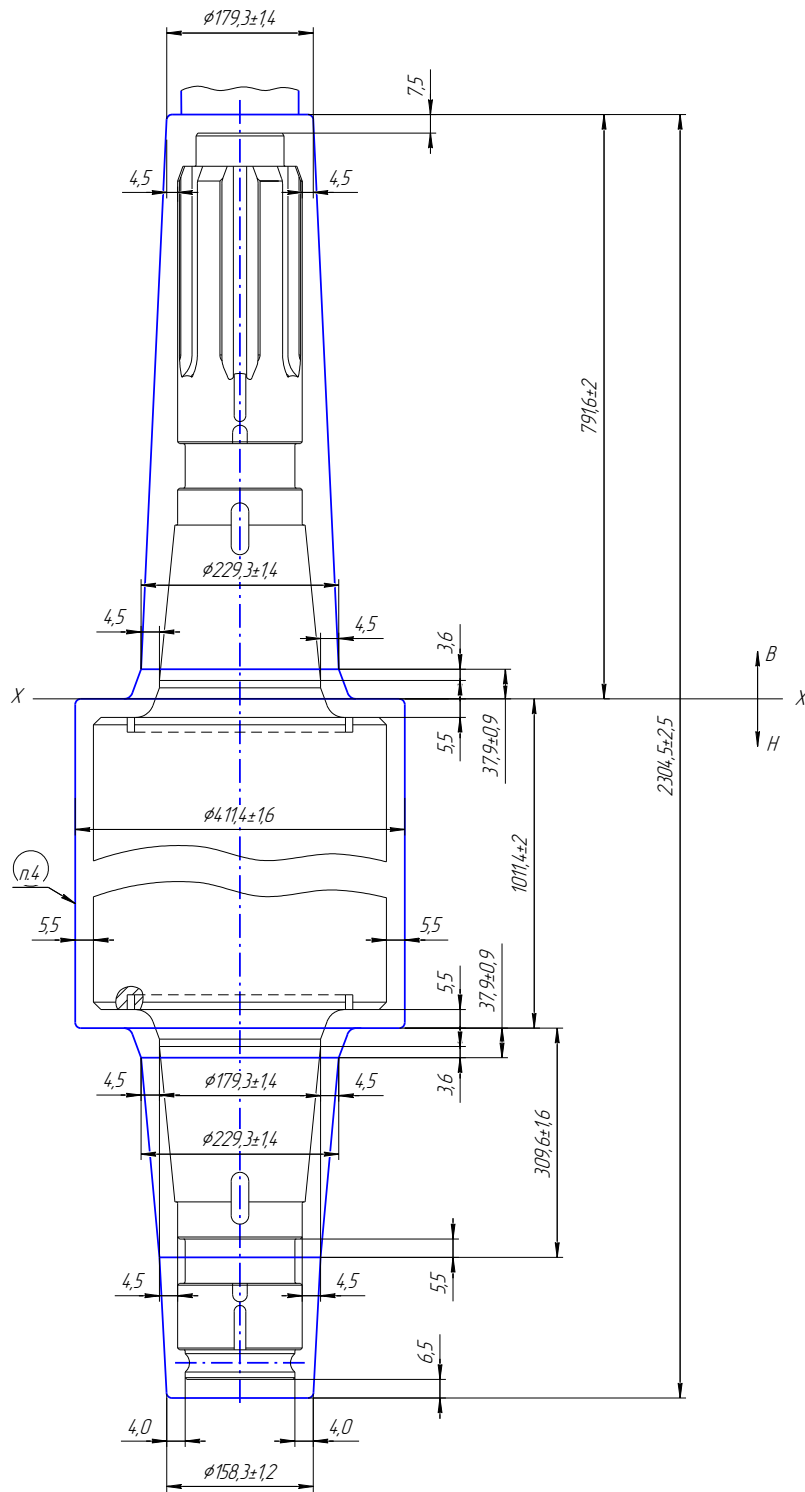
За таблицею 5 [7] назначаємо припуски на механічну обробку в залежності від допуску розглядаємого розміру та ряду припуску, а також по точності розміру, яка визначається за таблицею 6 [7]. В нашому випадку на всі розміри потрібно обирати більше значення припуску.

Так як $\Delta_{кор} > \frac{T}{2}$ всіх розмірів, то додатковий припуск назначаємо за таблицею 7 [7].

Дані проектування заносимо в таблицю 3.3.

Виконуємо самостійне креслення відливки з технічними вимогами.

					КНУ КМР.131.24.1-05.03.ПТПО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1. Допускається заміна матеріалу на чавун СРХН-65 ТУ У 27.1-00190319-1291-2002
2. Графітизуючий відгал до НВ220.
3. Поверхні заготовки дродеструїті.
4. Місце виміру твердості.
5. Точність відливки 9-8-9 ГОСТ 26648-85.
6. Верхнє граничне відхилення маси відливки не повинно перевищувати 1,2%.
7. Незазначені формувачні ухили 1°32'
8. Незазначені ливбарні радіуси: зовнішні - 3 мм, внутрішні - 5 мм.
9. Контролювати 25% заготовок.

Рисунок 3.2 – Ескіз відливки, отриманої литтям в кокіль з технічними вимогами

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КМР.131.24.1-05.03.ПТПО

Арк.

3.1.2.2 Проектування заготовки, отриманої литтям в піщано-глинясті форми

Для деталі та умов її виготовлення назначаємо клас точності розмірів і мас та ряд припусків [7]:

$$\frac{9_T - 13}{3 - 6}.$$

Так як відливка середньої складності і виробляється в умовах механізованого серійного виробництва, вибираємо середнє значення – $\frac{11}{5}$.

Назначаємо допуски на розміри відливки в залежності від величини розміру і прийнятого класу точності розмірів за таблицею 1 [7, стор.4]. Так як всі поверхні відливки оброблюються механічно, то граничні відхилення будуть симетричні.

Назначаємо граничні відхилення зміщення від номінального положення елементів відливки по площині роз'єму за допомогою таблиці 2 [7, стор.5], $\Delta_{зм} = \pm 1,6$.

За допомогою таблиці 3 [7, стор.6] визначаємо граничні відхилення короблення.

Ступінь короблення залежить від відношення найменшого габаритного розміру до найбільшого: $\frac{400}{2290} = 0,175$.

Виходячи із конструкції деталі, ступінь короблення дорівнює 8 [7, додаток 2, стор.18].

Таким чином $\Delta_{кор} = \pm 6,0$.

Попередньо за таблицею 4 [7, стор.7] назначаємо верхнє відхилення маси відливки в залежності від номінальної маси відливки і класу точності мас.

$$G_3 = 1379 \text{ кг.}$$

Верхнє граничне відхилення маси відливки – 2,4%.

За таблицею 5 [7, стор. 8-9] назначаємо припуски на механічну обробку в залежності від допуску розглядаємого розміру та ряду припуску, а також по точності розміру, яка визначається за таблицею 6 [7, стор.10]. В нашому випадку на всі розміри потрібно обирати більше значення припуску.

Так як $\Delta_{кор} > \frac{T}{2}$ всіх розмірів, то додатковий припуск назначаємо за таблицею 7 [7].

Дані проектування заносимо в таблицю 3.4.

Виконуємо ескіз відливки (рисунок 3.3).

					КНУ.КМР.131.24.1-05.03.ПТПО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Дані проектування відливки, отриманої литтям в кокіль

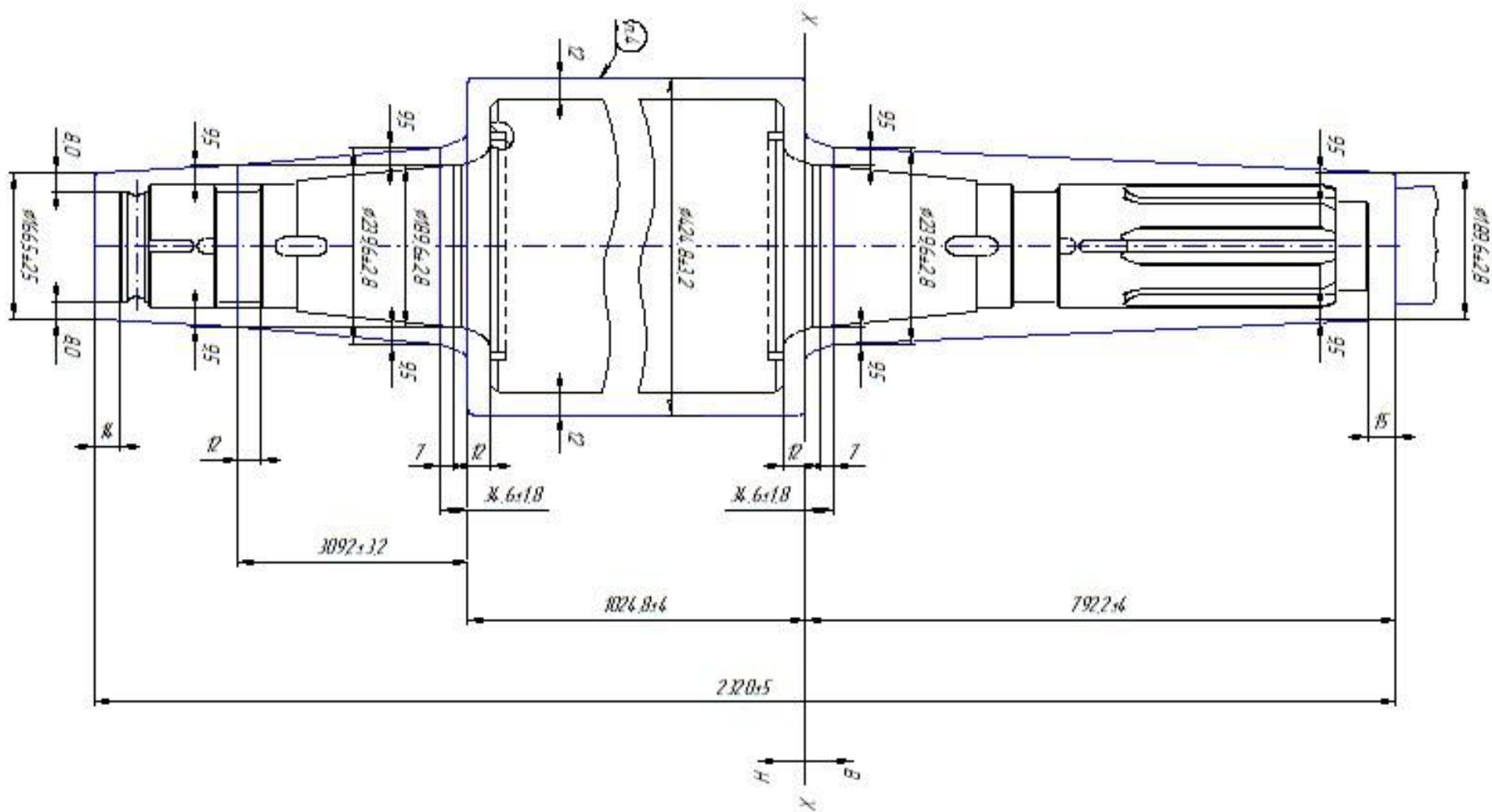
№ з/п	Номинальний розмір, мм	Характеристика поверхні		Поле допуску, мм	Граничні відхилення, мм	Основний припуск, мм	Додатковий припуск, мм	Розмір заготовки, мм	Примітки
		квалітет	шорсткість						
1	φ 400	16	25	3,2	±1,6	5,5×2	0,4	411,4±1,6	$\Delta_{зм} = \pm 1,2$
2	φ 220	9	0,8	2,8	±1,4	4,5×2	0,3	229,3±1,4	$\Delta_{кор} = \pm 6,0$
3	φ 170	14	6,3	2,8	±1,4	4,5×2	0,3	179,3±1,4	
4	φ 170	11	6,3	2,8	±1,4	4,5×2	0,3	179,3±1,4	
5	φ 150	14	6,3	2,4	±1,2	4,0×2	0,3	158,3±1,2	
6	L2290	IT14	12,5/12,5	5,0	±2,5	6,5+7,5	0,5	2304,5±2,5	
7	L1000	17	1,6/1,6	4,0	±2,0	5,5+5,5	0,4	1011,4±2,0	
8	L790	IT14	1,6/12,5	4,0	±2,0	-5,5+7,5	-0,4	791,6±2,0	
9	L310	IT14	6,3/1,6	3,2	±1,6	5,5-5,5	-0,4	309,6±1,6	
10	L40	IT14	6,3/1,6	1,8	±0,9	3,6-5,5	-0,2	37,9±0,9	

Таблиця 3.4 – Дані проектування відливки, отриманої литтям в піщано-глинясті форми

№ з/п	Номинальний розмір, мм	Характеристика поверхні		Поле допуску, мм	Граничні відхилення, мм	Основний припуск, мм	Додатковий припуск, мм	Розмір заготовки, мм	Примітки
		квалітет	шорсткість						
1	φ 400	16	25	6,4	±3,2	12×2	0,8	424,8±3,2	$\Delta_{зм} = \pm 1,6$
2	φ 220	9	0,8	5,6	±2,8	9,5×2	0,6	239,6±2,8	$\Delta_{кор} = \pm 6,0$
3	φ 170	14	6,3	5,6	±2,8	9,5×2	0,6	189,6±2,8	
4	φ 170	11	6,3	5,6	±2,8	9,5×2	0,6	189,6±2,8	
5	φ 150	14	6,3	5,0	±2,5	8,0×2	0,5	166,5±2,5	
6	L2290	IT14	12,5/12,5	10,0	±5,0	14+15	1,0	2320±5,0	
7	L1000	17	1,6/1,6	8,0	±4,0	12+12	0,8	1024,8±4,0	
8	L790	IT14	1,6/12,5	8,0	±4,0	-12+15	-0,8	792,2±4,0	
9	L310	IT14	6,3/1,6	6,4	±3,2	12-12	-0,8	309,2±3,2	
10	L40	IT14	6,3/1,6	3,6	±1,8	7,0-12	-0,4	34,6±1,8	

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР.131.24.1-05.03.ПТПО				

Рисунок 3.3 – Ескіз відливки, отриманої литтям в піщано-глинясті форми



Змін.	Арк.	№ докум.	Гідіус	Дата	КНУ КМР 131 24.1-05.03 ПТТЮ	Арк.

3.2 Вибір і обґрунтування баз

Валок відноситься до деталей типу вал.

Основними конструкторськими базами для “Валок А” є зовнішні конічні поверхні 12, 27, циліндричні поверхні 8, 14, 25 і 31, а також 16, 17, 22 і 23 які визначають положення деталі у вузлі і торці 18 і 21, які упираються в підшипник.

Допоміжними конструкторськими базами деталі є зовнішні циліндричні поверхні 6, 10, 29 і 33, шліці 43, які визначають положення виробів, які приєднуються до неї.

Технологічними базами, які визначають положення деталі при обробці, будуть: для горизонтально-розточної і фрезерної операцій – 1 і 20; для токарних операцій – 1, 6, 33, 35 і 36; для шліцефрезерної операції – 1, 6, і 36.

Виміральною базою будуть торці 1, 18, 21 та 36, так як від них проставлені всі лінійні розміри.

Для деталі Валок при виконанні горизонтально-розточної і фрезерної операцій приймаємо теоретичну схему базування, яка зображена на рисунку 3.4. В цьому випадку базуватися валок буде наступним чином: поверхня 20 виступає в ролі подвійної направляючої бази, що полишає деталь чотирьох ступенів вільності та упорною базою виступає торець 1. Подвійна направляюча і опорна база будуть реалізовуватися за допомогою призм та затискних планок.

При виконанні токарних і шліцефрезерної операцій приймаємо теоретичну схему базування, яка зображена на рисунку 3.5. В даному випадку деталь закріплюється у 3-х кулачковий патрон, люнет або повідковий патрон та підтискається упором та центрами. Це дає змогу лишити валок п'яти ступенів вільності, що для деталі типу вал є достатнім для дотримання точності.

Основною задачею першої операції є підготовка технологічних баз, тому на першій операції – горизонтально-розточній – оброблюватиметься в першу чергу торець, у якого виконується центровий отвір.

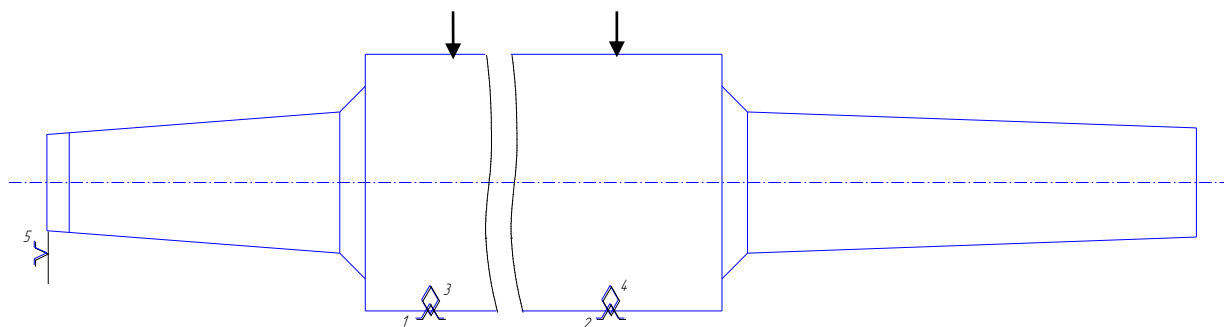


Рисунок 3.4 – Теоретична схема базування валка на горизонтально-розточній і фрезерній операціях

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТПО				

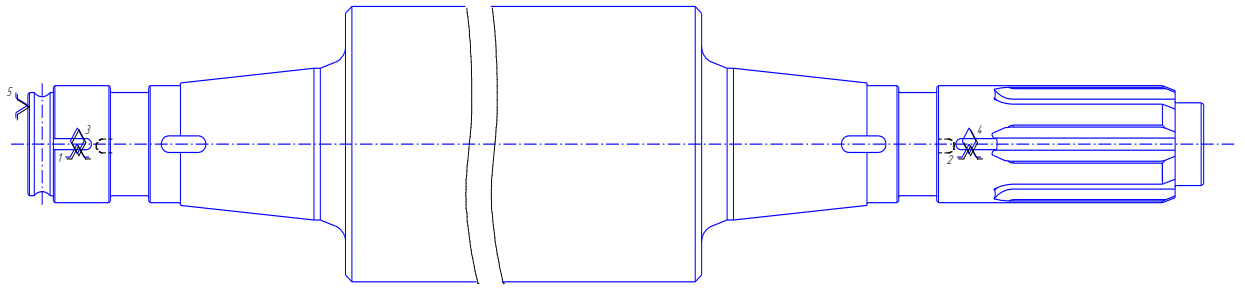
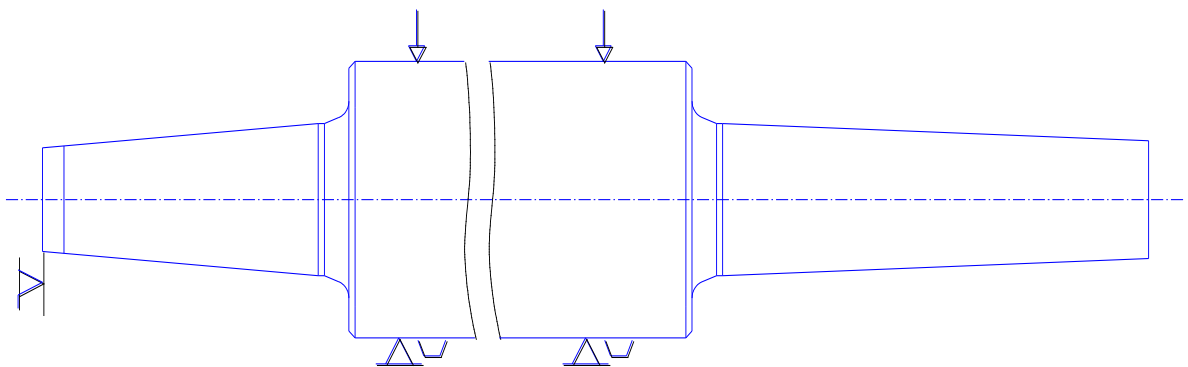
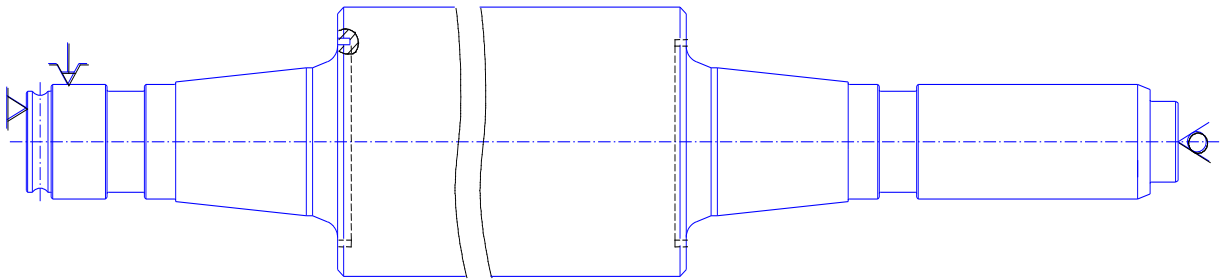


Рисунок 3.5 – Теоретична схема базування валка на токарних і шліцефрезерній операціях

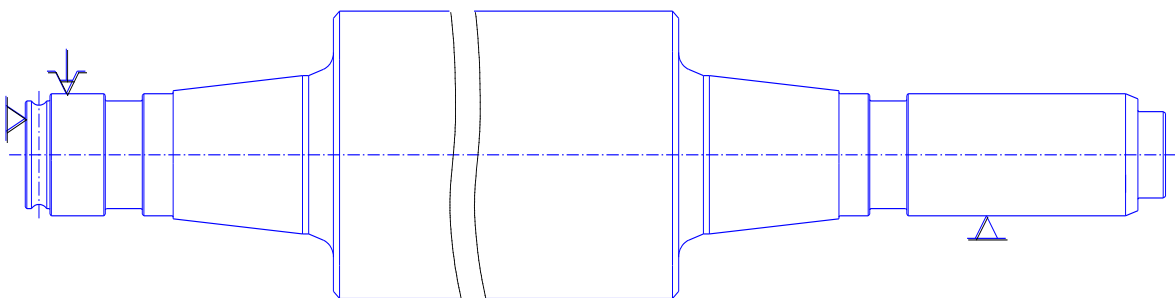
Умовні схеми базування деталі Валок представлені на рисунку 3.6.



а)

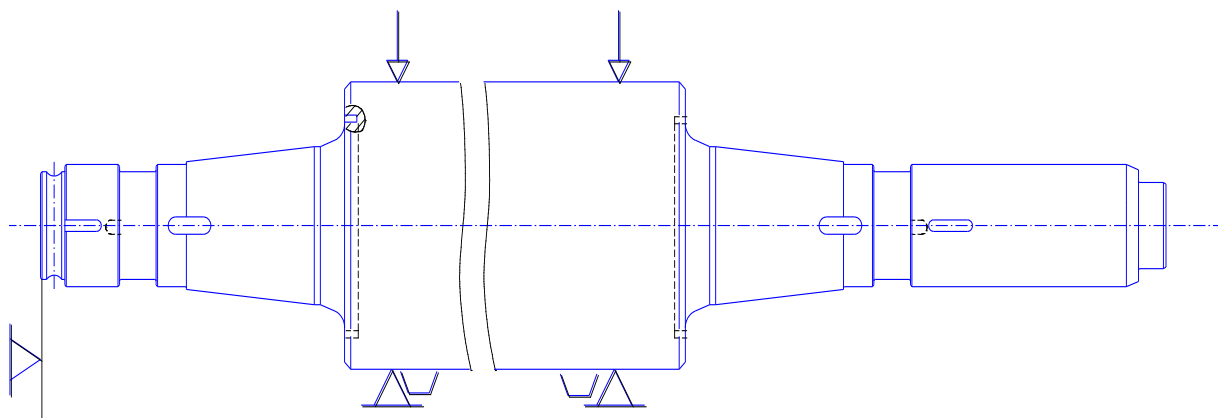


б)

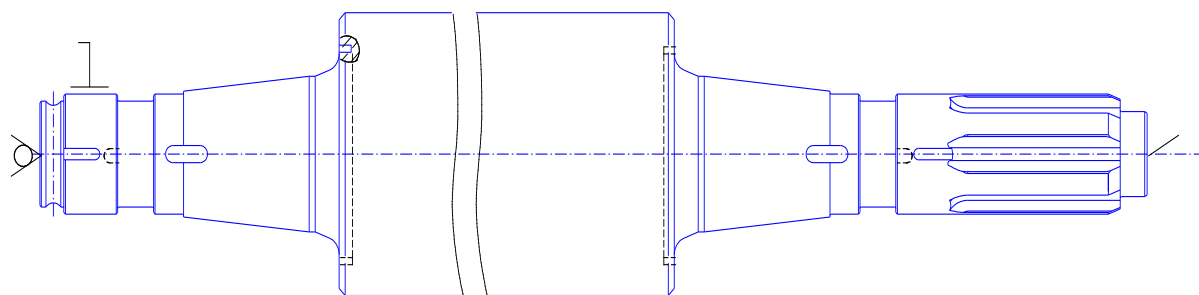


в)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



г)



д)

Рисунок 3.6 – Умовні схеми базування валка на:
 а) горизонтально-розточній операції; б) токарних операціях;
 в) токарній операції; г) фрезерній операції; д) шліцефрезерній операції

Аналізуючи схеми базування, можна сказати, що на всіх операціях обробки різанням принцип єдності баз дотримується. Принцип постійності баз не виконується повністю, так як деталь неодноразово переустановлювалась на різні операції. Але під час першої операції були підготовлені надійні технологічні бази і тому похибка базування знаходиться в допустимих межах.

3.3 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь

На зовнішні, внутрішні та торцеві поверхні визначаємо кількість послідовних переходів з поступовим наближенням до необхідної точності і шорсткості [8]. Дані заносимо до таблиці 3.5. При складанні

					КНУ КМР.131.24.1-05.03.ПТПО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

таблиці будемо користуватися нумерацією поверхонь, використаною при аналізі якості поверхонь деталі (див. п. 2.2).

Таблиця 3.5 – Послідовність обробки поверхонь

№ поверхні, розмір	Найменування переходів	Шорсткість Ra, мкм	Точність IT	Допуск T, мкм
1	2	3	4	5
1, 36 2290	Заготовка 1. Точіння чорнове	Rz80 12,5	16 14	5000 4400
2 $\phi 150$	Заготовка 1. Точіння чорнове	Rz80 6,3	16 14	2400 1000
3 22,5	1. Точіння чорнове	6,3	14	520
4 $\phi 138$	1. Точіння чорнове	6,3	14	1000
5 40	1. Точіння чорнове	6,3	14	620
6 $\phi 170$	Заготовка 1. Точіння чорнове	Rz80 6,3	16 14	2800 1000
7, 32 60	1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове	12,5 6,3	14 12	740 300
8, 31 $\phi 150h9$	1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове 3. Точіння чистове	12,5 6,3 3,2	14 12 9	1000 400 100
9, 30 310	Заготовка 1. Точіння чорнове	Rz80 6,3	16 14	3200 1300
10, 29 $\phi 170$	Заготовка 1. Точіння чорнове	Rz80 6,3	16 14	2800 1000
11, 28 220	1. Точіння чорнове	6,3	14	1150
12, 27 конічна поверхня < 1:5	Заготовка 1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове 3. Точіння чистове 4. Точіння тонке 5. Точіння тонке	Rz80 12,5 6,3 3,2 1,6 0,8	16 14 12 10 8 5	2900 1150 460 185 72 20
13, 26 210	1. Точіння чорнове	6,3	14	1150

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТПО				

1	2	3	4	5
15, 24 40	Заготовка 1. Точіння чорнове	Rz80 6,3	16 14	1800 620
16, 23 $\phi 220$ кут $20^\circ \pm 30'$	1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове 3. Точіння чистове 4. Точіння тонке	12,5 6,3 3,2 1,6	14 12 10 9	1150 460 185 115
17, 22 R25	1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове 3. Точіння чистове	12,5 3,2 1,6	16 15 15	1300 840 840
18, 21 1000	Заготовка 1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове 3. Точіння чистове	Rz80 12,5 3,2 1,6	16 14 13 12	4000 2300 1400 900
19 паз $b=20$	1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове	12,5 6,3	16 15	1300 840
20 $\phi 400$	Заготовка 1. Точіння чорнове	Rz80 25	17 16	5700 3600
33 $\phi 170$	Заготовка 1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове	Rz80 12,5 6,3	16 14 11	2800 1000 250
34 45	1. Точіння чорнове	6,3	14	620
35 $\phi 120$	1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове	12,5 6,3	14 11	870 220
36 2300	Заготовка 1. Фрезерувати начорно	Rz80 12,5	16 14	5000 4400
37, 42 $b=16$	1. Фрезерування чорнове 2. Фрезерування чистове	12,5 6,3	14 11	430 110
38, 41 $b=20$	1. Фрезерування чорнове 2. Фрезерування чистове	12,5 6,3	14 12	520 210
39, 40 $b=24$	1. Фрезерування чорнове 2. Фрезерування чистове	12,5 6,3	14 12	520 210
43 $b=43, n=6$	1. Фрезерування чорнове 2. Фрезерування чистове	12,5 3,2	14 11	620 160

3.4 Розробка маршруту обробки деталі

На основі базового ТП і задач проектування розробити технологічну послідовність обробки деталі і заповнити таблицю 3.7. Номера поверхонь використовуємо за п.2.2.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР.131.24.1-05.03.ПТТЮ					

Таблиця 3.7 – Маршрут обробки деталі Валок

№ операції	Найменування операції	Поверхні, що оброблюються	Поверхні, що базуються	Тип, модель верстату
1	2	3	4	5
005	Контрольна	Робоче місце контролера ВТК		
010	Горизонтально-розточна	36	1, 20	Горизонтально-розточний 2Б660Ф1
015	Токарна чорнова Установ А	35, 34, 33, 32, 31, 30, 29, 28, 27, 26, 25, 24, 23, 22, 21, 20	1, 6, 36	Токарно-гвинторізний 165
	Установ В	1	1, 6, 35	
	Установ Г	36	1, 6, 33	
	Установ Д	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	1, 35, 36	
020	Токарна напівчистова і чистова Установ А: перехід 1	35, 33, 32, 31, 27, 25, 23, 22, 21, 19	1, 6, 36	Токарно-гвинторізний з ЧПК 1А665Ф3
	перехід 2	31, 27, 25, 23, 22, 21	1, 6, 36	
	Установ Б: перехід 1	7, 8, 12, 14, 16, 17, 18, 19	1, 35, 36	
	перехід 2	8, 12, 14, 16, 17, 18	1, 35, 36	
025	Фрезерна Установ А Установ Б	40, 41, 42 37, 38, 39	1, 20 1, 20	Горизонтально-розточний 2Б660Ф1
030	Шліцефрезерна	43	1, 6, 36	Зубофрезерний 5А370
035	Термообробка			
040	Зачистка центрів	1, 36		

					КНУ.КМР.131.24.1-05.03.ПТПО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.7

045	Тонке точіння Установ А: перехід 1 перехід 2 Установ Б: перехід 1 перехід 2	27, 25, 23 27 12, 14, 16 12	1, 6, 36 1, 6, 36 1, 35, 36 1, 35, 36	Токарно- гвинторізний з ЧПК 1А665Ф3
050	Контрольна	Робоче місце контролера ВТК		

3.5 Розробка технологічної операції

Для всіх операцій вибираємо модель верстатного устаткування і необхідний різальний інструмент і заносимо дані у таблицю 3.8.

При обробці деталі Валок використовуємо інструменти зі змінними пластинами Mitsubishi і Korloy з механічним кріпленням [9].

Таблиця 3.8 – Розробка технологічних операцій

№ операції	1. Назва операції 2. Тип верстату 3. Зміст переходів технологічної операції	Верстатне пристосування	Інструмент (різальний, допоміжний, вимірювальний)
1	2	3	4
005	1. Контрольна 2. Робоче місце контролера ВТК 3. 1) Перевірити геометричні розміри заготовки, припуски на механічну обробку, наявність технологічних напусків для зразків. 2) Перевірити наявність робочої картки на валок.		
010	1. Горизонтально-розточна 2. Горизонтально-розточний 2Б660Ф1 3. Установ А	Призми спеціальні і затискні планки	Фреза торцева з гвинтовим кріпленням пластин VP15TF ASX445-160C10R $D_1 = 160$ мм, $z = 10$,

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.03.ПТТЮ				

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4
	<p>– встановити, вивірити, закріпити; – фрезерувати начорно торець валка 36 з приводного боку в розмір 2300,75; – центрувати (центровий отвір В12).</p>		<p>$D_2 = 173$ мм, $L_1 = 63$ мм, $N_1 = 16,4$ мм, тип 3. Свердло центрувальне В $\phi 12$ VP15TF MAS1200MB $D_1 = 12$ мм, $L_1 = 106$ мм. Шаблон.</p>
015	<p>1. Токарна чорнова 2. Токарно-гвинторізний 165 3. Обробку валка починати з приводного (цапфа, яка має лиски, шліци, шпонки) боку. Установ А: – встановити в патроні за прибуткову частину валка, підтиснути центром, вивірити, закріпити; – діаметри приводної і неприводної цапфи для відбору зразків не точити; – точити шийку 35 в розмір $\phi 122$; – підрізати торець 34 в розмір 45; – точити шийку 33 в розмір $\phi 173,3$; – підрізати торець 32 в розмір 62; – точити шийку 31 в розмір $\phi 153$; – підрізати торець 30 в розмір 310;</p>	Трьохкулачковий патрон та задній центр, що обертається, люнет	<p>Різець токарний VP15TF TNMG160408-GH Державка MTXNN3232M11 $H_1 = 32$ мм, $B = 32$ мм, $L_1 = 150$ мм, $L_2 = 31$ мм, $H_2 = 32$ мм, $F_1 = 32$ мм. Штангенциркуль ШЦ-III-1000-0,1 ДСТУГОСТ 166-80.</p>

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4
015	<p>– точити шийку 29 в розмір $\phi 170$;</p> <p>– підрізати торець 28 в розмір 220;</p> <p>– точити конічну шийку 27 $\sphericalangle 1:5$ $\phi 199,3$;</p> <p>– підрізати торець 26 в розмір 210;</p> <p>– точити шийку 25 в розмір $\phi 223,3$;</p> <p>– підрізати торець 24 в розмір 40;</p> <p>– точити кут 23 в розмір $20^{\circ} \pm 30'$ $\phi 223,3$;</p> <p>– точити радіус 22 в розмір R28;</p> <p>– підрізати торець 21 в розмір 1005,4;</p> <p>– точити шийку (зовнішній діаметр бочки валка) 20 в розмір $\phi 400$;</p> <p>– перевірити поверхню бочки валка;</p> <p>– перевірити розташування бочки до цапф;</p> <p>– точити дві шийки під люнет;</p> <p>– точити канавки для дослідження.</p> <p>Установ Б:</p> <p>– зняти деталь, відбити диски;</p> <p>– маркірувати диск і відповідний йому торець номером відливки і буквами “Н” і “П”;</p> <p>– виготовити зразки з</p>		<p>Комплект клейм 7858-0053 ДСТУГОСТ 15999-70, молоток 7850-0051 ДСТУГОСТ 2310-77.</p>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4
015	<p>дисків згідно технології виготовлення зразків; – передати в технічне управління на металографічне дослідження. Установ В: – переустановити, встановити в патроні, люнеті, закріпити; – підрізати торець 1 в розмір 2293,75; – центрувати (центровий отвір В12). Установ Г: – переустановити, встановити в патроні, люнеті, закріпити; – підрізати торець 3б в розмір 2290; – центрувати (центровий отвір В12). Установ Д: – переустановити, встановити в патроні, підтиснути центром, вивірити, закріпити; – точити шийку 2 в розмір $\phi 150$; – підрізати торець 3 в розмір 22,5; – точити шийку 4 в розмір $\phi 138$; – підрізати торець 5 в розмір 40; – точити шийку 6 в розмір $\phi 170$; – підрізати торець 7 в</p>		<p>Різець токарний UC5115 TNMG160408-GH Державка РТFNR3232H16 $H_1 = 32$ мм, $B = 32$ мм, $L_1 = 100$ мм, $L_2 = 22$ мм, $H_2 = 32$ мм, $F_1 = 20$ мм.</p> <p>Свердло центрувальне В $\phi 12$ VP15TF MAS1200MB $D_1 = 12$ мм, $L_1 = 106$ мм. Шаблон Я-1066, Шаблон Я-1116.</p>

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4
015	<p>розмір 62; – точити шийку 8 в розмір $\phi 153$; – підрізати торець 9 в розмір 310; – точити шийку 10 в розмір $\phi 170$; – підрізати торець 11 в розмір 220; – точити конічну шийку 12 $\triangleleft 1:5 \phi 199,3$; – підрізати торець 13 в розмір 210; – точити шийку 14 в розмір $\phi 223,3$; – підрізати торець 15 в розмір 40; – точити кут 16 в розмір $20^\circ \pm 30'$ $\phi 223,3$; – точити радіус 17 в розмір R28; – підрізати торець 18 в розмір 1005,4.</p>		<p>Різець токарний VP15TF TNMG160408-GH Державка MTXNN3232M11 $H_1 = 32$ мм, $B = 32$ мм, $L_1 = 150$ мм, $L_2 = 31$ мм, $H_2 = 32$ мм, $F_1 = 32$ мм. Штангенциркуль ШЦ-III-1000-0,1 ДСТУГОСТ 166-80.</p>
020	<p>1. Токарна чистова 2. Токарно-гвинторізний з ЧПК 1A665Ф3 3. Обробку валка починати з приводного (цапфа, яка має лиски, шліци, шпонки) боку. Установ А: – встановити в патроні, підтиснути центром, вивірити, закріпити; – перехід 1: – точити шийку 35 в розмір $\phi 120$; – точити шийку 33 в розмір $\phi 170d11$;</p>	<p>Трьохкулачковий патрон та задній центр, що обертається.</p>	<p>Різець токарний VP15TF TNMG160408-ES Державка MTXNN3232M11 $H_1 = 32$ мм, $B = 32$ мм, $L_1 = 150$ мм, $L_2 = 31$ мм, $H_2 = 32$ мм, $F_1 = 32$ мм. Штангенциркуль ШЦ-III-1000-0,1 ДСТУГОСТ 166-80.</p>

					КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТПО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4
020	<p>– підрізати торець 32 в розмір 60; – точити канавку 31 в розмір $\phi 151$; – точити конічну шийку 27 $\sphericalangle 1:5$ $\phi 184,3$; – точити шийку 25 в розмір $\phi 221,3$; – точити кут 23 в розмір $20^\circ \pm 30'$ $\phi 221,3$; – точити радіус 22 в розмір R26; – підрізати торець 21 в розмір 1001,4; – точити канавку 19 в розмір 20; – точити фаски $4 \times 30^\circ$, $20 \times 20^\circ$, $2,5 \times 45^\circ$, $2,5 \times 45^\circ$, $10 \times 45^\circ$; – точити 4 радіуси R2. – перехід 2: – точити начисто шийку 31 в розмір $\phi 150h9$; – точити начисто конічну шийку 27 $\sphericalangle 1:5$ $\phi 179,8$; – точити начисто шийку 25 в розмір $\phi 220,3$; – точити начисто кут 23 в розмір $20^\circ \pm 30'$ $\phi 220,3$; – точити начисто радіус 22 в розмір R25; – підрізати начисто торець 21 в розмір 1000. Установ Б: – переустановити, встановити в патроні, підтиснути центром, вивірити, закріпити;</p>		<p>Спеціальний канавочний різець</p> <p>Спеціальний канавочний різець</p> <p>Різець токарний VP15TF TNMG160408-SA Державка MTXNN3232M11 $H_1 = 32$ мм, $B = 32$ мм, $L_1 = 150$ мм, $L_2 = 31$ мм, $H_2 = 32$ мм, $F_1 = 32$ мм.</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-III-1000-0,1 ДСТУГОСТ 166-80.</p> <p>Різець токарний VP15TF TNMG160408-ES</p>

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4
020	<p>– перехід 1: – підрізати торець 7 в розмір 60; – точити шийку 8 в розмір $\phi 151$; – точити конічну шийку 12 $\triangleleft 1:5$ $\phi 184,3$; – точити шийку 14 в розмір $\phi 221,3$; – точити кут 16 в розмір $20^{\circ} \pm 30'$ $\phi 221,3$; – точити радіус 17 в розмір R26; – підрізати торець 18 в розмір 1001,4; – точити канавку 19 в розмір 20; – точити 4 фаски $2,5 \times 45^{\circ}$ і фаску $10 \times 45^{\circ}$; – точити радіуси R16, R1 і 3 радіуса R2. – перехід 2: – точити начисто шийку 8 в розмір $\phi 150h9$; – точити начисто конічну шийку 12 $\triangleleft 1:5$ $\phi 179,8$; – точити начисто шийку 14 в розмір $\phi 220,3$; – точити начисто кут 16 в розмір $20^{\circ} \pm 30'$ $\phi 220,3$; – точити начисто радіус 17 в розмір R25; – підрізати начисто торець 18 в розмір 1000.</p>		<p>Державка МТХNN3232М11 $H_1 = 32$ мм, $B = 32$ мм, $L_1 = 150$ мм, $L_2 = 31$ мм, $H_2 = 32$ мм, $F_1 = 32$ мм. Штангенциркуль ШЦ-III-1000-0,1 ДСТУГОСТ 166-80.</p> <p>Спеціальний канавочний різець</p> <p>Спеціальний канавочний різець</p> <p>Різець токарний VP15TF TNMG160408-SA Державка МТХNN3232М11 $H_1 = 32$ мм, $B = 32$ мм, $L_1 = 150$ мм, $L_2 = 31$ мм, $H_2 = 32$ мм, $F_1 = 32$ мм. Штангенциркуль ШЦ-III-1000-0,1 ДСТУГОСТ 166-80.</p>
025	<p>1. Фрезерна 2. Горизонтально-розточний 2Б660Ф1 3. Установ А:</p>	<p>Спеціальні призми та затискні планки</p>	<p>Фреза шпонкова VC2МК VC2MSD2400 $D_1 = 24$ мм,</p>

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4
025	– встановити, вивірити, закріпити; – перехід 1: – фрезерувати начорно паз 40 $b=24$; – фрезерувати начорно паз 41 $b=20$; – фрезерувати начорно паз 42 $b=16$; – перехід 2: – фрезерувати начисто паз 40 $b=24$; – фрезерувати начисто паз 41 $b=20$; – фрезерувати начисто паз 42 $b=16$; Установ Б: – переустановити, вивірити, закріпити; – перехід 1: – фрезерувати начорно паз 37 $b=16$; – фрезерувати начорно паз 38 $b=20$; – фрезерувати начорно паз 39 $b=24$; – перехід 2: – фрезерувати начисто паз 37 $b=16$; – фрезерувати начисто паз 38 $b=20$; – фрезерувати начисто паз 39 $b=24$.		$L_p = 45$ мм, $L_1 = 120$ мм, $D_4 = 25$ мм, $N=2$, тип 1. Фреза шпонкова VC2МК VC2MSD2000 $D_1 = 20$ мм, $L_p = 38$ мм, $L_1 = 100$ мм, $D_4 = 20$ мм, $N=2$, тип 2. Фреза шпонкова VC2МК VC2MSD1600 $D_1 = 16$ мм, $L_p = 32$ мм, $L_1 = 90$ мм, $D_4 = 16$ мм, $N=2$, тип 2.
030	1. Шліцефрезерна 2. Зубофрезерний 5А370 3. Установ А: – встановити, вивірити, закріпити; – перехід 1: – фрезерувати начорно	Повідковий патрон, передній та задній центри	Фреза черв'ячна спеціальна. Шаблон ШЛ-449

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4
030	шліци 43 $b=43$, $n=6$; – перехід 2: – фрезерувати начисто шліци 43 $b=43$, $n=6$.		
035	1. Термообробка: – низькотемпературний релаксаційний відпал; – зміцнююча високотемпературна обробка.		
040	1. Зачистка центрів 1, 36.		
045	1. Тонке точіння 2. Токарно-гвинторізний з ЧПК 1А665Ф3 3. Установ А: – встановити в патроні, вивірити, закріпити; – перехід 1: – точити тонко конічну шийку 27 $\sphericalangle 1:5 \phi 178,8$; – точити тонко шийку 25 в розмір $\phi 220$; – точити тонко кут 23 в розмір $20^\circ \pm 30' \phi 220$; – перехід 2: – точити тонко конічну шийку 27 $\sphericalangle 1:5 \phi 178$. Установ Б: – переустановити, встановити в патроні, вивірити, закріпити; – перехід 1: – точити тонко конічну шийку 12 $\sphericalangle 1:5 \phi 178,8$; – точити тонко шийку 14 в розмір $\phi 220$; – точити тонко кут 16 в розмір $20^\circ \pm 30' \phi 220$; – перехід 2:	Трьохкулачковий патрон та задній центр, що обертається.	Різець токарний з металокераміки NX2525 CNMG120408-MV Державка PCLNR8080P19 $H_1 = 80$ мм, $B = 80$ мм, $L_1 = 170$ мм, $L_2 = 40$ мм, $H_2 = 80$ мм, $F_1 = 40$ мм.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.03.ПТПО					

Продовження таблиці 3.8

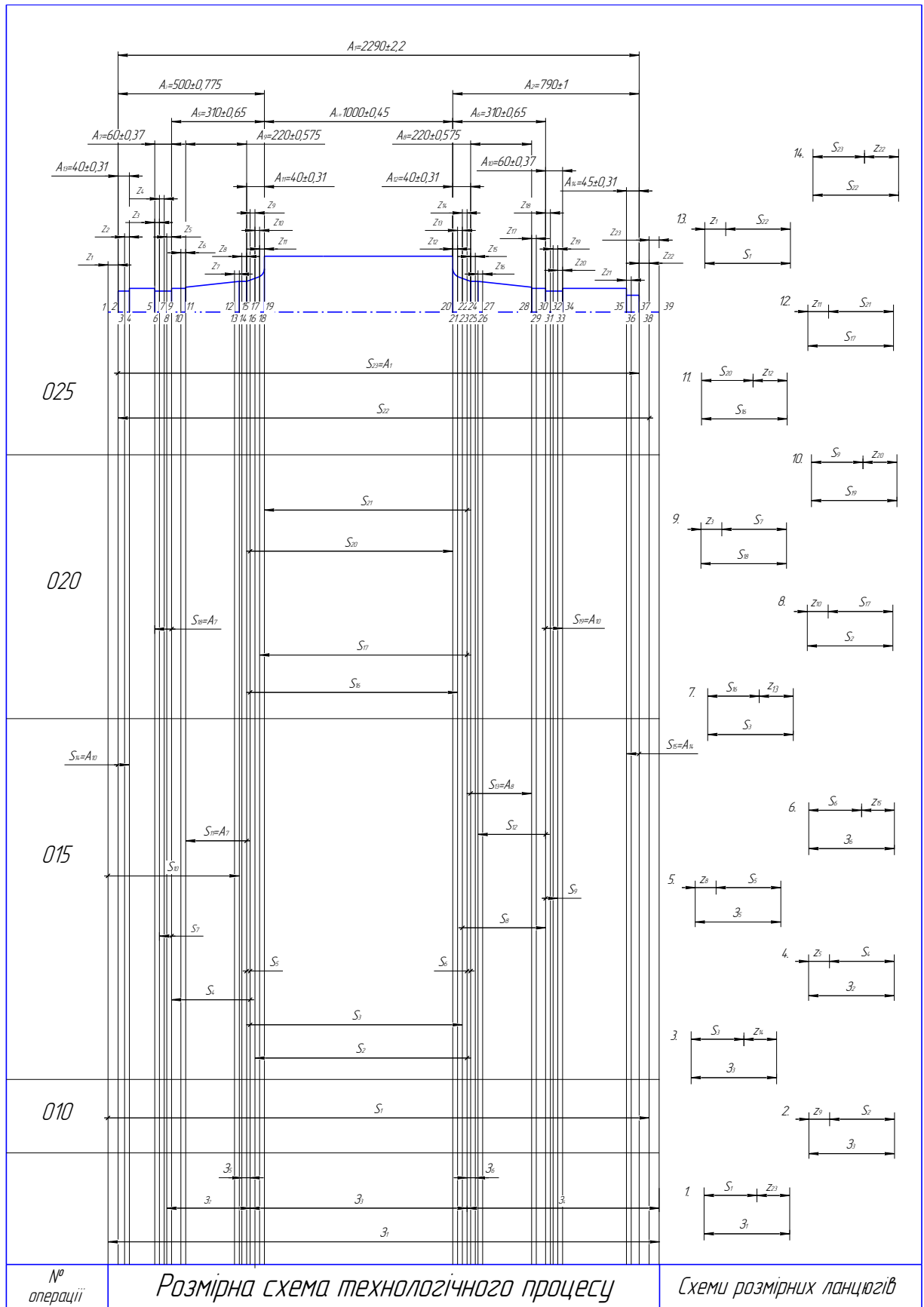
1	2	3	4
045	– точити тонко конічну шийку 12 < 1:5 ϕ 178.		
050	1. Контрольна 2. Робоче місце контролера ВТК		

3.6.2 Розрахунок міжопераційних лінійних розмірів

Проводимо розрахунки міжопераційних лінійних розмірів. Будуємо схему технологічного процесу обробки торців валка (таблиця 3.10) та ведемо розрахунок в таблиці 3.11.

Таблиця 3.10 – Схема технологічного процесу обробки торців валка

					КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТПО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис
			Дата

КНУ.КМР.131.24.1-05.03.ПТПО

Арк.

Змін.	Арк.	№ докум.	ГДІПІС	Дата
КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТГО				
	Арк.			

Таблиця 3.11 – Розрахунок технологічних розмірних ланцюгів обробки торців валка

№ р. л.	Рівняння розмірного ланцюга	Вихідне значення	Номинальний технологічний розмір	Допуск технологічного розміру	Технологічний розмір настроювання	Граничні значення припусків (уточнені)
1	2	3	4	5	6	7
1	$S_1 = Z_1 - z_{23}$	$Z_1 = 2304,5 \pm 2,5$ $z_{23} = 3,75$	$S_1 = 2304,5 - 3,75 = 2300,75$	IT=14 T=4,4	$S_1 = 2300,75^{+1}_{-3,4}$	$z_{23} = Z_1 - S_1 = 2304,5 \pm 2,5 -$ $- 2300,75^{+1}_{-3,4} = 3,75^{+5,9}_{-3,5}$
2	$S_2 = Z_3 - z_9$	$Z_3 = 1011,4^{+3,9}_{-0,1}$ $z_9 = 0,7$	$S_2 = 1011,4 - 0,7 = 1010,7$	IT14 T=2,6	$S_2 = 1010,7^{+0,6}_{-2,0}$	$z_9 = Z_3 - S_2 = 1011,4^{+3,9}_{-0,1} -$ $- 1010,7^{+0,6}_{-2,0} = 0,7^{+5,9}_{-0,7}$
3	$S_3 = Z_3 - z_{14}$	$Z_3 = 1011,4^{+3,9}_{-0,1}$ $z_{14} = 0,7$	$S_3 = 1011,4 - 0,7 = 1010,7$	IT14 T=2,6	$S_3 = 1010,7^{+0,6}_{-2,0}$	$z_{14} = Z_3 - S_3 = 1011,4^{+3,9}_{-0,1} -$ $- 1010,7^{+0,6}_{-2,0} = 0,7^{+5,9}_{-0,7}$
4	$S_4 = Z_2 - z_5$	$Z_2 = 309,6^{+3,1}_{-0,1}$ $z_5 = -0,4$	$S_4 = 309,6 - (-0,4) = 310$	IT14 T=1,3	$S_4 = 310^{+0,1}_{-1,2}$	$z_5 = Z_2 - S_4 = 309,6^{+3,1}_{-0,1} -$ $- 310^{+0,1}_{-1,2} = -0,4^{+4,3}_{-0,2}$
5	$S_5 = Z_5 - z_8$	$Z_5 = 37,9 \pm 0,9$ $z_8 = 3,0$	$S_5 = 37,9 - 3,0 = 34,9$	IT14 T=0,62	$S_5 = 34,9 \pm 0,31$	$z_8 = Z_5 - S_5 = 37,9 \pm 0,9 -$ $- 34,9 \pm 0,31 = 3,0 \pm 1,21$
6	$S_6 = Z_6 - z_{15}$	$Z_6 = 37,9 \pm 0,9$ $z_{15} = 3,0$	$S_6 = 37,9 - 3,0 = 34,9$	IT14 T=0,62	$S_6 = 34,9 \pm 0,31$	$z_{15} = Z_6 - S_6 = 37,9 \pm 0,9 -$ $- 34,9 \pm 0,31 = 3,0 \pm 1,21$
7	$S_{16} = S_3 - z_{13}$	$S_3 = 1010,7^{+0,6}_{-2,0}$ $z_{13} = 2,0$	$S_{16} = 1010,7 - 2,0 = 1008,7$	IT13 T=1,65	$S_{16} = 1008,7_{-1,65}$	$z_{13} = S_3 - S_{16} = 1010,7^{+0,6}_{-2,0} -$ $- 1008,7_{-1,65} = 2,0^{+2,25}_{-2,0}$
8	$S_{17} = S_2 - z_{10}$	$S_2 = 1010,7^{+0,6}_{-2,0}$ $z_{10} = 2,0$	$S_{17} = 1010,7 - 2,0 = 1008,7$	IT13 T=1,65	$S_{17} = 1008,7_{-1,65}$	$z_{10} = S_2 - S_{17} = 1010,7^{+0,6}_{-2,0} -$ $- 1008,7_{-1,65} = 2,0^{+2,25}_{-2,0}$
9	$S_7 = S_{18} - z_3$	$S_{18} = A_7 = 60 \pm 0,37$ $z_3 = 3$	$S_7 = 60 - 3 = 57$	IT13 T=0,74	$S_7 = 57 \pm 0,37$	$z_3 = S_{18} - S_7 = 60 \pm 0,37 -$ $- 57 \pm 0,37 = 3 \pm 0,74$
10	$S_9 = S_{19} - z_{20}$	$S_{19} = A_{10} = 60 \pm 0,37$ $z_{20} = 3$	$S_9 = 60 - 3 = 57$	IT13 T=0,74	$S_9 = 57 \pm 0,37$	$z_{20} = S_{19} - S_9 = 60 \pm 0,37 -$ $- 57 \pm 0,37 = 3 \pm 0,74$

Змін.	Арк.	Продовження таблиці 3.11							
№ докум.	Підпис	Дата	1	2	3	4	5	6	7
			11	$S_{20} = S_{16} - z_{12}$	$S_{16} = 1008,7_{-1,65}$ $z_{12} = 3$	$S_{20} = 1008,7 - 3 = 1005,7$	IT13 T=1,65	$S_{20} = 1005,7 \pm 0,825$	$z_{12} = S_{16} - S_{20} = 1008,7_{-1,65} - 1005,7 \pm 0,825 = 3_{-2,475}^{+0,825}$
			12	$S_{21} = S_{17} - z_{11}$	$S_{17} = 1008,7_{-1,65}$ $z_{11} = 3$	$S_{21} = 1008,7 - 3 = 1005,7$	IT13 T=1,65	$S_{21} = 1005,7 \pm 0,825$	$z_{11} = S_{17} - S_{21} = 1008,7_{-1,65} - 1005,7 \pm 0,825 = 3_{-2,475}^{+0,825}$
			13	$S_{22} = S_1 - z_1$	$S_1 = 2300,75_{-3,4}^{+1}$ $z_1 = 7$	$S_{22} = 2300,75 - 7 = 2293,75$	IT=13 T=2,8	$S_{22} = 2293,75^{+2,8}$	$z_1 = S_1 - S_{22} = 2300,75_{-3,4}^{+1} - 2293,75^{+2,8} = 7_{-6,2}^{+1}$
			14	$S_{22} = S_{23} + z_{22}$	$S_{23} = A_1 = 2290 \pm 2,2$ $z_{22} = 3,75$	$S_{22} = 2290 + 3,75 = 2293,75$	IT13 T=2,8	$S_{22} = 2293,75^{+2,8}$	$z_{22} = S_{22} - S_{23} = 2293,75^{+2,8} - 2290 \pm 2,2 = 3,75_{-2,2}^{+5}$
КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТТЮ									
		Арк.							

3.6.3 Вибір міжопераційних розмірів і припусків на обробку

На основі таблиці 3.5 і розрахунків зроблених в пунктах 3.6.1 і 3.6.2 заповнюємо таблицю 3.12.

Міжопераційні розміри з допусками проставляємо на операційних ескізах у таблиці 3.13.

Таблиця 3.12 – Вибір міжопераційних розмірів і припусків на обробку

№ поверхні, розмір	Найменування переходів	Шорсткість Ra, мкм	Точність IT	Допуск T, мм	Припуск t, мм	Між операційний розмір з допуском
1	2	3	4	5	6	7
1 2290	Заготовка 1. Точіння чорнове	25 12,5	16 14	5000 4400	7,0 3,5×2	$2300,75^{+1}_{-3,4}$ $2293,75 \pm 2,2$
2 $\phi 150$	Заготовка 1. Точіння чорнове	25 6,3	16 14	2400 1000	8,3 4,15×2	$\phi 158,3 \pm 1,2$ $\phi 150_{-1}$
3 22,5	1. Точіння чорнове	6,3	14	520	3	$22,5_{-0,52}$
4 $\phi 138$	1. Точіння чорнове	6,3	14	1000	3×2	$\phi 138_{-1}$
5 40	1. Точіння чорнове	6,3	14	620	3	$40_{-0,62}$
6 $\phi 170$	1. Точіння чорнове	6,3	14	1000	3×2	$\phi 170_{-1}$
7, 32 60	1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове	12,5 6,3	14 12	740 300	3 2	$62_{-0,74}$ $60_{-0,3}$
8, 31 $\phi 150$	1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове 3. Точіння чистове	12,5 6,3 3,2	14 12 9	1000 400 100	3×2 2 1	$\phi 153_{-1}$ $\phi 151_{-0,4}$ $\phi 150_{h9}$
9, 30 310	Заготовка 1. Точіння чорнове	25 6,3	16 14	3200 1300	-0,4 -0,4	$309,6^{+3,1}_{-0,1}$ $310^{+0,1}_{-1,2}$
10 $\phi 170$	Заготовка 1. Точіння чорнове	25 6,3	16 14	2800 1000	9,3 3,1×3	$\phi 179,3 \pm 1,4$ $\phi 170 \pm 0,5$
11, 28 220	1. Точіння чорнове	6,3	14	1150	3	$220_{-1,15}$

					КНУ.КМР.131.24.1-05.03.ПТПО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.12

1	2	3	4	5	6	7
12, 27 конічна поверхня α1:5	Заготовка	25	16	2800	51,3	$\phi 229,3 \pm 1,4$
	1. Точіння чорнове	12,5	14	1150	5×6	$\phi 199,3 \pm 0,575$
	2. Точіння напівчистове	6,3	12	460	3×5	$\phi 184,3 \pm 0,23$
	3. Точіння чистове	3,2	10	185	1,5×3	$\phi 179,8 \pm 0,093$
	4. Точіння тонке	1,6	8	72	0,5×2	$\phi 178,8 \pm 0,036$
5. Точіння тонке	0,8	5	20	0,4×2	$\phi 178 \pm 0,01$	
13, 26 210	1. Точіння чорнове	6,3	14	1150	3	210 _{-1,15}
14, 25 $\phi 220$	Заготовка	25	16	2800	9,3	$\phi 229,3 \pm 1,4$
	1. Точіння чорнове	12,5	14	1150	3×2	$\phi 223,3_{-1,15}$
	2. Точіння напівчистове	6,3	12	460	2	$\phi 221,3_{-0,46}$
	3. Точіння чистове	3,2	10	185	1	$\phi 220,3_{-0,185}$
4. Точіння тонке	0,8	9	115	0,3	$\phi 220h9$	
15, 24 40	Заготовка	25	16	1800	-2,1	$37,9 \pm 0,9$
	1. Точіння чорнове	6,3	14	620	-2,1	$40 \pm 0,31$
16, 23 $\phi 220$ кут 20°±30'	Заготовка	25	16	2800	9,3	$\phi 229,3 \pm 1,4$
	1. Точіння чорнове	12,5	14	1150	3×2	$\phi 223,3_{-1,15}$
	2. Точіння напівчистове	6,3	12	460	2	$\phi 221,3_{-0,46}$
	3. Точіння чистове	3,2	10	185	1	$\phi 220,3_{-0,185}$
4. Точіння тонке	1,6	9	115	0,3	$\phi 220h9$	
17, 22 R25	1. Точіння чорнове	12,5	16	1300	3×2	28 _{-1,3}
	2. Точіння напівчистове	3,2	15	840	2	26 _{-0,84}
	3. Точіння чистове	1,6	15	840	1	25 _{-0,84}
18, 21 1000	Заготовка	25	16	4000	11,4	1011,4 ^{+3,9} _{-0,1}
	1. Точіння чорнове	12,5	14	2600	3×2	$1005,4 \pm 1,3$
	2. Точіння напівчистове	3,2	13	1650	2×2	$1001,4 \pm 0,825$
3. Точіння чистове	1,6	12	1000	1,4	$1000 \pm 0,5$	
19 паз b=20	1. Точіння чорнове	12,5	16	1300	6	24 ^{+1,3}
	2. Точіння чистове	6,3	15	840	4	20 ^{+0,84}
20 $\phi 400$	Заготовка	50	17	4000	10,4	$\phi 410,4^{+4,0}$
	1. Точіння чорнове	25	16	3600	3,5×3	$\phi 400^{+3,6}$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.03.ПТПО				

Продовження таблиці 3.12

1	2	3	4	5	6	7
29 $\phi 170$	1. Точіння чорнове	6,3	14	1000	3×2	$\phi 170 \pm 0,5$
33 $\phi 170$	Заготовка 1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове	25 12,5 6,3	16 14 11	2800 1000 250	9,3 3×2 3,3	$\phi 179,3 \pm 1,4$ $\phi 173,3_{-1}$ $\phi 170d11$
34 45	1. Точіння чорнове	6,3	14	620	3	$45_{-0,62}$
35 $\phi 120$	1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове	12,5 6,3	14 11	870 220	3×2 2	$\phi 122_{-0,87}$ $\phi 120_{-0,12}^{-0,34}$
36 2300	Заготовка 1. Фрезерування чорнове	25 12,5	16 14	5000 4400	3,75 3,75	$2304,5 \pm 2,5$ $2300,75_{-3,4}^{+1}$
36 2290	1. Точіння чорнове	12,5	14	4400	3,75	$2290 \pm 2,2$
37, 42 b=16	1. Фрезерування чорнове 2. Фрезерування чистове	12,5 6,3	14 11	430 110	4,8 3,2	$19,2^{+0,43}$ $16^{+0,11}$
38, 41 b=20	1. Фрезерування чорнове 2. Фрезерування чистове	12,5 6,3	14 12	520 210	6 4	$24^{+0,52}$ $20^{+0,21}$
39, 40 b=24	1. Фрезерування чорнове 2. Фрезерування чистове	12,5 6,3	14 12	520 210	7,2 4,8	$28,8^{+0,52}$ $24^{+0,21}$
43 b=43, n=6	1. Фрезерування чорнове 2. Фрезерування чистове	12,5 3,2	14 11	620 160	2,5 1	$44 \pm 0,31$ $43_{-0,26}^{-0,1}$

3.7 Розрахунок і вибір режимів різання. Нормування технологічних операцій

При обробці деталі Валок використовуються інструменти зі змінними пластинами Mitsubishi і Korloy з механічним кріпленням [8]. Для цих інструментів вибираємо рекомендовані режими різання і заносимо їх в таблицю 3.13.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТПО				

Розраховуємо режими різання і норми штучного часу для напівчистої токарної операції з ЧПК на зовнішню циліндричну поверхню $\phi 170$.

1. Вихідні дані.

Деталь:

Найменування деталі – валок.

Матеріал – чавун СШХН-50 ТУ У 27.1-00190319-1291-2002 (HSD 50).

Точність обробки поверхні – d11.

Шорсткість обробки поверхні – Ra 6,3.

Маса деталі – 1185 кг.

Заготовка:

Метод отримання заготовки – лиття в кокіль (IT16).

Стан поверхні – без кірки.

Маса – 1268 кг.

Припуск на обробку поверхні – 9,3 мм.

2. Верстат.

Модель верстату – 1А665Ф3.

Паспортні дані верстату:

Частота обертання шпинделя n , об/хв: 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250.

Межі подач S_M (у мм/хв):

повздовжня і поперечна – 0,064-1200.

Найбільша сила, що допускається: 6000 Н.

Потужність приводу головного руху верстату $N = 75$ кВт.

3. Операція.

Базування – у центрах, з установкою трьохкулачкового патрону на поверхню 6.

Склад операції – точити поверхню 33 $\phi 170$.

4. Вибір глибини різання.

На напівчистову обробку припуск приймаємо 2 мм.

5. Вибір інструменту.

На верстаті використовуємо різці з перетином державки 32×32 мм.

Товщина пластини – 6,35 мм.

Нормативний період стійкості знаходимо по додатку 13 – $T = 90$ хв.

6. Вибір подачі.

Для поверхні 33 при точінні деталі з діаметром до 170 мм і глибиною різання $t = 2$ мм подача буде дорівнювати: $S_o = 0,2$ мм/об.

7. Вибір швидкості різання.

При напівчистовій стадії обробки чавуна СШХН-50 без кірки з глибиною різання t до 3,0 мм і подачею $S_o = 0,2$ мм/об швидкість різання для поверхні 33 буде дорівнювати: $V = 210$ м/хв.

					КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТПО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частота обертів шпинделя – $n = 225 \text{ об/хв}$.

8. Сила різання:

$$P_{z,x,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (3.12)$$

де C_p – коефіцієнт, $C_p = 92$;

S – подача;

x, y, n – показники степені, $x = 1,0, n = 0, y = 0,75$;

K_p – поправочний коефіцієнт, який розраховуємо за формулою:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (3.13)$$

де K_{Mp} – коефіцієнт, який враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності:

$$K_{Mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n, \quad (3.14)$$

де HB – твердість матеріалу, $HB = 330 \text{ МПа}$;

n – показник степені, $n = 0,4$,

$$K_{Mp} = \left(\frac{330}{190} \right)^{0,4} = 1,25.$$

$K_{\varphi p}$ – коефіцієнт, який враховує головний кут у плані, $K_{\varphi p} = 0,89$;

$K_{\gamma p}$ – коефіцієнт, який враховує передній кут, $K_{\gamma p} = 1,1$;

$K_{\lambda p}$ – коефіцієнт, який враховує кут нахилу головного леза,

$K_{\lambda p} = 1,0$;

K_{rp} – коефіцієнт, який враховує радіус при вершині, $K_{rp} = 0,87$.

$$K_p = 1,25 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 1,06.$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 2^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 210^0 \cdot 1,06 = 583 \text{ Н}.$$

9. Визначення часу автоматичної роботи верстату за програмою.

Час автоматичної роботи верстату за програмою визначаємо за загальною частиною.

Для верстату 1А665Ф3 час фіксації револьверної голівки $T_{H_\phi} = 3$ сек. і час повороту револьверної голівки на одну позицію $T_{H_{II}} = 1$ сек. .

Розраховуємо час циклу автоматичної роботи верстату по програмі за формулою:

$$T_{ц.а.} = T_o + T_{MB}, \quad (3.15)$$

де T_o – основний машинний час обробки, хв.;

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{S_M}; \quad (3.16)$$

де $L_{p.x.}$ – довжина робочого ходу супорту, мм:

$$L_{p.x.} = L_{piz} + y, \quad (3.17)$$

де L_{piz} – довжина різання, мм;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.03.ПТПО				

y – підведення, урізування і перебіг інструменту, мм.

$$L_{p.x.} = 375 + 8 = 383 \text{ мм.}$$

S_M – хвилинна подача, мм/хв.

$$T_o = \frac{383}{45} = 8,5 \text{ хв.}$$

T_{MB} – машинно-допоміжний час, хв.:

$$T_{MB} = 0,13 \cdot 5 + 0,15 \cdot 2,5 + 0,15 \cdot 4 = 1,625 \text{ хв.}$$

Таким чином час циклу автоматичної роботи верстата за програмою буде дорівнювати:

$$T_{ц.а.} = 8,5 + 1,625 = 10,125 \text{ хв.}$$

10. Визначення норми штучного часу.

Норму штучного часу визначаємо за формулою:

$$T_{шт} = (T_{ц.а.} + T_{\epsilon}) \cdot \left(1 + \frac{a_{mex} + a_{opz} + a_{oml}}{100} \right), \quad (3.18)$$

де T_{ϵ} – допоміжний час на операцію, хв.;

$$T_{\epsilon} = T_{\epsilon_{уст}} + T_{\epsilon_{оп}} + T_{\epsilon_{вим}}, \quad (3.19)$$

де $T_{\epsilon_{уст}}$ – допоміжний час на установку і зняття деталі, $T_{\epsilon_{уст}} = 17,7$ хв.

;

$T_{\epsilon_{оп}}$ – допоміжний час, пов'язаний з операцією, $T_{\epsilon_{оп}} = 1,04$ хв.;

$T_{\epsilon_{вим}}$ – допоміжний час на контрольні вимірювання, $T_{\epsilon_{вим}} = 0,13$ хв.

Таким чином сумарний допоміжний час складе:

$$T_{\epsilon} = 17,7 + 1,04 + 0,13 = 18,87 \text{ хв.}$$

Час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця, відпочинок і особисті потреби приведено у відсотках від оперативного часу :

$$a_{mex} + a_{opz} + a_{oml} = 8\% T_{он}.$$

Остаточна норма штучного часу дорівнює:

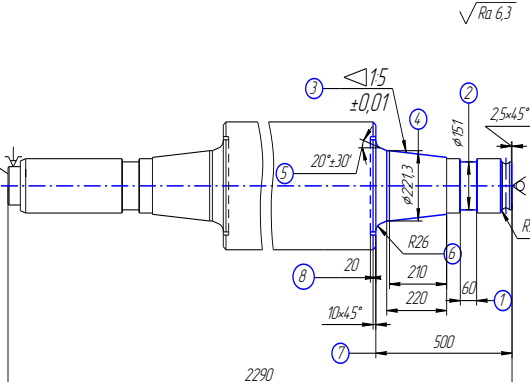
$$T_{шт} = (10,125 + 18,87) \cdot \left(1 + \frac{10}{100} \right) = 31,89 \text{ хв.}$$

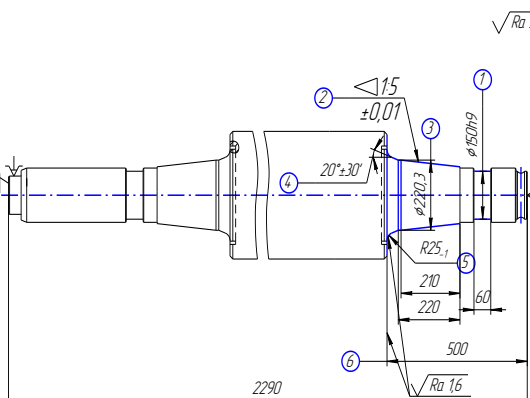
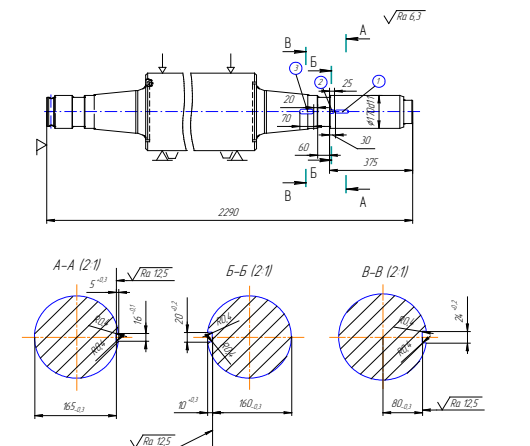
									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТПО				

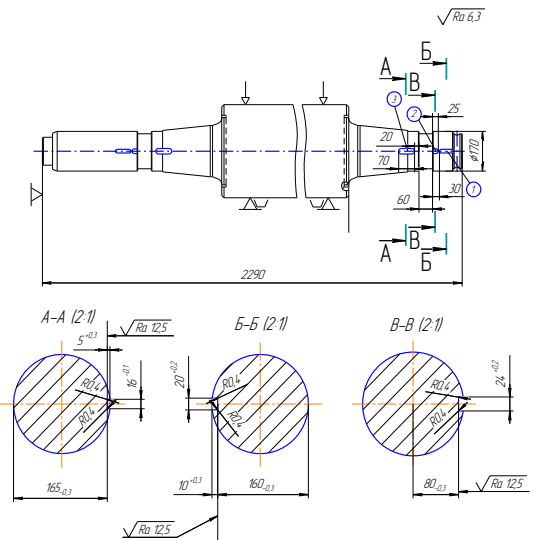
Змін.	Арк.	Продовження таблиці 3.12															
№ док.	Арк.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
№ док.	Арк.	015	<p>3. Обробку валка починати з приводного боку. Установ А:</p> <ul style="list-style-type: none"> – встановити в патроні за прибуткову частину валка, підтиснути центром, вивірити, закріпити; – діаметри приводної і неприводної цапфи для відбору зразків не точити; – точити шийку 1 в розмір $\phi 122$; – підрізати торець 2 в розмір 45; – точити шийку 3 в розмір $\phi 173,3$; – підрізати торець 4 в розмір 62; – точити шийку 5 в розмір $\phi 153$; – підрізати орець 6 в розмір 310; 	<p>Установ А</p>	<p>Різець токарний VP15TF TNMG160408 -GH Державка MTXNN3232 M11 $H_1 = 32$ мм, $B = 32$ мм, $L_1 = 150$ мм, $L_2 = 31$ мм, $H_2 = 32$ мм, $F_1 = 32$ мм.</p>												
КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТТЮ	Арк.																

Змін.	Арк.	Продовження таблиці 3.12																		
№ док.м.	Підпис	Дата	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
020			<ul style="list-style-type: none"> – точити радіус 8 в розмір R26; – підрізати торець 9 в розмір 1001,4; – точити канавку 10 в розмір 20. – точити фаски 4×30°, 20×20°, 2,5×45°, 2,5×45°, 10×45°; – точити 4 радіуси R2. – перехід 2: – точити начисто шийку 1 в розмір $\phi 150h9$; – точити начисто конічну шийку 2 $\angle 1:5$ $\phi 179,8$; – точити начисто шийку 3 в розмір $\phi 220,3$; – точити начисто кут 4 в розмір $20^\circ \pm 30'$ $\phi 220,3$; – точити начисто радіус 5 в розмір R25; – підрізати начисто торець 6 в розмір 1000; 	<p>Установ А</p> <p>перехід 2:</p>	<p>Спеціальний канавочний різець</p> <p>Різець токарний VP15TF TNMG160408 -SA</p> <p>Державка MTXNN3232 M11</p> <p>$H_1 = 32$ мм, $B = 32$ мм, $L_1 = 150$ мм, $L_2 = 31$ мм, $H_2 = 32$ мм, $F_1 = 32$ мм.</p>	220,3	10	1	0,2	240	350	1	0,16	23,25	23,41	12,1	35,68	35,7		
																			Арк.	

КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТТЮ

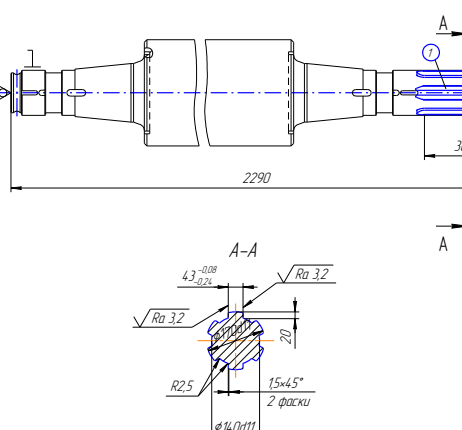
Змін.	Продовження таблиці 3.12																									
Арк.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17									
020		Установ Б: переустановити, встановити в патроні, закрі- пити; – перехід 1: – підрізати то- рець 1 в розмір 60; – точити шийку 2 в розмір $\phi 151$; – точити конічну шийку 3 $\angle 1:5$ $\phi 184,3$; – точити шийку 4 в розмір $\phi 221,3$; – точити кут 5 в розмір $20^\circ \pm 30'$ $\phi 221,3$; – точити радіус 6 в розмір R26; – підрізати торець 7 в розмір 1001,4; – точити канавку 8 в розмір 20; – точити 4 фаски $2,5 \times 45^\circ$ і фаску $10 \times 45^\circ$; – точити радіуси R16, R1 і 3 радіуса R2.– перехід 2:	Установ Б перехід 1: 	Різець токарний VP15TF TNMG160408 -ES Державка MTXNN3232 M11 $H_1 = 32$ мм, $B = 32$ мм, $L_1 = 150$ мм, $L_2 = 31$ мм, $H_2 = 32$ мм, $F_1 = 32$ мм	Спеціальний канавочний різець	Спеціальний канавочний різець		221,3	10		2	0,2		210	350		1	0,16		23,25	23,41		12,1	35,68		35,7
КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТТТО																										
Арк.																										

Змн.	Продовження таблиці 3.12																
Арк.	020	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
№ докум.		<ul style="list-style-type: none"> – точити начисто шийку 1 в розмір $\phi 150h9$; – точити начисто конічну шийку 2 $\sphericalangle 1:5$ $\phi 179,8$; – точити начисто шийку 3 в розмір $\phi 220,3$; – точити начисто кут 4 в розмір $20^\circ \pm 30'$ $\phi 220,3$; – точити начисто радіус 5 в розмір R25; – підрізати начисто торець 6 в розмір 1000. 	<p>Установ Б</p> <p>перехід 2:</p> 	<p>Різець токарний VP15TF TNMG160408-5A</p> <p>Державка MTXNN3232 M11</p> <p>$H_1 = 32$ мм, $B = 32$ мм, $L_1 = 150$ мм, $L_2 = 31$ мм, $H_2 = 32$ мм, $F_1 = 32$ мм.</p>	220,3	10	1	0,2	240	350	1	0,16	23,25	23,41	12,1	35,68	35,7
КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТТЮ	025	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезерна 2. Горизонтально-розточний 2Б660Ф1 3. Установ А: <ul style="list-style-type: none"> – встановити, вивірити, закріпити; – перехід 1: – фрезерувати начорно паз 3 $b=24$; – фрезерувати начорно паз 2 $b=20$; 	<p>Установ А</p> 	<p>Фреза шпонкова VC2МК VC2MSD2400</p> <p>$D_1 = 24$ мм, $L_p = 45$ мм, $L_1 = 120$ мм, $D_4 = 25$ мм, N=2, тип 1.</p>	24	70	7,2	130	98	240	1	0,62					
Арк.																	

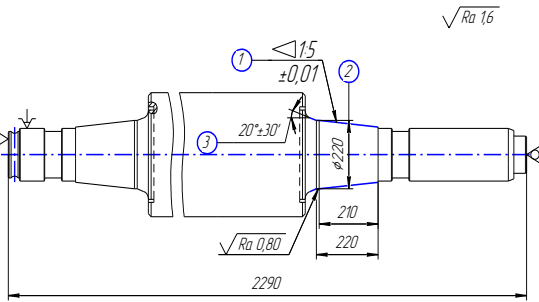
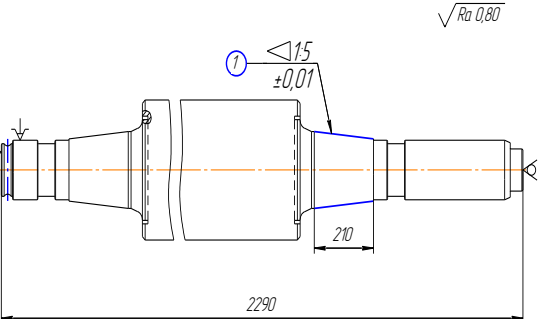
Змін.	Арк.	Продовження таблиці 3.12																		
№ докум.	Підпис	Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
025				<p>– фрезерувати начорно паз 1 b=16; – перехід 2: – фрезерувати начисто паз 3 b=24; – фрезерувати начисто паз 2 b=20; – фрезерувати начорно паз 1 b=16; Установ Б: – переустановити, вивірити, закріпити; – перехід 1: – фрезерувати начорно паз 1 b=16; – фрезерувати начорно паз 2 b=20; – фрезерувати начорно паз 3 b=24; – перехід 2: – фрезерувати начисто паз 1 b=16; – фрезерувати начисто паз 2</p>	<p>Установ Б</p> 	<p>Фреза шпонкова VC2МК VC2MSD2000 $D_1 = 20$ мм, $L_p = 38$ мм, $L_1 = 100$ мм, $D_4 = 20$ мм, $N=2$, тип 2.</p>	16	60	4,8	190	100	300	1	0,35						
						<p>Фреза шпонкова VC2МК VC2MSD1600 $D_1 = 16$ мм, $L_p = 32$ мм, $L_1 = 90$ мм, $D_4 = 16$ мм, $N=2$, тип 2.</p>	24	70	4,8	160	98	240	1	0,5						
							20	25	4	200	100	260	1	0,16						
							16	60	3,2	240	100	300	1	0,28	6,25	10,47	0,49	11,	11,	
							20	25	6	160	100	260	1	0,2				18	2	
							24	70	7,2	130	98	240	1	0,62						
							16	60	3,2	240	100	300	1	0,28						
							20	25	4	200	100	260	1	0,16						

КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТПО

Арк.

Змін.	Продовження таблиці 3.12																		
Арк.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
№ док.	025	b=20; – фрезерувати начисто паз 3 b=24.			24	70	4,8	160	98	240	1	0,5							
Ліdlис	030	1. Шліцефрезерна 2. Зубофрезерний 5A370 3. Установ А: – встановити, вивірити, закріпити; – перехід 1: – фрезерувати начорно шліци 1 b=43, n=6; – перехід 2: – фрезерувати начисто шліци 1 b=43, n=6.	Установ А 	Спеціальна черв'ячна фреза для шліцевих валів з прямобочним профілем Шаблон ШЛ-449															
Дата					43	20	2,5	0,8	25	50	1	60,15		5,8	86	8,6	95,95,		
					43	20	1	1,6	35	75	1	20,05					9	91	
	035	1. Термообробка: – низькотемпера- турний релаксаційний відпал; – зміцнююча високотемпературна обробка.																	
	040	1. Зачистка центрів																	
	045	1. Тонке точіння 2. Токарно-гвинторізний з ЧПК 1A665Ф3																	
Арк.																			

КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТТГО

Змін.	Продовження таблиці 3.12																
Арк.	045	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
№ докум.		3. Установ А: – встановити в патроні, вивірити, закріпити; – перехід 1: – точити тонко конічну шийку 1 $\triangleleft 1:5 \phi 178,8$; – точити тонко шийку 2 в розмір $\phi 220$; – точити тонко кут 3 в розмір $20^\circ \pm 30'$ $\phi 220$; – перехід 2: – точити тонко конічну шийку 1 $\triangleleft 1:5 \phi 178$.	Установ А перехід 1: 	Різець токарний з металокераміки NX2525 CNMG120408 -MV Державка PCLNR8080P 19 $H_1 = 80$ мм, $B = 80$ мм, $L_1 = 170$ мм, $L_2 = 40$ мм, $H_2 = 80$ мм, $F_1 = 40$ мм.													
Підпис		Установ Б: – переустановити, встановити в патроні, вивірити, закріпити; – перехід 1: – точити тонко конічну шийку 1 $\triangleleft 1:5 \phi 178,8$; – точити тонко шийку 2 в розмір $\phi 220$; – точити тонко кут 3 в розмір	перехід 2: 		220	10	0,5	0,3	100	160	1	0,23					
Дата													23,25	23,48	2,35	26	26,02
КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТТЮ					220	10	0,3	0,3	100	160	1	0,23					
Арк.																	

Змін.																	
Арк.	1	Продовження таблиці 3.12															
№ докум.	045	2 $20^{\circ} \pm 30'$ $\phi 220$; – перехід 2: – точити тонко конічну шийку 1 $\sphericalangle 1:5$ $\phi 178$.	3 Установ Б перехід 1:	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Підпис																	
Дата		перехід 2:															
КНУ КМР 131 24 1-05																	
050		Контрольна															
ПТТТО																	
Арк.																	

3.8 Розрахунок складу та кількості обладнання

Кількість обладнання розраховуємо виходячи з $T_{ум}$ та програми випуску виробів N_p :

$$C_p = \frac{T_p}{F_o \cdot m \cdot \eta}, \quad (3.20)$$

де F_o – річний дійсний фонд роботи обладнання при роботі в дві зміни, год., $F_o = 4015$ год.;

m – кількість змін

η – нормований коефіцієнт завантаження, $\eta = 0,8$.

Розрахунок трудомісткості виготовлення деталі розраховуємо за формулою:

$$T_p = \frac{T_{ум.к.} \cdot N_{зан}}{60}, \quad (3.21)$$

де $T_{ум.к.}$ – штучно-калькуляційний час операції, год.;

N – програма запуску, шт., яку розраховуємо за формулою:

$$N_{зан} = N + N_{зн} + N_{б}, \quad (3.22)$$

де N – річна програма випуску, $N_p = 500$ шт.;

$N_{зн}$ – кількість запасних деталей, шт., яку розраховуємо за формулою:

$$N_{зн} = (0,05 - 0,1) \cdot N, \quad (3.23)$$

$$N_{зн} = 500 \cdot 0,1 = 50 \text{ шт.}$$

$N_{б}$ – кількість браку, шт., яку розраховуємо за формулою:

$$N_{б} = (0,03 - 0,05) \cdot N, \quad (3.24)$$

$$N_{б} = 500 \cdot 0,05 = 25 \text{ шт.}$$

$$N_{зан} = 500 + 50 + 25 = 575 \text{ шт.}$$

Отже:

$$T_1 = \frac{13,18 \cdot 575}{60} = 127 \text{ год.},$$

$$T_2 = \frac{53,54 \cdot 575}{60} = 513 \text{ год.},$$

$$T_3 = \frac{35,7 \cdot 575}{60} = 342 \text{ год.},$$

$$T_4 = \frac{11,2 \cdot 575}{60} = 108 \text{ год.},$$

$$T_5 = \frac{95,91 \cdot 575}{60} = 920 \text{ год.},$$

$$T_6 = \frac{26,02 \cdot 575}{60} = 250 \text{ год.}$$

$$C_{1P} = \frac{127}{4015 \cdot 0,8} = 0,04, \quad C_{1П} = 1;$$

					КНУ КМР 131 24 1-05 03 ПТПО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{2P} = \frac{513}{4015 \cdot 0,8} = 0,16, C_{2\Pi} = 1;$$

$$C_{3P} = \frac{342}{4015 \cdot 0,8} = 0,11, C_{3\Pi} = 1;$$

$$C_{4P} = \frac{108}{4015 \cdot 0,8} = 0,03, C_{4\Pi} = 1;$$

$$C_{5P} = \frac{920}{4015 \cdot 0,8} = 0,27, C_{5\Pi} = 1;$$

$$C_{6P} = \frac{250}{4015 \cdot 0,8} = 0,08, C_{6\Pi} = 1.$$

$$\Sigma C_{\Pi} = 6.$$

3.9 Визначення складу і кількості працюючих у цеху

3.9.1 Визначення кількості основних працівників

Розраховуємо кількість основних працівників за формулою:

$$R_o = \frac{T_p}{F_r \cdot k_m}, \quad (3.25)$$

де T_p – річна трудомісткість робіт для даного типу обладнання;

F_r – дійсний річний фонд часу робітника, $F_r = 1820$ год.;

k_m – коефіцієнт багатостатності.

$$R_{o_{010P}} = \frac{127}{1820 \cdot 2} = 0,03, R_{o_{010\Pi}} = 1;$$

$$R_{o_{015P}} = \frac{513}{1820 \cdot 1} = 0,28, R_{o_{015\Pi}} = 1;$$

$$R_{o_{020P}} = \frac{342}{1820 \cdot 2} = 0,09, R_{o_{020\Pi}} = 1;$$

$$R_{o_{025P}} = \frac{108}{1820 \cdot 2} = 0,03, R_{o_{025\Pi}} = 1;$$

$$R_{o_{030P}} = \frac{920}{1820 \cdot 4} = 0,13, R_{o_{030\Pi}} = 1;$$

$$R_{o_{045P}} = \frac{250}{1820 \cdot 2} = 0,07, R_{o_{045\Pi}} = 1.$$

$$\Sigma R_{o_{\Pi}} = 6.$$

Результати розрахунків зводимо у таблицю 3.14.

					КНУ КМР.131.24.1-05.03.ПТПО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.14 – Необхідна кількість основних працівників

Верстат	T_p , год.	k_m	Кількість працюючих			
			Розрахункова	Прийнята	Професія	Розряд
1	2	3	4	5	6	7
2Б660Ф1	127	2	0,03	1	оператор ЧПК	4
165	513	1	0,28	1	токарь	4
1А665Ф3	342	2	0,09	1	оператор ЧПК	4
2Б660Ф1	108	2	0,03	1	оператор ЧПК	4
5А370	920	4	0,13	1	зуборізьчик	5
1А665Ф3	250	2	0,14	1	оператор ЧПК	4
				6		

3.9.2 Визначення чисельності допоміжних працівників

Кількість допоміжних працівників приймаємо у відсотковому відношенні від кількості основних працівників:

в середньосерійному виробництві – 20-30%.

Отже,

$$R_{oP} = (0,2 - 0,3) \cdot \Sigma R_{o\Pi}, \quad (3.26)$$

$$R_{oP} = 0,25 \cdot 6 = 1,5, \quad R_{o\Pi} = 2.$$

Кількість МОП складає 2-3% від загальної кількості основних та допоміжних працівників.

Отже,

$$R_{MO\Pi P} = (0,02 - 0,03) \cdot (\Sigma R_{o\Pi} + R_{oP}), \quad (3.27)$$

$$R_{MO\Pi P} = 0,025 \cdot (6 + 2) = 0,2, \quad R_{MO\Pi \Pi} = 1.$$

Кількість ІТР складає 10-15% від загальної кількості основних та допоміжних працівників.

Отже,

$$R_{ITP P} = (0,1 - 0,15) \cdot (\Sigma R_{o\Pi} + R_{oP}), \quad (3.28)$$

$$R_{ITP P} = 0,1 \cdot (6 + 2) = 0,8, \quad R_{ITP \Pi} = 1.$$

Кількість РКП складає 4-5% від загальної кількості основних та допоміжних працівників.

Отже,

$$R_{PK\Pi P} = (0,04 - 0,05) \cdot (\Sigma R_{o\Pi} + R_{oP}), \quad (3.29)$$

$$R_{PK\Pi P} = 0,045 \cdot (6 + 2) = 0,36, \quad R_{PK\Pi \Pi} = 1.$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.03.ПТПО				

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ МАРШРУТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Розраховуємо економічну ефективність впровадження верстатів з ЧПК.

В розрахунках не враховуємо капітальні вкладення у верстатне устаткування, вважаючи, що воно придбано для інших деталей.

Розрахунок виконуємо для варіанту: заготовки однакові – верстат без ЧПК порівнюємо з верстатом із ЧПК.

Базовий варіант: токарний верстат моделі 165.

Новий варіант: токарний верстат з ЧПК моделі 1А665Ф3.

Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	165	165	3-й верстат	4-ий верстат	1А665Ф3
Деталі					
Річний обсяг випуску деталей N, шт.	500				
Кількість запусків партій деталей в рік, шт	12				12
Тривалість випуску деталей Z, років	3				3
Штучний час обробки деталі $t_{шт}$, хв.	49,78	49,78	0	0	35,68
Час наладки верстата, хв.	72,5	72,5	0	0	33
Вартість заготовки $S_{заг}$, грн.	26184,36				26184,36
Вартість комплексу спеціальних пристосувань $K_{пр}$, грн	0	0	0	0	0
Оптова ціна на прокат одного УСЦ, грн	0	0	0	0	0
Середній час налагодження за прибором одного інструменту поза верстатом, хв.	0	4	0	0	0
Середній період стійкості інструменту, хв.	60	60	0	0	90
Середня кількість граней пластинки, шт.	1	1	0	0	3
Коефіцієнт, що враховує питому вагу основного часу в штучному K_T	0,083	0,083	0	0	0,2
Вартість розробки ПК $K_{ПК}$, грн.	0	0	0	0	5340

Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	165	165	3-й-верстат	4-ий верстат	1А665Ф3
Працівники					
Сереньочасова заробітня плата, грн					
верстатника $H_{ст}$	33,6	33,6	0	0	30,1
наладчика $H_{нал}$	33,6	33,6	0	0	34,3
наладчика інструмента $H_{ін}$	0	0	0	0	12,3
контролера $H_{к}$	29,8				0
Верстати					
Клас точності верстата	Н	Н	0	0	А
Маса верстата, т	30	30	0	0	50
Категорія складності ремонту верстата ЕРС:					
механічної частини $R_{м}$	51	51	0	0	100
електротехнічної частини $R_{е}$	43	43	0	0	99
Кількість верстатів, що обслуговує один робочий d , шт	1	1	0	0	2
Оптова ціна верстата Π , грн.	110000	110000	0	0	420000
Коефіцієнт завантаження верстата η_v	0,75	0,75	0	0	0,95
Площа верстата за габаритами А, м. кв.	25,0	25,0	0,0	0	60,0

					КНУ КМР.131.24.1-05.04.ТЕО		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Заблоцький				Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Кіяновський					1	1
Т. Контр.					Каф.ТМ, гр ПМ-23м		
Н. Контр.	Нечасев						
Затверд.	Рязанцев						
					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ МАРШРУТУ		

Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	165	165	3-й верстат	4-ий верстат	1A665Ф3
Площа пристрою ЧПК A_{γ} , м. кв.	0	0	0	0	0,25
Витрати на одну одиницю ЕРС верстата, грн.					
механічної частини H_M	401	401	0	0	272
електротехнічної частини H_E	86	86	0	0	60
Норматив річних витрат на поточне обслуговування та ремонт ПЧПК Q , грн.	0	0	0	0	11950
Коеф., що враховує додаткову площу верстата, γ	2,5	2,5	0	0	2
Коеф., що враховує клас точності верстата, μ	1	1	0	0	1,8
Ефективний річний фонд часу роботи верстата $\Phi_{об. год}$	3975	3975	0	0	3850
Виробничі та інші площі					
Вартість 1 м. кв. площі механічної $\Pi_{пл.зд.}$, грн	500				500
Вартість 1 м. кв. площі службово-побутових приміщень $\Pi_{сл. поб.}$, грн	1000				1000

Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	165	165	3-й верстат	4-ий верстат	1A665Ф3
Площа служб.-побут. приміщень, що приходяться на одного робочого A_6 , м. кв.	7				7
Витрати на утримання та амортизаційні витрати на 1 м. кв. цеху $H_{пл.}$, грн.	180	180	0	0	200
Додаткові дані					
Розряд					
контролера	5				5
верстатника	4	4	0	0	2
наладчика	3	3	0	0	5
наладчика інструменту	0	0	0	0	4
Габарити верстата (довжина x ширина), м	5,495 x 4,55	5,495x4,55	0	0	9,4 x6,4
Габарити пристрою ЧПК, м	0	0	0	0	0,5 x 0,5
Тип пристрою ЧПК	0	0	0	0	FANUC 0iMF
Строк служби верстата до капітального ремонту $T_{оп.}$, років	7	7	0	0	15
Встановлена потужність всіх електродвигунів головного руху, кВт	10	10	0	0	50

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ КМР.131.24.1-05.04.ТЕО

Арк.

Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	1А65	1А65	3-й верстат	4-ий верстат	1А665Ф3
Розрахунок допоміжних показників					
Трудомісткість обробки $T_{шт}$, год	349,5	349,5	0	0	212,46
Час наладки верстата впродовж року $T_{н.г}$, год	6,6	6,6	0	0	14,56
Час наладки інструмента поза верстатом впродовж року $T_{н.ін}$, год	0	0,00	0	0	0
Час контролю деталей впродовж року $T_{к.г}$, год	29,01	26,21	0,00	0,00	42,49
Кількість верстатників $P_{ст, чол.}$ (розр.)	0,19	0,19	0,00	0,00	0,04
дійсна	1	1	0	0	1
Кількість наладчиків верст. $P_{н, чол.}$ (розр.)	0,004	0,008	0,000	0,000	0,008
дійсна	1	1	0	0	1
Кількість наладчиків інстр. $P_{н.ін, чол.}$	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
дійсна	0	0	0	0	0
Кількість контролерів $P_{к, чол.}$ (розр.)	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02
дійсна	1				1
Додаткова кількість робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК $P_{дод, чол}$	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03
дійсна	0	1	0	0	1
Загальна кількість працівників на річну програму випуску деталей, чол.	6				4
Частка завантаження верстата обробкою деталі в обсязі річного випуску β	0,12	0,12	0,00	0,00	0,06

Собівартість механічної обробки річного випуску деталей

$$C = I_z + I_n + I_{ин} + I_{пк} + I_{пр} + I_{усп} + I_a + I_{пл} + I_{сл} + I_p + I_y + I_k,$$

де I_z – зарплатня верстатника;
 I_n – зарплатня за наладку верстата;
 $I_{ин}$ – зарплатня налагоджувальника інструмента поза верстатом;
 $I_{пк}$ – витрати на підготовку та поновлення керуючої програми;
 $I_{пр}$ – витрати на ремонт та утримання спеціальних пристосувань;
 $I_{усп}$ – витрати на прокат універсально-збірних
 I_a – амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання;
 $I_{пл}$ – витрати на утримання приміщення, яке займає верстат;
 $I_{сл}$ – витрати на амортизацію і утримання службово-побутових приміщень;
 I_p – витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання;
 I_y – витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК;
 I_k – зарплатня контролера

C_1 на деталь =	577,46
C_2 на деталь =	293,25

	I_z	I_n	$I_{ин}$	$I_{пк}$	$I_{пр}$	$I_{усп}$	I_a	$I_{пл}$	$I_{сл}$	I_p	I_y	I_k	
$C_1 =$	24490	+ 1298,15	+ 141,28	+ 933,33	+ 0	+ 0	+ 4610,34	+ 2440,70	+ 63000	+ 4906,7	+ 406,38	+ 1715,28	= 103942,19
$C_2 =$	3543	+ 785,31	+ 0,00	+ 1780,00	+ 0	+ 0	+ 11470,48	+ 1495,88	+ 28000	+ 3702,6	+ 741,73	+ 1266,26	= 52785,36

Капітальні вкладення споживача

$$K = K_б + K_{зд} + K_{сл} + K_{нез} + K_{пр} + K_{п.у.}$$

де $K_б$ – балансова вартість верстата, грн;
 $K_{зд}$ – вартість приміщення, яке займає верстат, грн.;
 $K_{сл}$ – вартість службово-побутових приміщень, грн.;
 $K_{нез}$ – обігові кошти в незакінченому виробництві, грн.;
 $K_{пр}$ – вартість комплексу спеціальних пристосувань, які використовуються на верстатах при обробці деталей, грн.;
 $K_{п.у.}$ – витрати на створення керуючої програми (КП), грн.

	$K_б$	$K_{зд}$	$K_{сл}$	$K_{нез}$	$K_{пр}$	$K_{п.у.}$	
$K_1 =$	115258	+ 6780	+ 63000	+ 125700	+ 0	+ 2800	= 313538
$K_2 =$	286762	+ 3740	+ 28000	+ 42980	+ 0	+ 5340	= 366821,56

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ КМР 131.24.1-05.04.ТФО

Арк.

Приведені витрати				
Z_1	=	C_1	+	$E_n \cdot K_1$
150973		103942		0,15 · 313538
Z_2	=	C_2	+	$E_n \cdot K_2$
107809		52785		0,15 · 366822

Річний економічний ефект				
E	=	Z_1	-	Z_2
43164		150973		107809

Строк окупності				
$T_{ок}$	=	$(K_2 - K_1)$	/	$(C_1 - C_2)$
1,04		366822 - 313538		103942 - 52785,4

Річний економічний ефект в 43164 грн та строк окупності в 1,04 роки показує доцільність використання верстатів з ЧПК.

					КНУ КМР.131.24.1-05.04.ТЕО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ І РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ДЛЯ ОПЕРАЦІЇ НА ВЕРСТАТІ З ЧПК

Операція виконується на токарно-гвинторізному верстаті з ЧПК 1А665Ф3 з пристроєм ЧПК 2Р22. Кількість позицій на поворотному різцетримачі складає 6. Для виконання заданої операції достатньо чотирьох різців.

Верстатним пристроєм є трьохкулачковий патрон з незалежним переміщенням кулачків, який розташовується на шпинделі верстата. Інструментальним пристроєм є різцетримач з циліндричним хвостовиком з перпендикулярним відкритим пазом для верстатів з ЧПК за ОСТ 2 П15-3-84.

В таблиці 5.1 представлений різальний інструмент для виконання даної операції.

Таблиця 5.1 – Вибір різального інструменту

Позиція інструменту	Найменування інструменту
T01	Різець токарний прохідний TNMG160408-ES VP15TF
T02	Різець для контурного точіння TNMG160408-SA VP15TF
T03	Спеціальний канавочний різець №1
T04	Спеціальний канавочний різець №2

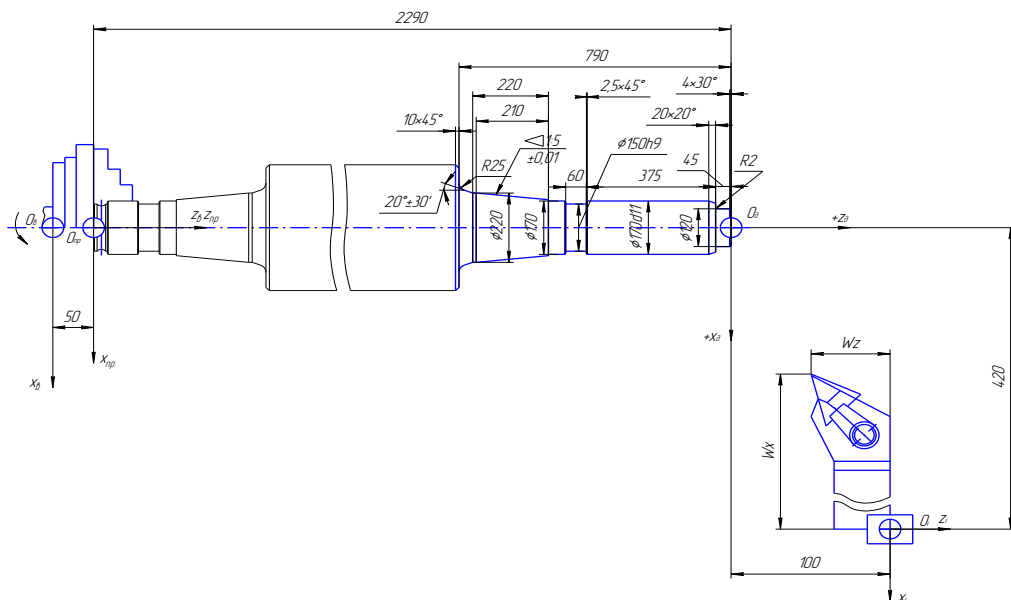


Рисунок 5.1 – Ув'язка нулів верстату, пристрою, деталі та інструменту

КНУ.КМР.131.24.1-05.05.РВІН				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Заблоцький		
Перевір.		Кіяновський		
Т. Контр.				
Н. Контр.		Нечаєв		
Затверд.		Рязанцев		
РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ			Літ.	Арк.
			Каф.ТМ, гр ПМ-23м	

Координати за опорними точками приведені в таблиці 5.2, а траєкторія руху інструменту по опорним точкам зображена на рисунку 5.2.

Таблиця 5.2 – Опорні точки

№ точки	Координата X	Координата Z
1	2	3
Точіння напівчистове T01		
в.т.	420	100
1	2	2
2	120	0
3	120	-43
4	124	-45
5	144	-20
6	170	-65
7	170	-417,5
8	165	-420
9	154	-420
10	154	-480
11	165	-480
12	170	-482,5
13	170	-528
14	174	-530
15	178	-530
16	220	-740
17	220	-750
18	237,8	-773,8
19	284,6	-790
20	380	-790
21	400	-800
22	402	-800
в.т.	150	100
Точіння чистове T02		
в.т.	420	100
1	165	0
2	154	0
3	170	-60
4	178	-110
5	220	-320
6	220	-330
7	237,8	-353,8
8	284,6	-370
9	400	-380
в.т.	420	100

Фрагмент керуючої програми для виконання технологічної операції заносимо в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 – Фрагмент керуючої програми

Кадр КП	Пояснення
1	2
N001M08	Включити MOP
N002T01S2350F0,2	Перша позиція різцетримача, діапазон оборотів шпинделя – 225 об/хв., подача 0,2 мм/об
N003X420Z2E	Швидке підведення до вихідної точки циклу
N004X2Z2	Підведення у вихідну точку циклу на робочій подачі T01
N005L08A0P4	Багатопрхідна обробка (припуск під чистову обробку 0, глибина різання на сторону 4 мм)
N006X120C4	Обробка фаски 4×30°
N007X120Z0	Обробка поверхні $\phi 120$
N008Z-43Q2	Обробка радіусу R2
N009X144C20	Обробка фаски 20×20°
N010X170Z-417,5	Обробка поверхні $\phi 170$
N011X165C2,5	Обробка фаски 2,5×45°
N012X150Q-2	Обробка радіусу R2
N013X150Z-478	Обробка поверхні $\phi 150$
N014Z-480Q2	Обробка радіусу R2
N015X165C2,5	Обробка фаски 2,5×45°
N017Z-530Q2	Обробка радіусу R2
N018X178Z0	Обробка поверхні $\phi 178$
N019X220Z-740	Обробка поверхні $\sphericalangle 1:5$
N020Z-750	Обробка поверхні $\phi 220$
N021X23,8Z-773,8	Обробка кута 20°±30' $\phi 220$
N022Z-790Q25	Обробка радіусу R25
N023X380C10	Обробка фаски 10×45°
N024X402M17	Відвід у точку 21, кінець описування деталі
N025X150Z100E	Повернення на швидкому ході у вихідну точку
N026T02S2350F0,2	Друга позиція різцетримача, діапазон оборотів шпинделя – 350 об/хв., подача 0,2 мм/об
N027X120Z0E	Швидке підведення до вихідної точки циклу
N028X165	Підведення у вихідну точку циклу на робочій подачі T02
N029L08P2	Багатопрхідна обробка (глибина різання на сторону 2 мм)
N030X178	Підведення інструменту до точки 1 на холостому ході

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ КМР 131 24 1-05 05 РВІН

Арк.

Продовження таблиці 5.3

1	2
N031X220Z-320	Обробка поверхні $\leq 1:5$
N032Z-330	Обробка поверхні $\phi 220$
N033X237,8Z-353,8	Обробка кута $20^\circ \pm 30'$ $\phi 220$
N034Z-330Q25	Обробка радіусу R25
N035X400Z-380	Підрізка торця
N036X402M17	Відвід у точку 8, кінець описування деталі
N037X150Z100E	Повернення на швидкому ході у вихідну точку
....	

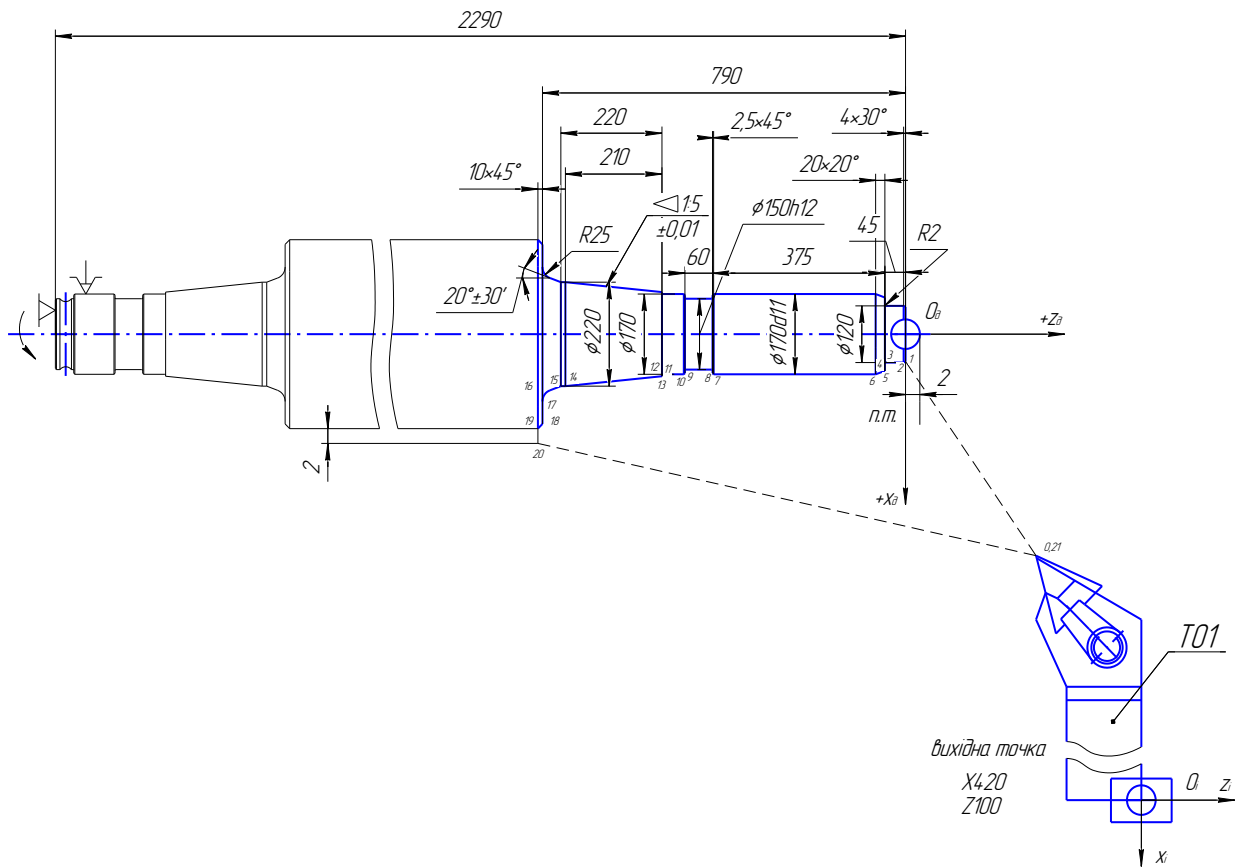


Рисунок 5.2 – Траєкторія руху інструменту

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.05.РВІН				

6 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

6.1 Проектування спеціального верстатного пристосування

6.1.1 Розробка технічного завдання на проектування

Спроекувати спеціальний верстатний пристрій для горизонтально-розточної операції – обробка торця валка з приводного боку і центрування отвору В12.

Ескіз механічної обробки деталі Валок представлений на рисунку 6.1.

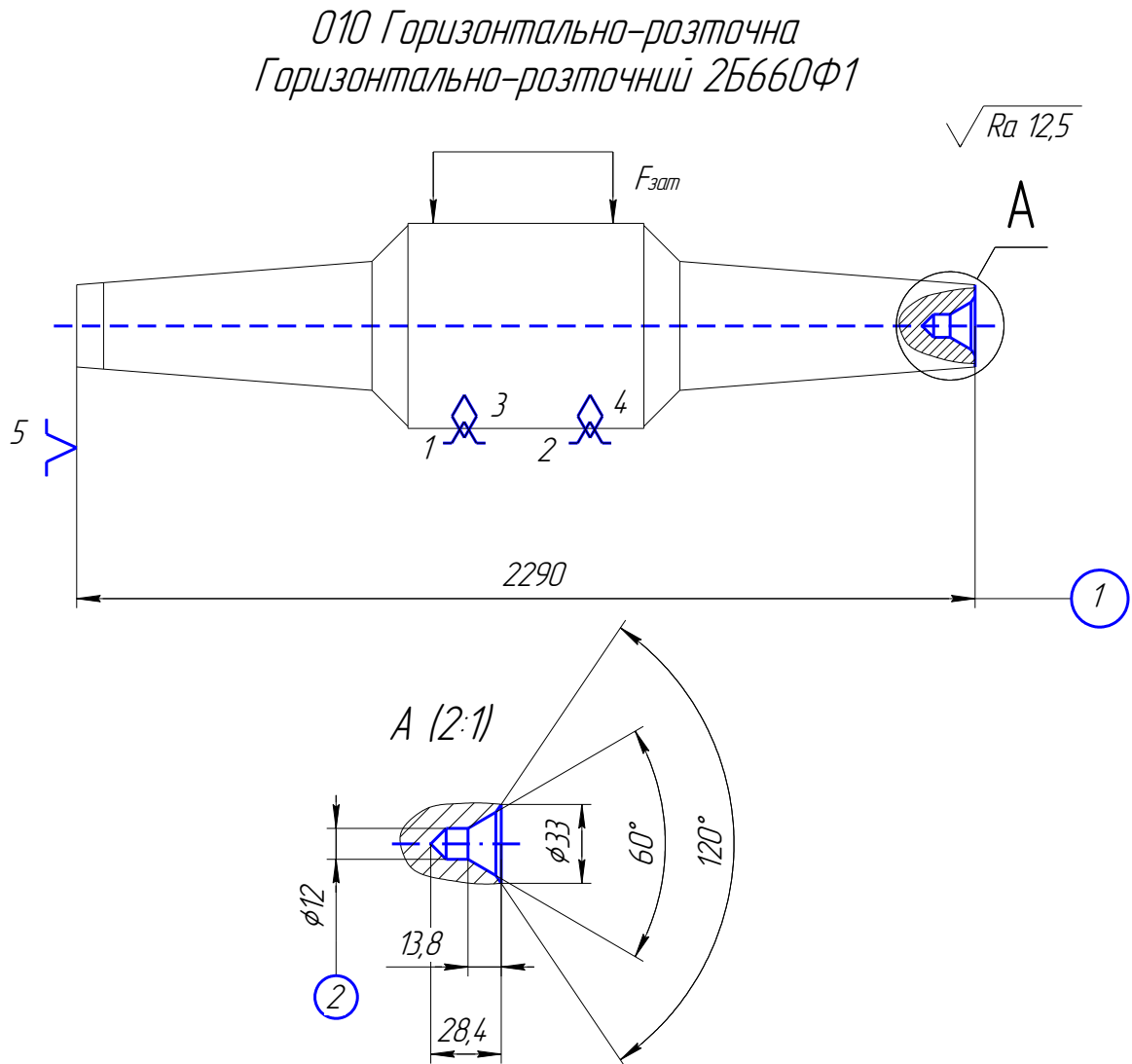


Рисунок 6.1 – Ескіз механічної обробки деталі “Валок А”

На рисунку 6.1 показано теоретичну схему базування, зображено місце

					КНУ.КМР.131.24.1-05.06.ПТО					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ					
Розроб.	Заблюцький							Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Кіяновський								1	1
Т. Контр.								Каф.ТМ, гр ПМ-23м		
Н. Контр.	Нечаєв									
Затверд.	Рязанцев									

докладання зусиль затиску, нанесені розміри з вимогами по точності та шорсткості на поверхні, що оброблюються.

Деталь буде базуватися наступним чином: зовнішня циліндрична поверхня 20 виступає в ролі подвійної направляючої бази, що полишає деталь чотирьох ступенів вільності, та упорною базою виступає торець 1. Подвійна направляюча і опорна бази будуть реалізовуватися за допомогою призм і затискних планок.

Режими різання.

Розрахунок сил різання.

Фрезерування торця з приводного боку проводиться на швидкості $V = 180 \text{ м/хв.}$ при $S = 0,3 \text{ мм/зуб}$, $n = 360 \text{ об/хв.}$.

Розраховуємо окружну силу різання за формулою:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}, \quad (6.1)$$

де C_p – коефіцієнт, $C_p = 54,5$

D – діаметр фрези;

t – глибина фрезерування;

S_z – подача на зуб фрези;

z – число зубів фрези;

B – ширина фрезерування;

n – частота обертання фрези, $n = 360 \text{ об/хв}$;

q, x, y, w, u – показники степенів, $q = 1,0$; $x = 0,9$; $y = 0,74$; $w = 0$; $u = 1,0$

K_{MP} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу, який розраховуємо за формулою:

$$K_{MP} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n, \quad (6.2)$$

де HB – твердість матеріалу, $HB = 330 \text{ МПа}$;

n – показник степені, $n = 1,0$,

$$K_{MP} = \left(\frac{330}{190} \right)^{1,0} = 1,74.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 6,0^{0,9} \cdot 0,3^{0,74} \cdot 120^1 \cdot 10}{160^{1,0} \cdot 360^0} \cdot 1,74 = 14636 \text{ Н.}$$

Величини решти складових сили різання: радіальної P_y і осьової P_x встановлюють із співвідношення з головною складовою P_z за табл. 42

$$P_y : P_z = 0,4,$$

$$P_y = 0,4 \cdot 14636 = 5854,4 \text{ Н.}$$

$$P_x : P_z = 0,5,$$

$$P_x = 0,5 \cdot 14636 = 7318 \text{ Н.}$$

Розраховуємо крутний момент за формулою:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}, \quad (6.3)$$

де P_z – окружна сила різання;

D – діаметр фрези.

$$M_{кр} = \frac{14636 \cdot 0,16}{2 \cdot 100} = 11,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Свердлення отвору $\phi 12 \text{ мм}$ проводиться на швидкості $V = 80 \text{ м/хв.}$ при $S = 0,25 \text{ мм/об, } n = 210 \text{ об/хв.}$

Розраховуємо осьову силу за формулою:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (6.4)$$

де C_p – коефіцієнт, $C_p = 42$ [15, табл.32, стор.281];

D – діаметр свердла;

S – подача;

q, y – показники степені, $q = 1,2, y = 0,75$

K_p – поправочний коефіцієнт, який розраховуємо за формулою:

$$K_p = K_{Mp}, \quad (6.5)$$

де K_{Mp} – коефіцієнт, який розраховуємо за формулою:

$$K_{Mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n, \quad (6.6)$$

де HB – твердість матеріалу, $HB = 330 \text{ МПа}$;

n – показник степені, $n = 0,6$,

$$K_{Mp} = \left(\frac{330}{190} \right)^{0,6} = 1,39.$$

$$P_o = 10 \cdot 42 \cdot 12^{1,2} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 1,39 = 4031 \text{ Н}.$$

Розраховуємо крутний момент за формулою:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (6.7)$$

де C_M – коефіцієнт, $C_M = 0,012$ [15, табл.32, стор.281];

D – діаметр свердла;

S – подача;

q, y – показники степені, $q = 2,2, y = 0,8$

K_p – поправочний коефіцієнт, який розраховуємо за формулою:

$$K_p = K_{Mp}, \quad (6.8)$$

де K_{Mp} – коефіцієнт, який розраховуємо за формулою:

$$K_{Mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n, \quad (6.9)$$

де HB – твердість матеріалу, $HB = 330 \text{ МПа}$;

n – показник степені, $n = 0,6$,

$$K_{Mp} = \left(\frac{330}{190} \right)^{0,6} = 1,39.$$

					КНУ КМР.131.24.1-05.06.РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,012 \cdot 12^{2,2} \cdot 0,25^{0,8} \cdot 1,39 = 13,03 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Тип пристрою – одномісний переналагоджувальний (для обробки групи деталей) з різьбовим затиском.

Горизонтально-розточну операцію виконуємо на горизонтально-розточному верстаті з ЧПК моделі 2Б660Ф1. Верстат має потужність 125 кВт.

Річна програма випуску деталі Валок – $N_p = 500$ шт.

Виробництво деталей – середньосерійне.

6.1.2 Розробка схеми базування заготовки

Виконуємо аналіз технологічних баз [16].

Для повного виключення рухомості твердого тіла в просторі необхідно позбавити його шести ступенів вільності: трьох поступових переміщень вздовж осей координат і трьох обертань навколо осей.

При фрезеруванні торця і свердленні отвору $\phi 12 \text{ мм}$ необхідно використовувати дві бази: подвійну направляючу та упорну.

За подвійну направляючу базу приймаємо зовнішню циліндричну поверхню розміром $\phi 400 \text{ мм}$, яка має двохсторонній зв'язок в площинах ZOY і XOY і лишає деталь чотирьох ступенів вільності: можливості переміщуватися вздовж осей OZ і OX і обертання навколо них.

За упорну базу приймаємо торець розміром 2290 мм, який лишає деталь п'ятого ступеня вільності: переміщення вздовж осі OY.

Таким чином, валок позбавляється п'яти ступенів вільності, що є достатнім для його надійного базування.

Схема базування заготовки представлена на рисунку 6.2.

Спеціальними опорними елементами при заданій схемі базування є призми опорні. Вибір призм здійснюється за діаметром установчої бази зовнішньої циліндричної поверхні деталі.

Установчою базою деталі є зовнішня циліндрична поверхня з параметрами: $\phi 400 \text{ мм}$, $L = 1000 \text{ мм}$.

Параметри призми опорної: $\phi 400 \text{ мм}$, $B = 560 \text{ мм}$, $B_1 = 480 \text{ мм}$, $L = 230 \text{ мм}$, $L_1 = 600 \text{ мм}$, $H = 100 \text{ мм}$, $H_1 = 230 \text{ мм}$, $b = 100 \text{ мм}$, $A = 100 \text{ мм}$, $A_1 = 220 \text{ мм}$, $A_2 = 90 \text{ мм}$, $A_3 = 70 \text{ мм}$, $d = M12 \text{ мм}$, $h = 25 \text{ мм}$, $h_1 = 22 \text{ мм}$, $h_2 = 22 \text{ мм}$, $\alpha = 90^\circ$.

Ескіз призми опорної зображений на рисунку 6.3.

					КНУ КМР 131 24 1-05 06 РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

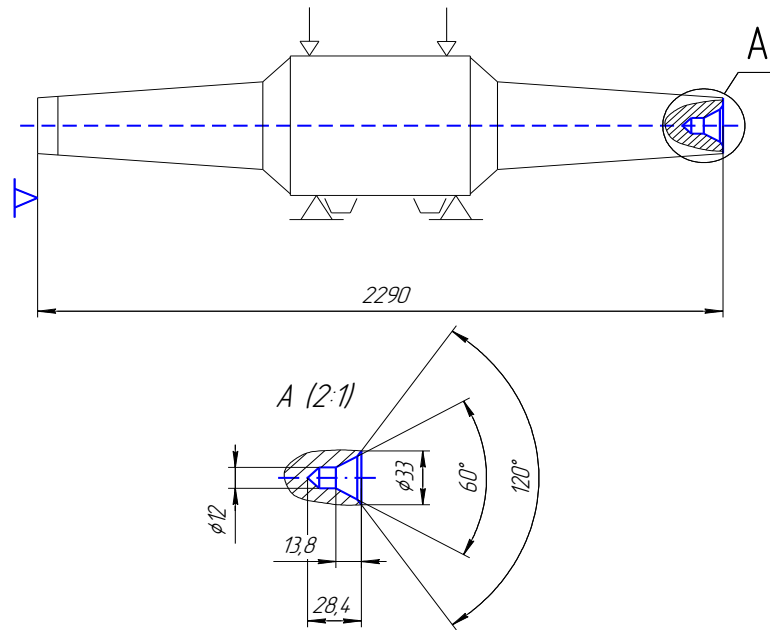


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки

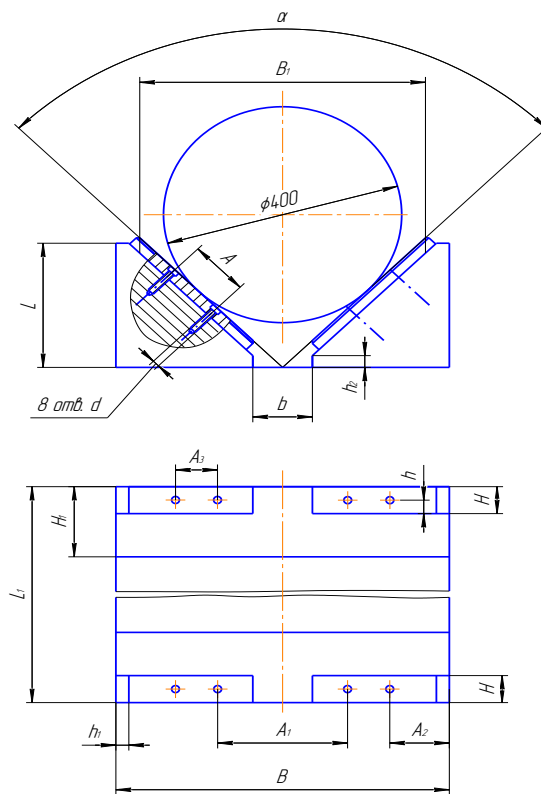


Рисунок 6.3 – Ескіз призми опорної

6.1.3 Розрахунок похибки базування

Згідно схеми базування виконуємо розрахунок дійсного значення похибки базування [17].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

При фрезеруванні торця і свердленні отвору:

$$\varepsilon_{\bar{\sigma}(120)} = 0,5 \cdot Td_{(400)} = 0,5 \cdot 1,4 = 0,7 \text{ мм.}$$

6.1.4 Розробка схеми закріплення заготовки

На підставі способу базування деталі та розміщення установчих елементів, визначаємо місце прикладання сили затиску деталі та розрахунок її величини (рисунок 6.4).

Виконуємо схему закріплення деталі (рис. 6.4). Зусилля затиску направляємо перпендикулярно площині установчої бази.

Згідно рішення задачі статики на рівновагу твердого тіла під дією всіх прикладених до нього сил і моментів, визначаємо величину силу затиску деталі в залежності від сили різання, моментів і сил тертя.

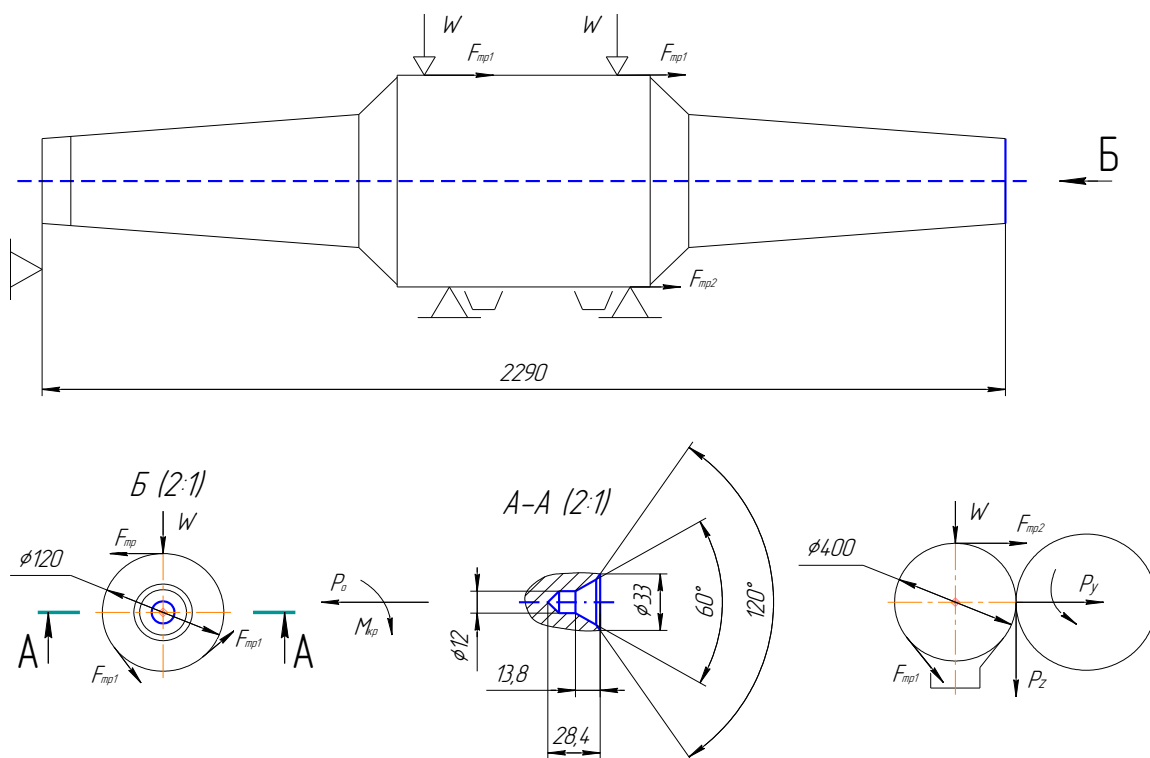


Рисунок 6.4 – Схема прикладення сил

Умова рівноваги деталі в пристрої:

$$\sum P_{i \text{ вісь}} = 0;$$

$$\sum M_{i \text{ вісь}} = 0.$$

При фрезеруванні торця:

$$\sum M_{i \text{ вісь}} = 0.$$

$$k \cdot M_{\text{пiз}} > P \cdot f \cdot \cos 45^\circ \cdot 200, \quad (6.10)$$

$$3 \cdot 11708,8 > 1268 \cdot 0,15 \cdot 0,707 \cdot 200,$$

$$35126,4 > 26894,28.$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.06.РВІН				

Так як відомо, що $F_{TP} = W \cdot f$, то:

$$2W \cdot f \cdot \frac{400}{2} + 4 \cdot (W + P) \cdot f \cdot \cos 45^\circ \cdot \frac{400}{2} = k \cdot P_z \cdot \frac{120}{2}, \quad (6.11)$$

де k – коефіцієнт запасу;

f – коефіцієнт тертя, що дорівнює 0,15;

P_z – сила різання.

Коефіцієнт запасу розраховуємо за формулою:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_4 \cdot k_6, \quad (6.12)$$

де k_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $k_0 = 1,5$;

k_1 – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки, $k_1 = 1,0$;

k_4 – коефіцієнт, що враховує постійність сил затиску, $k_4 = 1,3$;

k_6 – коефіцієнт, що залежить від обмеженості контакту опори з установчою поверхнею, $k_6 = 1,5$.

$$k = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,5 \approx 3.$$

$$W = \frac{k \cdot P_z \cdot 120/2 - 4 \cdot P \cdot f \cdot \cos 45^\circ \cdot 200}{2 \cdot f \cdot 200 + 4 \cdot 200 \cdot f \cdot \cos 45^\circ}, \quad (6.13)$$

$$W = \frac{3 \cdot 14636 \cdot 60 - 4 \cdot 1268 \cdot 0,15 \cdot 0,707 \cdot 200}{400 \cdot 0,15 + 4 \cdot 200 \cdot 0,15 \cdot 0,707} = 17446 \text{ Н}.$$

При свердленні отвору:

$$\Sigma P_{i \text{ вiсь}} = 0;$$

$$2W \cdot f \cdot \frac{400}{2} + 4 \cdot (W + P) \cdot \sin 45^\circ \cdot f \cdot \frac{400}{2} = k \cdot P_o \cdot \frac{120}{2}, \quad (6.14)$$

$$W = \frac{k \cdot P_o \cdot 120/2 - 2P \cdot \sin 45^\circ \cdot f \cdot 400}{400 \cdot f + 2 \cdot 400 \cdot f \cdot \sin 45^\circ}, \quad (6.15)$$

$$W = \frac{3 \cdot 4031 \cdot 60 - 2 \cdot 1268 \cdot 0,707 \cdot 0,15 \cdot 400}{400 \cdot 0,15 + 2 \cdot 400 \cdot 0,15 \cdot 0,707} = 4267 \text{ Н}.$$

$$\Sigma M_{i \text{ вiсь}} = 0.$$

$$k \cdot M_{кр} = 2 \cdot \left(2W \cdot \frac{400}{2} \cdot f \cdot \cos 45^\circ + W \cdot \frac{400}{2} \cdot f \right), \quad (6.16)$$

$$W = \frac{k M_{кр}}{2 \cdot (400 \cdot f \cdot \cos 45^\circ + 200 \cdot f)},$$

$$W = \frac{3 \cdot 13,03}{2 \cdot (400 \cdot 0,25 \cdot 0,707 + 200 \cdot 0,25)} = 0,16 \text{ Н}.$$

Обираємо найгірший варіант: $W = 17446 \text{ Н}$.

6.1.5 Вибір конструкції затискного механізму

Сила затиску заготовки різьбовим затиском залежить форми затискного торця шпильки.

Конструкція затискного пристрою показана на рисунку 6.5.

					КНУ КМР 131 24 1-05 06 РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

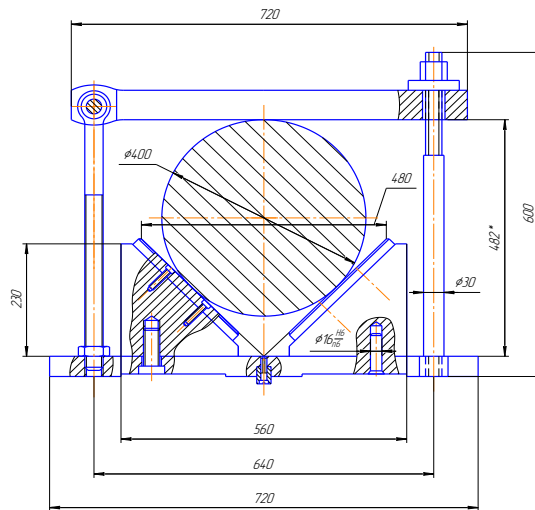


Рисунок 6.5 – Схема затискного пристрою

Номінальний діаметр шпильки знаходимо з формули:

$$d = \sqrt{\frac{W}{0,5 \cdot \sigma}}, \quad (6.17)$$

де σ – допустима напруга розтягу матеріалу шпильки.

$$d = \sqrt{\frac{17446}{0,5 \cdot 800}} = 6,60 \text{ см.}$$

Приймаємо діаметр шпильки М24.

Сила, прикладена до ключа різбового затиску:

$$Q = \frac{W \cdot \left(\frac{d_{cp}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + 0,33 \cdot \frac{D_3^3 - D_6^3}{D_3^2 - D_6^2} \cdot 0,15 \right)}{l}, \quad (6.18)$$

де d_{cp} – середній діаметр різьби шпильки;

W – сила затиску деталі;

l – довжина ключа;

α – кут підйому витка різьби;

φ – приведений кут тертя в різбовій парі;

f – коефіцієнт тертя;

D_3 – зовнішній діаметр опорного торця гайки;

D_6 – внутрішній діаметр опорного торця гайки.

$$Q = \frac{17446 \cdot \left(\frac{24}{2} \cdot 0,2071 + 0,33 \cdot \frac{33,2^3 - 25^3}{33,2^2 - 25^2} \cdot 0,15 \right)}{280} = 290 \text{ Н.}$$

6.1.6 Вибір або проектування базових та допоміжних елементів пристрою

					КНУ КМР 131 24 1-05 06 РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обираємо та приводимо конструктивні параметри базових та допоміжних елементів пристрою відносно до існуючих стандартів.

В якості базової деталі використовуємо планку поздовжню: $B = 230$ мм, $H = 40$ мм, $L = 560$ мм.

Вибираємо допоміжні елементи спеціального пристрою. До них відносяться:

- болт відкидний М36;
- кутник;
- накладка на призму;
- планка відкидна;
- планка поперечна;
- шпилька М24;
- шпонка;
- гайка М24 ДСТУГОСТ 5915-70;
- болт М36×160 ДСТУГОСТ 15589-70;
- болт М36×120 ДСТУГОСТ 15589-70;
- болт М36×80 ДСТУГОСТ 15589-70;
- гвинт М12×45 ДСТУГОСТ 1491-80;
- гвинт М12×50 ДСТУГОСТ 1491-80;
- гайка М24×3 ДСТУГОСТ 5915-70;
- гайка М36×4 ДСТУГОСТ 5916-70;
- гайка М36×4 ДСТУГОСТ 15526-70;
- заклепка 30×60 ДСТУГОСТ 10299-80;
- опора постійна зі сферичною головкою ДСТУГОСТ 13441-68;
- шайба плоска 66 ДСТУГОСТ 11371-78;
- шайба швидкозмінна ДСТУГОСТ 4087-69;
- штифт 2.16×80 ДСТУГОСТ 3128-70.

Виконуємо в ескізному варіанті базові та допоміжні елементи пристрою з вказівкою конструктивних параметрів, вимог по точності та шорсткості.

6.1.7 Визначення похибки розташування пристрою на верстаті

Пристрій встановлюється на стіл верстата моделі 2Б660Ф1 без вивірки та центрується за допомогою двох Т-подібних шпонок, пристрій кріпиться до столу за допомогою двох різьбових з'єднань. Пристрій повністю вміщується на столі верстату.

Виконуємо ескіз засобу встановлення пристрою на верстаті з вказівкою конструктивних параметрів. Проставляємо розміри і допуски, що визначають взаємне розташування посадкових і опорних поверхонь у пристрої.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.06.РВІН					

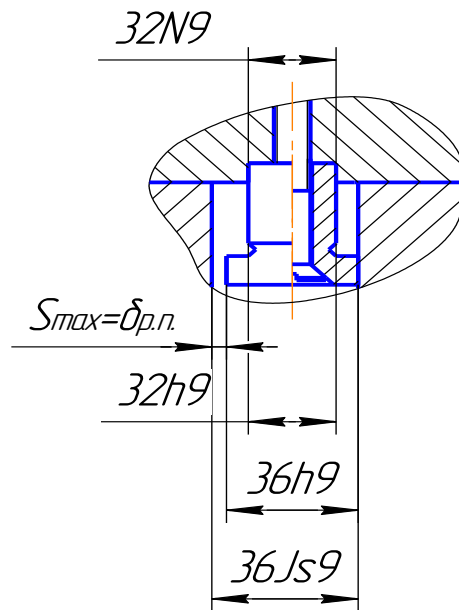


Рисунок 6.7 – Ескіз засобу встановлення пристрою

Планка має П-образний паз шириною 32 мм, стіл має Т-образний паз шириною 36 мм, планка та стіл з'єднуються Т-подібною шпонкою 32×36 мм. Ширина пазу планки, столу, ширина шпонки мають наступні поля допусків $N9$, J_s9 , $h9$.

При встановленні пристрою на столі горизонтально-розточного верстата елементами фіксації взаємного положення пристрою – столу верстата стають призматичні шпонки, які встановлюються у Т-подібний паз столу верстата.

У нашому випадку між планкою, шпонкою, столом нормальне шпонкове з'єднання. З'єднання шпонка–планка виконане з натягом, стіл–шпонка – із зазором.

Внаслідок того, що пристрій встановлюється без вивірки, мають місце дві похибки, які повинні бути визначені:

1. $\delta_{p.n.}$ – похибка розташування пристрою на металорізальному верстаті, яка залежить від величини зазору між Т-образним пазом верстата і шпонкою верстатного пристрою:

$$\delta_{p.n.1} = S_{\max}, \quad (6.19)$$

$$\delta_{p.n.1} = S_{\max} = 36,062 - 35,938 = 0,124 \text{ мм},$$

а також залежить від величини кута перекосу між двома шпонками верстатного пристрою:

$$\delta_{p.n.2} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{l \cdot S_{\max}}{L_{\text{шт}}}, \quad (6.20)$$

де l – довжина оброблюваної деталі;

$L_{\text{шт}}$ – відстань між шпонками;

S_{\max} – максимальний зазор у сполученнях поверхонь, які базують.

					КНУ КМР.131.24.1-05.06.РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді:

$$\delta_{p.n.2} = \frac{2300,75 \cdot 0,124}{410} = 0,49 \text{ мм.}$$

Визначаємо сумарну похибку за формулою:

$$\delta_{p.n.\Sigma} = \delta_{p.n.1} + \delta_{p.n.2}, \quad (6.21)$$

$$\delta_{p.n.\Sigma} = 0,124 + 0,49 = 0,614 \text{ мм.}$$

При фрезеруванні торця похибка $\delta_{p.n.}$ впливає на точність розміру 2300,75IT14.

При свердленні отвору похибка $\delta_{p.n.}$ впливає на точність розміру 28,4IT14.

2. $\delta_{n.o.}$ – похибка розташування опорних поверхонь пристрою, яка впливає при фрезеруванні на точність розміру 2300,75IT14, а при свердленні на точність розміру 28,4IT14.

$$\delta_{n.o.} = (1/3 \dots 1/5) \cdot T, \quad (6.22)$$

де T – допуск розміру заготовки.

При фрезеруванні торця: $\delta_{n.o.} = 1/5 \cdot 4,4 = 0,88 \text{ мм.}$

При свердленні отвору: $\delta_{n.o.} = 1/5 \cdot 0,52 = 0,104 \text{ мм.}$

6.1.6. Розрахунок на точність верстатного пристрою

Підсумкова похибка обробки є наслідком сукупного впливу різних факторів, що впливають на похибки обробки.

До їх числа відносяться: похибки виготовлення і зношування елементів верстата, пристрою, інструмента; похибки деформації пристрою і заготовки під дією сил різання та інші. Кожний з факторів породжує свою складову похибку обробки.

При обробці заготовок у пристроях на налаштованих верстатах можна виділити наступні незалежні основні складові похибки:

δ_o – похибка базування заготовки у верстатному пристрої;

$\delta_{p.n.}$ – похибка розташування пристрою на металорізальному верстаті;

$\delta_{n.n.}$ – похибка розташування направляючих елементів пристрою щодо базових поверхонь верстатного пристрою;

δ_z – похибка закріплення заготовки в пристрої;

δ_{zn} – похибка зношування елементів верстатного пристрою;

$\delta_{n.p.}$ – похибка взаємного розташування у верстатному пристрою опорних елементів з базовими поверхнями деталі.

Сумарна похибка пристрою розраховується за формулою:

$$\delta_{\Sigma} = K \cdot \sqrt{\delta_o^2 + \delta_{p.n.}^2 + \delta_{n.p.}^2 + \delta_z^2 + \delta_{n.n.}^2 + \delta_{zn}^2}, \quad (6.23)$$

де K – коефіцієнт, що враховує відхилення розсіювання значень складових величин від закону нормального розподілу, $K = 1,1 \dots 1,2$.

Похибка базування заготовки у верстатному пристрої становить:

					КНУ КМР 131.24.1-05.06 РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta_o = 0,7 \text{ мм.}$$

Похибка розташування пристрою на металорізальному верстаті становить:

$$\delta_{p.n.} = 0,614 \text{ мм.}$$

Похибка розташування направляючих елементів пристрою щодо базових поверхонь верстатного пристрою – допуск на висоту призми 230h14: $\delta_{n.n.} = 1,15 \text{ мм.}$

Похибка закріплення δ_3 складається в зміні положення деталі в результаті додавання до неї зусилля закріплення.

При постійній силі закріплення заготовки і однакої якості їх базових поверхонь $\delta_3 = 0$.

Похибка взаємного розташування у верстатному пристрою опорних елементів з базовими поверхнями деталі становить:

при фрезеруванні торця: $\delta_{n.o.} = 1/5 \cdot 4,4 = 0,88 \text{ мм};$

при свердленні отвору: $\delta_{n.o.} = 1/5 \cdot 0,52 = 0,104 \text{ мм.}$

На зношування впливають розміри і конструкція установочних елементів, матеріал і маса оброблювальної деталі, стан її базових поверхонь.

Виконуємо розрахунок похибки δ_{zn} . Зношення установочних елементів визначається за формулою:

$$\delta_{zn} = U_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (6.24)$$

де U_0 – середнє зношення, $U_0 = 65 \text{ мкм};$

k_1, k_2, k_3, k_4 – відповідні коефіцієнти, які враховують вплив матеріалу заготовки, обладнання, умов обробки та числа установок заготовки, $k_1 = 1,0, k_2 = 1,25, k_3 = 1,12, k_4 = 2,8$.

Тоді:

$$\delta_{zn} = 0,065 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,12 \cdot 2,8 = 0,25 \text{ мм.}$$

При фрезеруванні торця потрібно витримати розмір 2300,75IT14.

При свердленні отвору потрібно витримати розмір 28,4IT14

Обчислюємо сумарну похибку при фрезеруванні торця:

$$\delta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{0,7^2 + 0,614^2 + 0,88^2 + 0 + 1,15^2 + 0,25^2} = 1,91 \text{ мм.}$$

Порівнюємо сумарну похибку $\delta_{\Sigma} = 1,91 \text{ мм}$ з допуском $T = 4,4 \text{ мм}$.

Тоді $1,91 < 4,4 \text{ мм}$, тобто $\delta_{\Sigma} < T$.

Отже, пристрій при фрезеруванні торця буде забезпечувати задану точність обробки, і використовувати його доцільно.

Обчислюємо сумарну похибку при свердленні отвору:

$$\delta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{0,7^2 + 0,614^2 + 0,104^2 + 0 + 1,15^2 + 0,25^2} = 1,07 \text{ мм.}$$

Порівнюємо сумарну похибку $\delta_{\Sigma} = 1,07 \text{ мм}$ з допуском $T = 0,52 \text{ мм}$.

Через те, що $1,07 > 0,52 \text{ мм}$, тобто $\delta_{\Sigma} > T$. Отже, пристрій при свердленні отвору не буде забезпечувати задану точність обробки, і

					КНУ.КМР.131.24.1-05.06.РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовувати його не можна, тому для забезпечення заданої точності можна використати метод вивірки, а також внести корективи до технологічного процесу виготовлення деталі валок і додати додаткові переходи до горизонтально-розточної операції і отримати розмір 28,4IT9, тобто необхідно зробити більш жорсткий допуск.

Обчислюємо підсумкову похибку з новими умовами:

$$\delta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{0,07^2 + 0,614^2 + 0,0104^2 + 0 + 1,15^2 + 0,25^2} = 0,43 \text{ мм.}$$

Порівнюємо сумарну похибку $\delta_{\Sigma} = 0,43 \text{ мм}$ з допуском $T = 0,52 \text{ мм}$.

Тоді $0,43 < 0,52 \text{ мм}$, тобто $\delta_{\Sigma} < T$.

Отже, пристрій при свердленні отвору буде забезпечувати задану точність обробки, і використовувати його доцільно.

Виконуємо ескіз компоновки пристрою з вказівкою габаритних, приєднувальних та основних посадкових розмірів. На ескізі (рисунок 6.8) показана компоновка пристрою.

6.2 Проектування контрольного пристосування

7.1 Розробка технічного завдання на проектування

Вибір та розробку схеми контролю виконуємо відносно вимог по точності, відхиленню форми і розташування поверхонь (рис. 6.9)

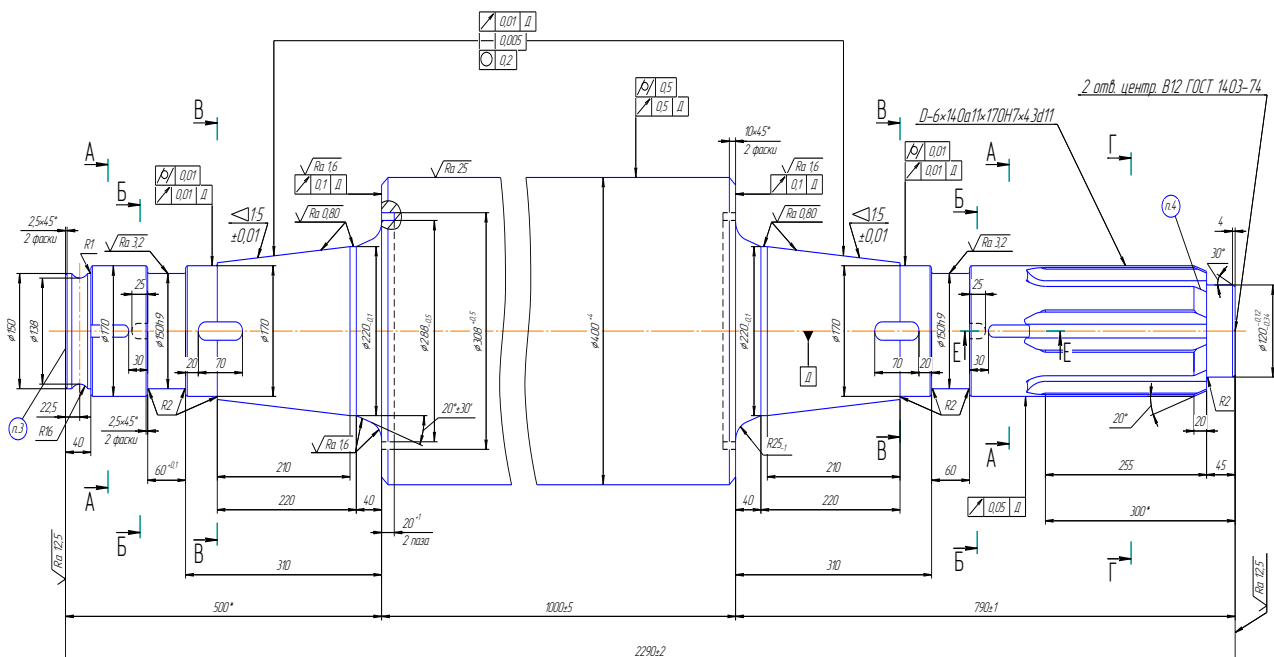


Рисунок 6.9 – Ескіз деталі з вимогами по точності

Операція, після якої виконується контроль – токарна чистова оздоблювальна.

Контролюються кінчні шийки валка з конусністю $<1:5$. З метою скорочення часу виготовлення деталі виконуємо контроль круглості

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР.131.24.1-05.06.РВІН				

конічних шийок безпосередньо на робочому місці після виконання технологічної операції за допомогою пристосування серії 9205.

6.2.1 Вибір схеми контролю

Схему контролю для циліндричних заготовок виконуємо відносно вимог по точності відхилення форми і розташування поверхонь деталі.

При виборі схеми контролю вимога по співпадінню установчої та виміральної бази дотримується. Виконуємо ескіз схеми контролю деталі.

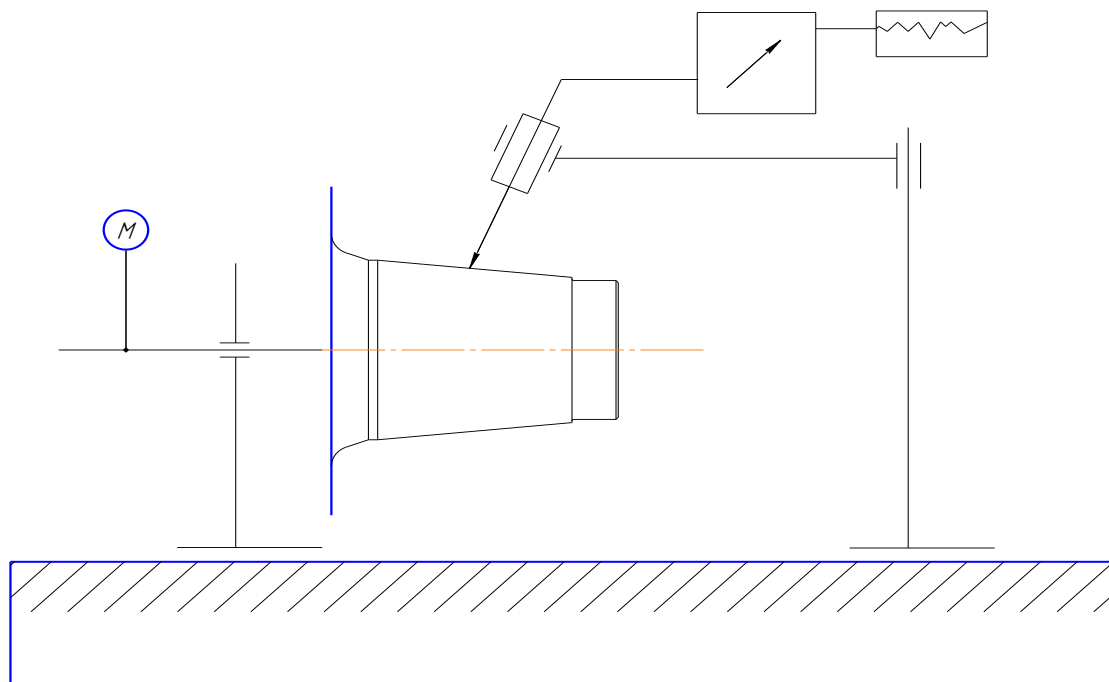


Рисунок 6.9 – Ескіз схеми контролю

6.2.3 Розробка схеми базування деталі при виконанні контролю

Розроблюємо та обґрунтовуємо схему базування деталі. При виконанні контролю достатньо позбавити деталь 4 ступенів вільності.

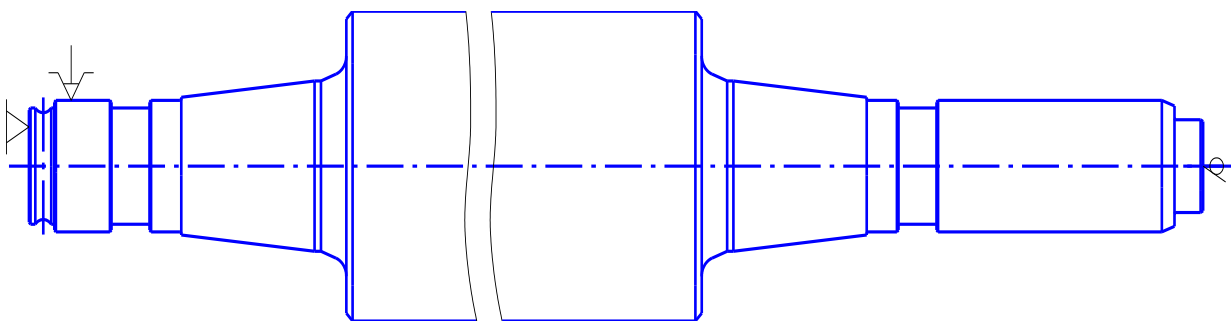


Рисунок 6.10 – Ескіз схеми базування

					КНУ.КМР.131.24.1-05.06.РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2.4 Вибір контрольного приладу

Вибір засобів контролю варто проводити з урахуванням допустимої похибки контролю. Контрольний прилад вибирають на порядок точніше, ніж вимоги визначені на робочому кресленню деталі. Вибираємо електронний індикатор TESA DIGICO виробництва Hexagon Metrology TESA (Швейцарія).

Таблиця 6.1 – Характеристика контрольного приладу

Тип	Діапазон вимірювань, мм/дюйм	Дискретність цифрової шкали, мм/дюйм	Найбільша похибка, мкм	Габаритні розміри, мм	
				А	В
19.30110	12,5 / 0,5	0,01 / 0,0005	20	65,9	53,4

6.2.5 Загальна компоновка контрольного пристрою

Деталь на ескізі показується в тонких лініях, з розташуванням установчих і вимірювальних елементів на токарно-гвинторізному верстаті.

Пристосування SKF для контролю круглості конічних шийок складається із двох призм, п'яти лінійок, двох магнітних кріплень і металічних стрічок.

Зазначене пристосування зображено на рисунку 6.12.

Загальну компоновку пристрою виконуємо в ескізованому виконанні (рисунок 6.13).

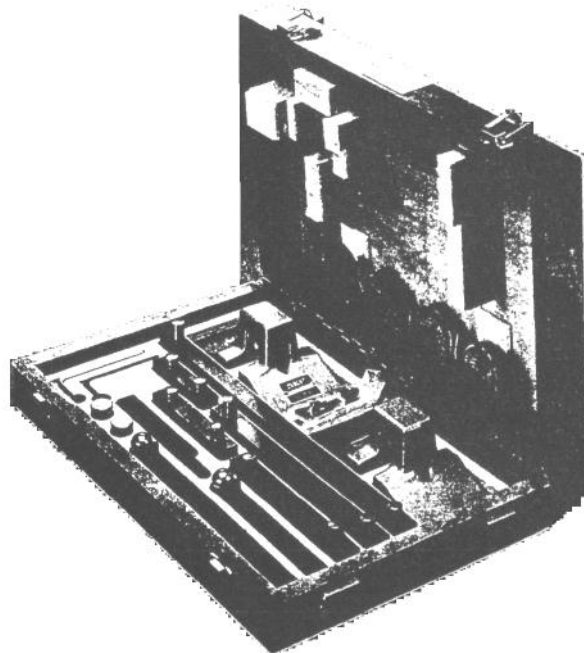


Рисунок 6.11 – Пристосування SKF для контролю круглості конічних шийок

									Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.06.РВІН					

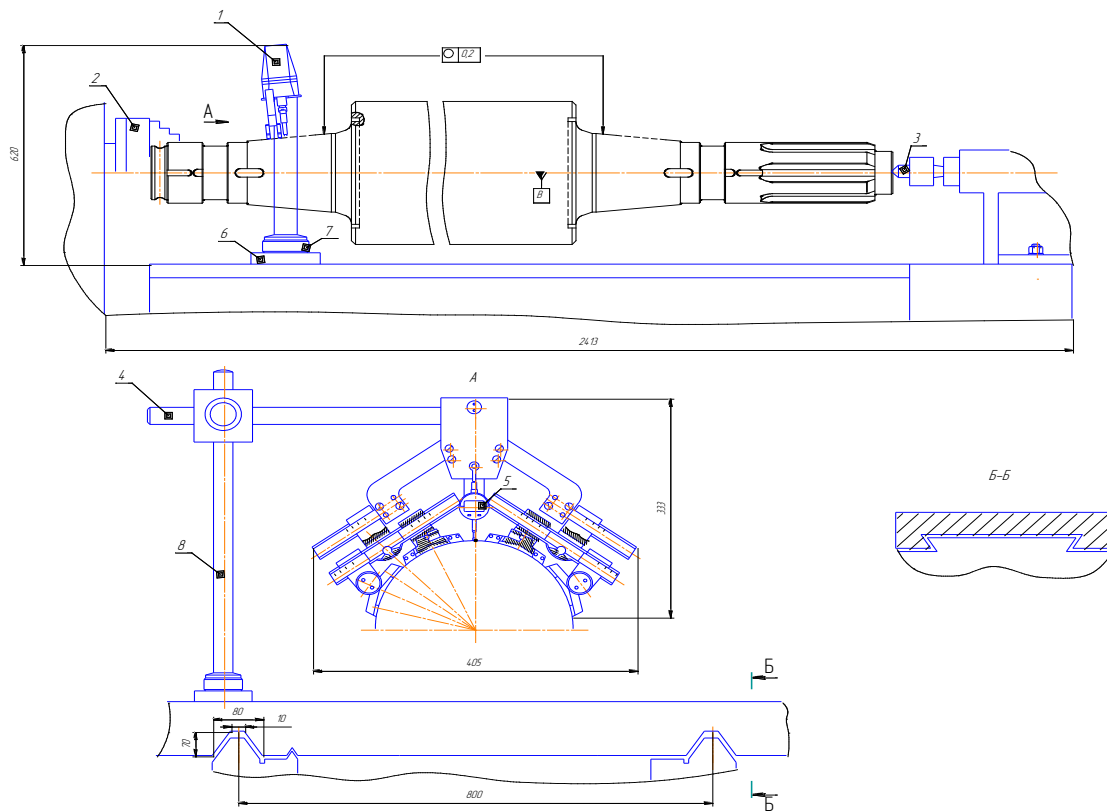


Рисунок 6.12 – Ескіз компоновки контрольного пристрою

Принцип дії накладного кругломіру полягає у тому, що ідеальне коло у просторі відтворюється за допомогою сім'ї дотичних до реального кола.

Сімейство дотичних до реального кола в конструкції приладу створюється за допомогою чотирьох призм 1, які є опорами, які базують прилад на деталі. Симетрично опорам 1 розташовується датчик 2, вісь якого направлена по радіусу деталі.

Всі чотири базуючі призми 1 встановлені на підшипниках 3, тобто можуть повертатися і самовстановлюватися на деталі. Призми 1 попарно встановлені на двох лінійках 4 і положення призм фіксується при перестановці за шкалами лінійки, залежно від діаметра вимірюваного валу.

Лінійки 4 встановлені на підшипниках 5 в движках 6, які розташовують в певному положенні на направляючих 7 за шкалами залежно від діаметра вимірюваного валу. Установку за всіма шкалами необхідно проводити вельми орієнтовно з тим, щоб забезпечити торкання призм криволінійною поверхнею. Напрямні 7 приладу закріплені на кронштейні 8, який встановлюється на колонці штатива з магнітною основою.

Прилад самовстановлюється на поверхні валка, поверхні призм утворюють сімейство дотичних і при обертанні валка датчик 2 сприймає відхилення реальної поверхні від ідеальної.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР.131.24.1-05.06.РВІН				

6.2.6 Розрахунок точності контрольного пристрою

Розрахунок точності контрольного пристрою виконувати в такій послідовності:

- 1) визначити допустиму похибку контролю;
- 2) визначити сумарну похибку контролю;
- 3) визначити похибку установчих елементів.

Сумарна похибка контролю визначається за формулою:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{л.р.} + \Delta_{н.п.} + \Delta_{y.e} + \sqrt{\Delta_{\sigma}^2 + \Delta_{def}^2 + \Delta_{sun.}^2 + \Delta_{з}^2 + \Delta_{e.n.}^2}, \quad (6.25)$$

Необхідно виявити та розрахувати складові сумарної похибки контролю.

Допустима похибка контролю може досягати від 8% до 30% від допуску на розмір, що контролюється.

Допустима похибка вимірювання буде:

$$[\Delta] = 0,08 \div 0,3 \cdot T, \quad (6.26)$$

де $[\Delta]$ – допустима похибка вимірювання;

T – допуск на параметр, який контролюється.

$$[\Delta] = 0,3 \cdot 0,2 = 0,06 \text{ мм.}$$

В залежності від величини допуску на параметр, що контролюється, підбираємо вимірювальний прилад, який повинен бути на порядок точніше.

Похибка базування відсутня, так як деталь встановлена на конструкторську базу.

Для даного пристосування сумарна похибка контролю визначається за формулою:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{y.e} + \sqrt{\Delta_{sun.}^2 + \Delta_{e.n.}^2}, \quad (6.27)$$

Випадкові похибки визначаються:

$$\Delta_{sun} = 0,05 \cdot T, \quad (6.28)$$

$$\Delta_{sun} = 0,05 \cdot 0,2 = 0,001 \text{ мм.}$$

Точність контрольного пристосування повинна забезпечити допустиму похибку, тобто:

$$[\Delta] = \Delta_{\Sigma} = 0,06 \text{ мм};$$

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{y.e} + \sqrt{0,001^2 + 0,0008^2} = \Delta_{y.e} + 0,001,$$

$$0,06 = \Delta_{y.e.} + 0,001,$$

$$\Delta_{y.e.} = 0,06 - 0,001 = 0,059 \text{ мм.}$$

Тобто, похибка установчих елементів не перевищуватиме допустиму похибку вимірювання.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР 131 24 1-05 06 РВІН				

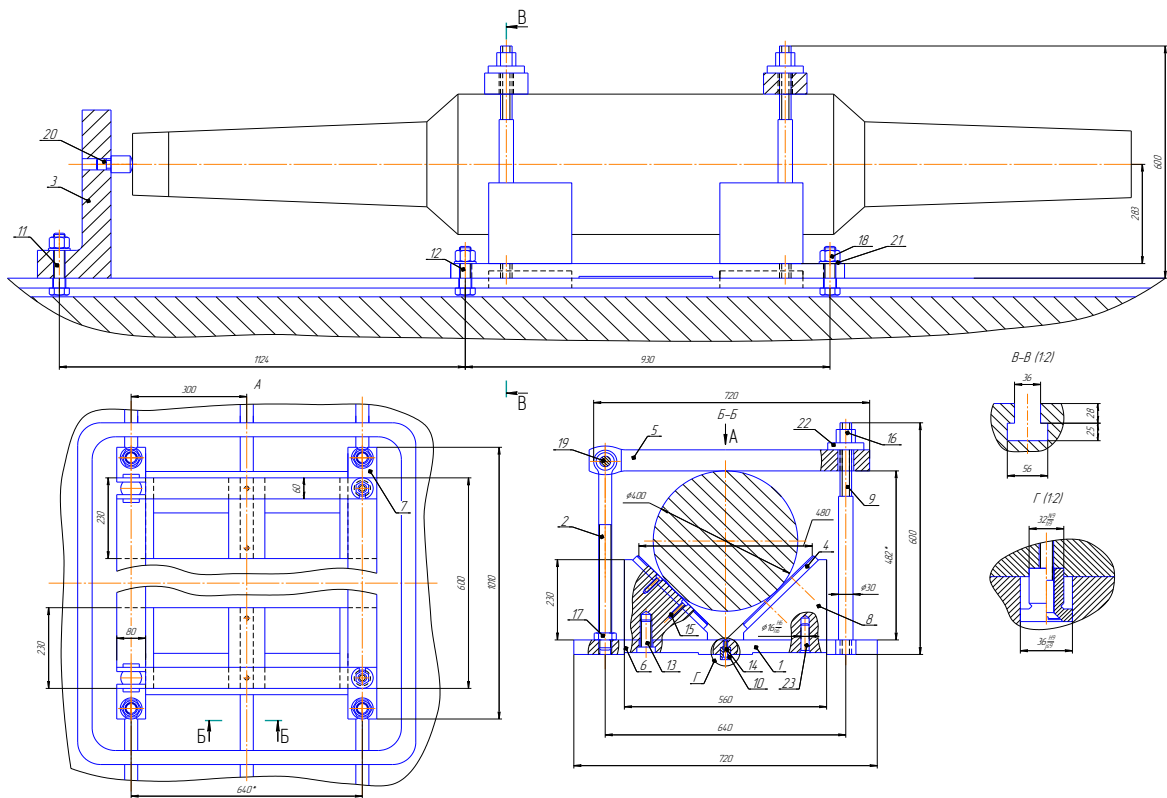


Рисунок 6.8 – Ескіз пристосування для закріплення групи деталей: 1 – основа; 2 – болт відкидний; 3 – кутник; 4 – накладка на призму; 5 – планка відкидна; 6 – планка повздовжня; 7 – планка поперечна; 8 – призма опорна; 9 – шпилька; 10 – шпонка; 11 – болт; 12 – болт; 13 – болт; 14 – гвинт; 15 – гвинт; 16 – гайка; 17 – гайка; 18 – гайка; 19 – заклепка; 20 – опора постійна зі сферичною головкою; 21 – шайба плоска; 22 – шайба швидкозмінна; 23 – штифт.

На основі 1 стоять 2 призми 8, на які ставиться деталь. Відкидною планкою 5, яка кріпиться до основи відкидним болтом 2 і шпилькою 9, за допомогою гайки 16 деталь притискається до призм.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

7 НАУКОВА РОБОТА НА ТЕМУ: «ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ ЗА РАХУНОК ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ».

Поставлена задача є актуальною для МРК «Арселор Міттал Кривий ріг », де з метою концентрації технологічних переходів та підвищення продуктивності пропонується виконувати обробку прокатних валків на спеціалізованих верстатах моделі РТ-901 при наявності пропозицій по інструментальному оснащенні від фірми Mitsubishi. Концентрація переходів дозволяє виконати наступну обробку на верстатах моделі РТ-901

Таблиця 7.1 – Послідовність обробки поверхонь

№ поверхні, розмір	Найменування переходів	Шорсткість Ra, мкм	Точність IT	Допуск Т, мкм
1	2	3	4	5
1, 36 2290	Заготовка 1. Точіння чорнове	Rz80 12,5	16 14	5000 4400
2 φ150	Заготовка 1. Точіння чорнове	Rz80 6,3	16 14	2400 1000
3 22,5	1. Точіння чорнове	6,3	14	520
4 φ138	1. Точіння чорнове	6,3	14	1000
5 40	1. Точіння чорнове	6,3	14	620
6 φ170	Заготовка 1. Точіння чорнове	Rz80 6,3	16 14	2800 1000
7, 32 60	1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове	12,5 6,3	14 12	740 300
8, 31 φ150h9	1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове 3. Точіння чистове	12,5 6,3 3,2	14 12 9	1000 400 100
9, 30 310	Заготовка 1. Точіння чорнове	Rz80 6,3	16 14	3200 1300
10, 29 φ170	Заготовка 1. Точіння чорнове	Rz80 6,3	16 14	2800 1000
11, 28 220	1. Точіння чорнове	6,3	14	1150

					КНУ.КМР.131.24.1-05.07.НДЧ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Заблоцький				НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Кіяновський							
Т. Контр.								
Н. Контр.	Нечаєв					Каф.ТМ, гр ПМ-23м		
Затверд.	Рязанцев							

Продовження таблиці 7.2

1	2	3	4	5
12, 27 конічна поверхня α1:5	Заготовка	Rz80	16	2900
	1. Точіння чорнове	12,5	14	1150
	2. Точіння напівчистове	6,3	12	460
	3. Точіння чистове	3,2	10	185
	4. Точіння тонке	1,6	8	72
13, 26 210	5. Точіння тонке	0,8	5	20
	1. Точіння чорнове	6,3	14	1150
	Заготовка	Rz80	16	2800
	1. Точіння чорнове	12,5	14	1150
	2. Точіння напівчистове	6,3	12	460
14, 25 φ220h9	3. Точіння чистове	3,2	10	185
	4. Точіння тонке	0,8	9	115
	15, 24 40	Заготовка	Rz80	16
16, 23 φ220 кут 20°±30'	1. Точіння чорнове	6,3	14	620
	1. Точіння чорнове	12,5	14	1150
	2. Точіння напівчистове	6,3	12	460
	3. Точіння чистове	3,2	10	185
17, 22 R25	4. Точіння тонке	1,6	9	115
	1. Точіння чорнове	12,5	16	1300
	2. Точіння напівчистове	3,2	15	840
18, 21 1000	3. Точіння чистове	1,6	15	840
	Заготовка	Rz80	16	4000
	1. Точіння чорнове	12,5	14	2300
19 паз b=20	2. Точіння напівчистове	3,2	13	1400
	3. Точіння чистове	1,6	12	900
20 φ400	1. Точіння чорнове	12,5	16	1300
	2. Точіння напівчистове	6,3	15	840
33 φ170	Заготовка	Rz80	17	5700
	1. Точіння чорнове	25	16	3600
	Заготовка	Rz80	16	2800
34 45	1. Точіння чорнове	12,5	14	1000
	2. Точіння напівчистове	6,3	11	250
35 φ120	1. Точіння чорнове	6,3	14	620
	2. Точіння напівчистове	12,5	14	870
		6,3	11	220

У зв'язку з цим рішенням потрібно виконати технологічне і інструментальне забезпечення операції обробки валків з вибором інструментальних матеріалів для обробки чавунів марки СПХН-65, які відносяться до групи важкооброблюваних

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР.131.24.1-05.07.НЛЧ				

матеріалів. Для обґрунтування пропозицій виконано порівняння показників стійкості та ефективності сучасних ріжучих матеріалів провідних виробників, а саме: матеріали виробництва Mitsubishi

Таблиця 7.2 - Технологічні рекомендації по застосуванню матеріалів виробництва Mitsubishi

Оброблюваний матеріал	Пластини (матеріал пластин)	Режими, що рекомендуються
Сталь 35,45,40Х	Чорнове	S=0.5/0.7
	SNMM120412 (UE6020) CNMG19616-GH (UE6020)	t=3/15 V =50/100 м/хв
	Чистове	S=0,3
	CNMG120408 (UE6020) WNMG080408 (UE6020) SNMG120408 (UE6020)	t=<2 V=100/200 м/хв
30ХГСА (наплавлення)	Чорнове	S=0,5/0,7 мм/об
	CNMG190616-GH (UE6020) SNMM120412 (UE6020)	t=3/15 V=50/100 м/хв
	Чистове	S=0,3
	CNMG120408 (UE6020) WNMG080408 (UE6020) SNMG120408 (UE6020)	t=<2 V=100/200 м/хв
Наплавлення Нп-06х18Н9Т (нержавіюча сталь) 12*18Н9Т (Н10Т)	Чистове	S=0,2/0,4
	SNMG120408 (US 7020)	t=2/6 V=120/220 м/хв
	Чорнове	S=0,2/0,6 мм/об
	CNMG190612-GJ CNMG190616-GJ (VP10RT)	t=4/7 V=20/70 м/хв
	Напівчистове	S=0,1/0,5 мм/об
	CNMG120408 (VP15TF)	t=1/5 V=100/150 м/хв
50Л; 35Л	Чорнове	S=0,5/0,7 мм/об
	CNMM190624-HDX SNMM190624- HDX TNMG160412-GH (UE6035)	t=5/15 V=50/80 м/хв
	Чистове	S=0,1/0,3
	CNMG120408 (UE6020) WNMG080408 (UE6020) SNMG120408 (UE6020)	t=<2 V=120/200 м/хв

	CNMG190612-GJ CNMG190616-GJ (VP10RT)	
	Чистове	S=0,1/0,2 мм/об
	CNMG120408 (VP15TF)	t=<2 V=30/50 м/хв (СОЖ)
Сірий чавун СЧ 15-СЧ21	Чорнове	S=0,2/0,6 мм/об
	SNMA190616(UC 5115)	t=2/6 V=150/200 м/хв
	Чистове	S=0,1/0,5
	CNMG120412(UC5005)	t=<2
		V=200/300 м/хв
Наплавлення чавуну електродом УТР86FN	Чорнове	S=0,2/0,6 мм/об
	CNMA190616(UC5015)	t=2/6 V=100/150 м/хв
	CNMG190612-GJ CNMG190616-GJ (VP10RT)	S=0,2/0,6 мм/об t=2/6 V=100/120 м/хв
	Чистове	S=0,2/0,6 мм/об
	CNMG120412(UC5115)	t=<2 V=150/200 м/хв

Порівняльних випробувань твердосплавних пластин виробництва
SANDVIK Coromant, KORLOY і Mitsubishi

Умови проведення випробувань:

1. Об'єкт випробування: Валок прокатний 082014 АП.1485-99.



						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР.131.24.1-05.07.НЛЧ	

2. Операція: Чорнова обробка бочки.
3. Оброблюваний матеріал: СПХН-59. 54 HRC.
4. Умови обробки: обробка без ударів, без застосування MOP.
5. Верстат: РТ-901 № 420809

6. Параметри інструменту:

	ПАРАМЕТР	KORLOY	Mitsubishi	SANDVIK
1	Форма пластини	CNMG 120408	CNMG 120412	CNMA 120412
2	Геометрія	-GR	-	-KR
3	Марка сплаву	NC330	5115	3210

7. З метою збільшення продуктивності і зниження трудомісткості токарних операцій типової деталі було ухвалено рішення збільшити режими різання і на них провести порівняльні випробування інструменту.

8. Параметри різання:

	ПАРАМЕТР	KORLOY	Mitsubishi	SANDVIK	SANDVIK
1	Швидкість різання, м/хв	12,4	14,9	19,8	31
2	Подача, мм/об	0,2	0,2	0,25	0,4
5	Глибина різання, мм	5	5	5	5
6	Стійкість інструменту, подетальна. (хв)	1 (327)	1 (273)	2 (327)	Не зношена. Орієнтир. стійкість 2 деталі.
7	Збільшення знімання металу (Від існуючого ТП) %	83%	100%	200%	417%
8	Чистий час обробки, мін	327,5	273	163,5	65,5
9	Скорочення часу обробки	збільшення на 54 хв.	-	110 хв	207 хв

Висновки:

					КНУ КМР.131.24.1-05.07.НЛЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 метою зниження трудомісткості на токарних операціях (основний машинний час) деталей типу «Валок» на верстатах типу РТ901 можливе збільшення режимів різання (швидкості різання і подачі) в 4 рази.

Стійкість пластин CNMA 120412-KR 3215, виробництва SANDVIK на нових (збільшених) режимах різання в 2 рази перевищує стійкість вживаних пластин CNMG 120408-GR NC330, виробництва Korloy і CNMG 120412 5115, виробництва Mitsubishi.

2. ГП «Техноком ІПМ НАН України» (Киборіт (пластина RNMN 190700Т), Гексаніт 03 (пластина RNMN 200800Т))

Умови обробки: чорнова обробка: нерівності, раковини

2.1. Випробовуваний інструмент: Гексаніт 03 (пластина RNMN 200800Т)

Результати випробувань:

№ з/п	Інструмент	Режими різання				Час обробки 1 проходу, хв
		n, об/хв	S, мм/об	t, мм	V, м/хв	
2	Гексаніт 03	40	0,5	5	43	40

Вивід: Виконаний прохід (530 мм) – видимого зносу пластини немає.

2.2. Умови обробки: напівчистова обробка: раковини, пісок

Найменування інструменту:

Випробовуваний інструмент: Гексаніт 03 (пластина RNMN 200800Т)

Результати випробувань:

№ п/п	Інструмент	Режими різання				Час обробки 1 проходу, хв
		n, об/хв	S, мм/об	t, мм	V, м/хв	
1	Гексаніт 03	63	0,6	8	67	20

Вивід: Виконаний прохід (530 мм) -40 хв. без видимого зносу пластини .

2.3. Умови обробки: чорнова обробка: нерівності, раковини

Найменування інструменту:

1.Вживаний інструмент Киборіт (пластина RNMN 190700Т)

2. Випробовуваний інструмент: Гексаніт 03 (пластина RNMN 200800Т)

Результати випробувань:

№ п/п	Інструмент	Режими різання				Час обробки 1 проходу, хв	К
		n, об/хв	S, мм/об	t, мм	V, м/хв		
1	Киборіт	25	0,5	5	26	43	66

					КНУ КМР 131 24 1-05 07 НЛЧ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

2	Гексаніт 03	40	0,5	5	43	27	106
---	-------------	----	-----	---	----	----	-----

де К- порівняльний показник продуктивності $K = V \cdot S \cdot t$

Висновок: Виконаний прохід (530мм) – видимого зносу пластини немає. Продуктивність обробки збільшилася в 1,6раза в порівнянні з киборитом

2.4 Умови обробки: напівчистова обробка: раковини, пісок

Найменування інструменту:

1.Вживаний інструмент Киборит (пластина RNMN 190700Т)

2. Випробовуваний інструмент: Гексаніт 03 (пластина RNMN 200800Т)

Результати випробувань:

№ п/п	Інструмент	Режими різання				Час обробки 1 проходу, хв	К
		n, об/хв	S, мм/об	t, мм	V, мхв		
1	Киборит	36	0,6	4	38	25	92
2	Гексаніт 03	63	0,6	4	67	14	161

де К- порівняльний показник продуктивності $K = V \cdot S \cdot t$

Висновок: Виконаний прохід (530 мм) – видимого зносу пластини немає. Продуктивність обробки збільшилася в 2,5 разу в порівнянні з кибаритом.

3.Випробування твердосплавних пластин виробництва «SANDVIK Coromant» Офіційним представництвом компанії «SANDVIK Coromant» був наданий інструмент :

- державка PCLNL 25x25M12
- пластина CNMA 120412-КМ 3210;
- пластина CNMG 120412-WM4015;
- фреза R390-100Q32-181
- пластина R390-180612М-РМ;

3. 1. Обробка :чорнова по кірці, напівчистова;

Устаткування: вальце-токарный верстат РТ-901

Режими		SANDVIK Coromant CNMA 120412-КМ 3210	
Глибина різання, t, мм		5	
Частота обертання шпинделя, n, об/хв		16	
Подача, S, мм/об		0,26	
Кількість проходів, і		1	
Кількість ріжучих кромek на обробку		0,5	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.07.НЛЧ	Арк.

поверхні	
Примітка	Поверхня оброблена за 163,8 хв

3. 2 Обробка: напівчистова;
Устаткування : вальце-токарний верстат РТ-901

Режими	SANDVIK Coromant CNMA 120412-КМ 3210
Глибина різання, t, мм	5
Частота обертання шпінделя, n, об/мин	25
Подача, S, мм/об	0,4
Кількість проходів, i	1
Кількість ріжучих кромок на обробку поверхні	Пластини не зношені. Орієнтовна витрата ріжучих кромок на обробку поверхні 0,5шт/дет
Примітка	Поверхня оброблена за 65,5 хв

4. Випробування ріжучого інструменту «TOPSTAR»

4.1 Випробування

Умови: чорнова обробка бочки валка, тріщина

Найменування

інструменту: різець PSBNR 40x40 S19

Пластина SNMA 190616 KRYBD 152 (4 ріжучих кромки)

Режими обробки:

	Частота обертання n, об/хв	Подача S, мм/об	Глибина різання t, мм
Вк8	5.6	0,125	5
Topstar	12,5	0,8	5.6

Результат: Обробка ф340 L=400 мм тривала 1 годину, знос пластини не спостерігався.

4.2 випробування

Умови: чистова обробка шийок валка

Найменування

інструменту: різець PCLNR 32x32 P19

Пластина CNMA 190616 KRYBD 102 (4 ріжучих кромки)

Режими обробки:

	Частота обертання n, об/хв	Подача S, мм/об	Глибина різання t, мм
Вк8	38	0,2	1,5.2
Topstar 1	127	0,3	1,5.2
Topstar 2	150	0,2	1,5.2

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР 131 24 1-05 07 НЛЧ				

Результат: Оброблялися шийки валка ф190; ф148, загальна тривалість обробки 1 година, знос пластини не спостерігався.

5. Випробування твердосплавних пластин виробництва «ZCC»
Обробка :чорнова по кірці, напівчистова;

Режими	Вживаний ВК6м	TOPSTAR SNMA190616 YBD 152
Глибина різання, t, мм	3	5
Частота обертання шпінделя, n, об/хв	6	17
Подача, S, мм/об	0,25	0,45
Кількість проходів, i	2	2
Кількість ріжучих кромки на обробку поверхні	2	Ресурс пластини не встановлений. Видимий знос відсутній
Примітка		Поверхня оброблена за 3 години

Виводи і рекомендації : інструмент, що надається ТОВ НПФ «TOPSTAR» при випробуваннях показав себе добре. Якість оброблених поверхонь відповідає вимогам креслень. Застосування інструменту ТОВ НПФ «TOPSTAR» дозволить скоротити трудомісткість у декілька разів.

Враховуючи вищевикладене, рекомендуємо впровадження даного інструменту у виробництво.

6. Випробування інструменту виробництва компанії «Seco» представленого фірмою «Українська промислова компанія»

6.1-е випробування

Умови обробки: чорнова обробка: нерівності, раковини

Найменування інструменту:

1.Вживаний інструмент Киборіт (пластина RNMN 190700T)
Mitsubishi

2. Випробовуваний інструмент:

пластина CNMA 190616 TK1000

державка завдовжки 320 мм DCBNR 4040V19

Результати випробувань:

№	Інструмент	Режими різання	Час	К
---	------------	----------------	-----	---

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР 131.24.1-05.07.НЛЧ				

п/п		n, об/хв	S, мм/об	t, мм	V, м/хв	обробки 1 проходу, хв	
1	2	3	4	5	6	7	8
	Mitsubishi	16	0.4	5	19.6	90	39

1	2	3	4	5	5	7	8
1	Киборіт	25	0,5	5	26	46	76
2	Kennametal WNMG 190616 KC8050	25	0,2	2,8	30,6	115	18
3	Гексаніт 03	40	0,5	5	43	29	122
4	SECO CNMA 190616 TK1000	40	0.3	5	49	48	73

де K- порівняльний показник продуктивності $K = V \cdot S \cdot t$

Висновок: Після проточки поверхні завдовжки 460 мм відбувся скол ріжучої кромки. Була проведена заміна ріжучої кромки і оставкиєся видимого зносу пластини немає. Продуктивність обробки збільшилася в 1,6раза в порівнянні з кибаритом

6.2-е випробування

Умови обробки: напівчистова обробка: раковини, пісок

Найменування інструменту:

1. Вживаний інструмент Киборіт (пластина RNMN 190700T)
2. Випробовуваний інструмент: Гексаніт 03 (пластина RNMN 200800T)

Результати випробувань:

№ п/п	Інструмент	Режими різання				Час обробки 1 проходу, хв	K
		n, об/хв	S, мм/об	t, мм	V, м/хв		
1	Киборіт	36	0,6	4	38	25	92
2	Гексаніт 03	63	0,6	4	67	14	161

де K- порівняльний показник продуктивності $K = V \cdot S \cdot t$

Вивід: Виконаний прохід (530 мм) – видимого зносу пластини немає. Продуктивність обробки збільшилася в 2,5 разу в порівнянні з кибаритом.

6.3 Випробування інструменту виробництва компанії «Seco» представленого фірмою «Українська промислова компанія»

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР.131.24.1-05.07.НЛЧ				

6.3.1-е випробування

Умови обробки: чорнова обробка бочки валка: нерівності, раковини, пісок

Найменування інструменту:

1. Вживаний інструмент Киборит (пластина RNMN 190700T)
Mitsubishi (UC5115)

2. Випробовуваний інструмент:

пластина CNMA 190616 TK1000
державка завдовжки 300 мм DCBNR 4040V19

Результати випробувань:

№ п/п	Інструмент	Режими різання				Час обробки 1 проходу, мін	К
		n, об/мін	S, мм/об	t, мм	V, м/мін		
	Mitsubishi UC5115	16	0.4	5	19.6	90	39
1	Киборит	25	0,5	5	26	46	76
2	Kennametal WNMG 190616 KC8050 (акт випробувань від 23.12.10)	25	0,2	2,8	30,6	115	18
3	Гексаніт 03 акт випробувань від 28.02.11	40	0,5	5	43	29	122
4	SECO CNMA 190616 TK1000	40	0,3	5	49	48	73

де К- порівняльний показник продуктивності $K = V \cdot S \cdot t$

Висновок: Після проточки поверхні завдовжки 460 мм відбувся скол ріжучої кромки. Була проведена заміна ріжучої кромки. 115мм, що залишилися, були доточені без видимого зносу пластини. Продуктивність обробки поступається тільки кибориту. Добре показала себе державка, яку за рахунок довжини 300мм, надійно затискається двома притисками і виключає вивертання облямовування при навантаженнях.

7 Випробування інструменту виробництва корпорацією «ZCC СТ» представлено фірмою ТОВ «Химтрейд»

7. 1

Умови обробки: чорнова обробка бочки валка: кромка ливарні, пісок.

Найменування інструменту:

1. Вживаний інструмент Mitsubishi, Carloy

2. Випробовуваний інструмент: ZCC - пластина - SNMA 190616 YBD152 (8 ріжучих кромок)

								Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР.131.24.1-05.07.НЛЧ			

Результати випробувань

Таблиця 1

№ п/п	Інструмент	Режими різання				Час обробки, хв	До
		п, об/хв	S, мм/об	t, мм	V, м/хв		
1	ZCC SNMA 190616 YBD152	8	0,2	6	8,4	47	10
2	ZCC SNMA 190616 YBD152	12.5	0,25	6	13	150	20

де K- порівняльний показник продуктивності $K = V \cdot S \cdot t$

Вивід: Проточено 75 мм на режимах різання вказаних в табл.1 п.1.. Видимого зносу ріжучої кромки немає.

Проточено 475 мм на режимах різання вказаних в табл.1 п.2.. Видимого зносу ріжучої кромки немає.

8 Випробування ріжучого інструменту «ZCC» представленого фірмою «TOPSTAR»

8.1 випробування

Умови: чорнова обробка бочки валка (1-й прохід)

Інструмент: різець MSBRN 32x32 B19

Пластина SNGX190616NN YBD152-2 (8 ріжучих кромок)

Режими обробки:

	Частота обертання п, об/хв	Подача S, мм/об	Глибина різання t, мм	K-ть проходів	Машинний час, година
Topstar	12,5	0,8	7	1	1,5
Mitsubishi	12,5	0,4	10	1	3

Результат: Оброблена бочка ф390 довжиною 900 - знос пластини не спостерігався.

8.2 Випробування

Умови: напівчистова обробка бочки валка (2-й прохід)

Інструмент: різець MSBRN 32x32 B19

Пластина SNGX190616NN YBD102 (8 ріжучих кромок)

Режими обробки:

	Частота обертання п, об/хв	Подача S, мм/об	Глибина різання t, мм	Машинний час, година
Topstar	20	0,6	8	1,25
Mitsubishi	12	0,25	10	4,8

Результат: Оброблена бочка ф383 довжиною 900 - знос пластини не спостерігався

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР 131 24 1-05 07 НЛЧ				

8.3. Умови обробки: чистова обробка: кірка, пісок

Найменування інструменту:

1. Застосовується в цеху: пластина КНБ RNMN 190700Т

2. Випробовуваний інструмент: пластина SNMA 190616 Тк1000

Результати випробувань:

№ п/п	Інструмент	Режими різання				Час обробки 1 проходу, година
		п, об/хв	S, мм/об	t, мм	V, м/хв	
1	SEKO пластина SNMA 190616 Тк1000	16	0,35	5	19	0,43

Вивід: Проточено 145 мм, видимих ознак зносу ріжучої кромки не спостерігається. Далі режими різання були змінені.

Результати випробувань:

№ з/п	Інструмент	Режими різання				Час обробки 1 проходу, година
		п, об/хв	S, мм/об	t, мм	V, м/хв	
1	Topstar акт випробувань 08.06.10	12,5	0,8	7	15	0,5
2	SEKO пластина SNMA 190616 Тк1000	40	0,4	5	48	0,3

Висновки по виробникам і матеріалам

№ з/п	Виробник чи постачальник інструменту	Інструмент	Чорнова обробка	Чистова обробка, хв
	Mitsubishi	CNMG 120412	273	
	KORLOY	CNMG 120408	365	
	SANDVIK Coromant	CNMG 120412	65	
	Киборіт		46	
	Mitsubishi	UC5115	90	
	Kennametal	WNMG 190616 KC8050	115	
	Гексаніт 03	RNMN 190700Т	29	
	ZCC	SNMA 190616 YBD152	150	
	Mitsubishi		180	

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.07.НЛЧ				

1	2	3	4	5
	Topstar	SNGX190616NN YBD152-2 (8 ріжучих кромок		30
	SEKO	SNMA 190616 Тк1000		20
	SEKO	SNMA 190616 Тк1000		27
	SECO	CNMA 190616 TK1000	48	
	Topstar 1			60
	Вк8			60
	Topstar 2			60

* Mitsubishi SNGX190616NN YBD102 (8 ріжучих кромок)напівчистова обробка – 4,8 год.

*Topstar напівчистова обробка -1,5 год.

* Киборит напівчистова обробка 25 хв.

* Гексаніт 03 напівчистова обробка 14 хв.

Підсумок за результатами випробувальних порівнянь:

Для чорнової обробки рекомендовані SANDVIK Coromant, Киборит,гексаніт 03

Для чистової обробки рекомендовані SEKO, Mitsubishi (CNMG120412(UC5115)

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КМР.131.24.1-05.07.НЛЧ					

ВИСНОВКИ

Валки прокатної кліті №10, 12, 14 дрібносортного стану МС 250-1,3 є основним технологічним інструментом для здійснення головної операції – деформування металу. Від зносостійкості калібрів прокатних валків залежить продуктивність і якість прокату, що випускається.

Чавунні валки, із чавуна СШХН-50, працюють в умовах ударних навантажень, складного термонапруженого стану і абразивного зносу.

Для обґрунтування технології і методу складання підшипника виконано розмірний аналіз вузла. Відповідно кресленню побудуємо лінійний розмірний ланцюг А. В розмірний ланцюг включаємо у розмірний ланцюг усі ланки, які впливають на осьовий зазор, який визначає працездатність підшипника.

В якості ланки-компенсатора вибрано кільце упорне (ланка А₁₀), оскільки воно найменш відповідальна ланка. Розраховуємо необхідну кількість ступенів компенсатора, яка за розрахунком дорівнює =9. Використання дев'яти розмірів ланки-компенсатора може виявитися не технологічним в конкретних умовах виробництва.

За результатами розрахунків пропонуємо здійснювати складання методом регулювання кільця упорного.

На підготовчому етапі проектування зроблено аналіз якості поверхонь валків. Визначено норми точності для усіх поверхонь та їх взаємозв'язок. Виконано технічний контроль робочого креслення, встановлена точність і шорсткість всіх поверхонь, проведено якісний аналіз технологічності.

Оскільки у валка велика вага, 1185 кг., то його бажано обробляти на одному верстаті, зменшуючи кількість переустановок. Наприклад, методом пробних ходів і промірів. Тому замінюємо шліфування тонким точінням за допомогою різців з металокераміки NX2525.

Деталь є мало технологічною, нетехнологічність враховуємо в призначенні режимів різання, виборі обладнання і інструменту.

Ці висновки враховані при аналізі діючого заводського технологічного процесу, на підстав якого обґрунтовано пропозиції щодо удосконалення технологічного процесу.

Аналіз типу виробництва й умов виготовлення деталі дозволяє визначити задачі проектування, що полягали у: підвищенні конкурентноздатності та якості деталей, скороченні часу обробки з метою зменшення собівартості деталей і полегшенні праці верстатника за рахунок впровадження верстатів з ЧПК.

Замінили універсальні верстати на верстати з ЧПК, що забезпечують найбільш швидке оброблення деталей, що в свою чергу зменшить допоміжний час обробки. Зменшення основного та допоміжного часу призвело до зменшення собівартості самих деталей.

КНУ.КМР.131.24.1-05.В

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Заблюцький			ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Кіяновський						
Т. Контр.								
Н. Контр.		Нечаєв						
Затверд.		Рязанцев						
						Каф.ТМ, гр ПМ-23м		

На першому етапі вирішувалась задача вибору методу отримання заготовки при заданих умовах та серійності виробництва. Висновок: виходячи із інформації про розрахунок техніко-економічного обґрунтування методу одержання заготовки, одержання заготовки литтям в кокіль – доцільно.

Для розробки технологічного процесу обробки проведено вибір і обґрунтування баз деталі.

Аналізуючи схеми базування, можна сказати, що на всіх операціях обробки різанням принцип єдності баз дотримується. Принцип постійності баз не виконується повністю, так як деталь неодноразово переустановлювалась на різні операції. Але під час першої операції були підготовлені надійні технологічні бази і тому похибка базування знаходиться в допустимих межах.

При обробці деталі Валок використовуємо інструменти зі змінними пластинами Mitsubishi і Korloy з механічним кріпленням

Далі проводилась розробка технологічних операцій, в яких деталізовано всі технологічні параметри обробки, обладнання, інструмент, міжопераційні припуски.

Далі відповідно задач забезпечення надійності при виготовленні, проведено техніко-економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу.

З метою досягнення повноти технологічної підготовки виробництва виконано розробку верстатно-інструментального налагодження і розрахунково-технологічної карти для операції на верстаті з ЧПК.

Операція виконується на токарному верстаті з ЧПК 1A665Ф3 з пристроєм ЧПК 2P22. Кількість позицій на поворотному різцетримачі складає 6. Для виконання заданої операції достатньо чотирьох різців.

Відповідно до задач технологічного оснащення операцій ТП вибрано і розроблено достатня кількість контрольних засобів та пристроїв, що забезпечують потрібну повноту контролю. Вибираємо електронний індикатор TESA DIGICO виробництва Hexagon Metrology TESA (Швейцарія).

У науковій частині поставлена задача є актуальною для підприємства, де з метою концентрації технологічних переходів та підвищення продуктивності пропонується виконувати обробку прокатних валків на спеціалізованих верстатах моделі РТ-901 при наявності пільгових пропозицій по інструментальному оснащенні від фірми Mitsubishi.

У зв'язку з цим рішенням ми забезпечили технологічне і інструментальне забезпечення операції обробки валків з вибором інструментальних матеріалів для обробки чавунів марки СПХН-65, які відносяться до групи важкооброблюваних матеріалів. Для обґрунтування пропозицій виконано порівняння показників стійкості та ефективності сучасних ріжучих матеріалів провідних виробників, шляхом проведення порівняльних випробувань твердосплавних пластин від традиційних постачальників інструменту виробництва SANDVIK Coromant, KORLOY і Mitsubishi, ДП «Техноком ПІМ НАН України» (Киборіт (пластина RNMN 190700T), Гексаніт 03 (пластина RNMN 200800T) та інш. для заданих умов обробки.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-05.В				

З метою збільшення продуктивності і зниження трудомісткості токарних операцій типової деталі було ухвалено рішення збільшити режими різання і на них провести порівняльні випробування інструменту.

За підсумками випробувань встановлено, що досягнення зниження трудомісткості, підвищення продуктивності на токарних операціях (основний машинний час) деталей типу «Валок» на верстатах типу РТ901 можливе за рахунок збільшення режимів різання (швидкості різання і подачі) в 4 рази, але цей ефект забезпечується за рахунок інструментальних матеріалів виробництва SANDVIK, стійкість пластин яких, а саме: CNMA 120412-KR 3215 на нових (збільшених) режимах різання в 2 рази перевищує стійкість вживаних пластин CNMG 120408-GR NC330, виробництва Korloy і CNMG 120412 5115, виробництва Mitsubishi, що відхиляє проект з використанням цих матеріалів.

					КНУ.КМР.131.24.1-05.В	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. С.Г. Бондаренко. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – Київ, 1993.
2. Боженко, Л.І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні [Текст] / Л.І. Боженко. – К.: НМК ВО, 1990. – 264 с.
3. ДСТУ 2974-95. Технологічне підготування виробництва. Основні терміни та визначення.
4. ДСТУ 2891-1994 Чавун для виливків. Терміни та визначення
5. ДСТУ 2232-93 Базування та бази в машинобудуванні. Терміни та визначення
6. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.
7. Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Цівко Ф.В. Довідник нормувальника машинобудівного виробництва. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2008
8. Кузнецов Ю.М. Верстати з ЧПУ та верстатні комплекси. Частина 2.-К.-Тернопіль.ТОВ «ЗМОК» -ПП «Гнозіс», 2001.-298 с.
9. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. Навч. посібник - К.: Вища шк. 1993р. - 414с.
10. Залога В. О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні Суми: СумДУ, 2013.
11. Сучасні методи аналізу технологічних процесів у машинобудуванні: [Текст] :
12. Кіяновський М.В., Цивінда Н.І. Електрофізичні та електрохімічні методи обробки поверхонь деталей у машинобудуванні: [навчальний посібник]. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2011.- 412с. Навчальний посібник / В.В. Душинський. – К.: ІСДО, 1994. – 216 с
13. Технологія машинобудування. Проектування технологічного спорядження: Посібник / Боженко Л.І.-Львів.Світ, 2001.-296 с.
14. Технологічна оснастка. Курс лекцій.: Навчальний посібник./Дичковський М.Г. – Херсон Олді – Плюс, 2008 – 328 с.
15. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення

						КНУ.КМР.131.24.1-05.СВЛ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Заблоцький				СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Кіяновський					1	1	1
Т. Контр.								
Н. Контр.	Нечаєв					Каф.ТМ, гр ПМ-23м		
Затверд.	Рязанцев							

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

**АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ЗАСВІДЧУЮЧИХ
АРКУШІВ**

до кваліфікаційної магістерської роботи

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Забезпечення експлуатаційної надійності (розмірної стійкості) деталей прокатного обладнання на етапах моделювання, виготовлення, експлуатації.

Виконав магістрант гр. ПМ-23м

(підпис)

Заблоцький Р.Р.

Керівник КМР

(підпис)

Кіяновський М.В.

Нормоконтроль

(підпис)

Нечасв В.П.

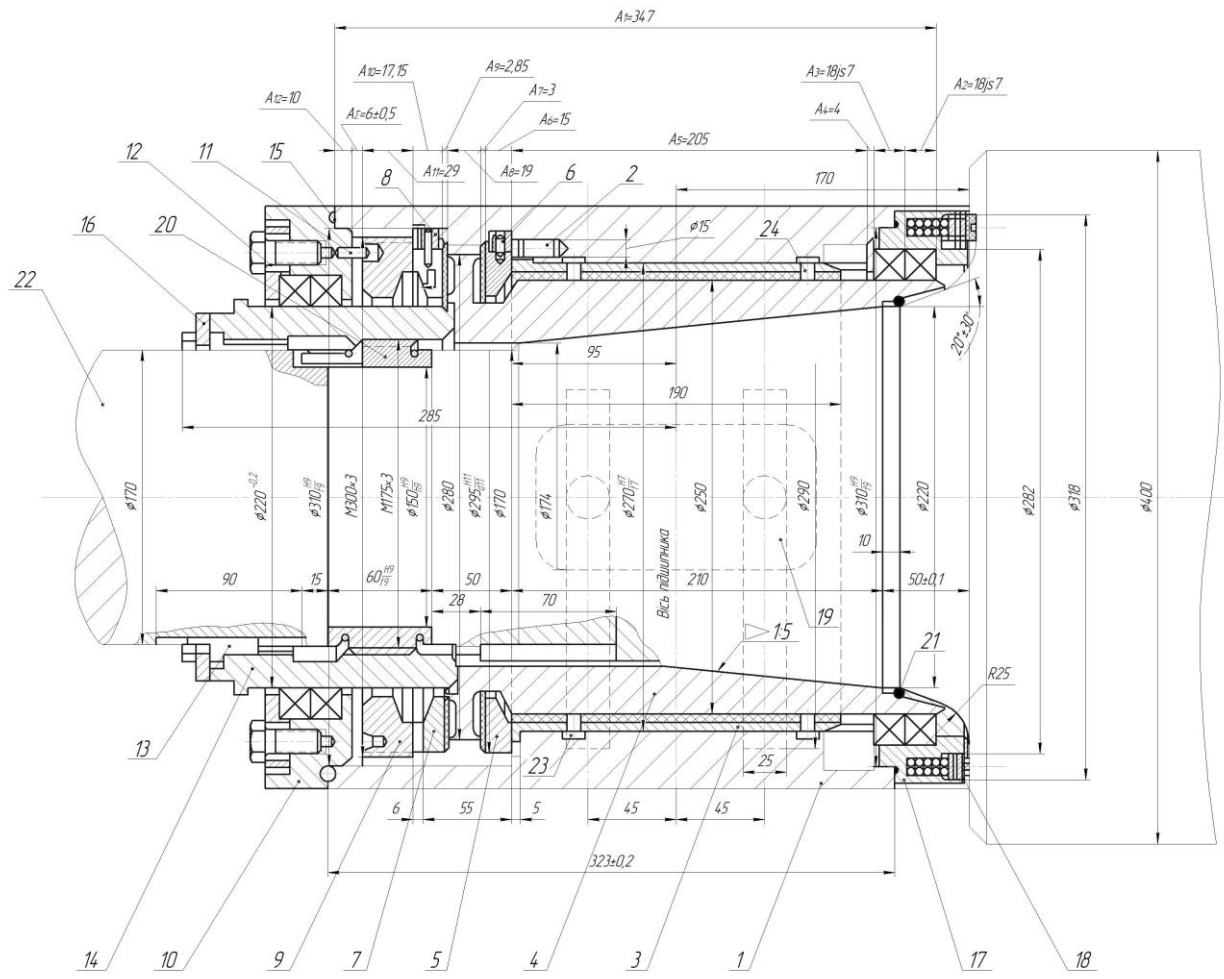
Завідувач кафедри

(підпис)

Рязанцев А.О.

Кривий Ріг

2024 р.



Волок 1 зб 22	1	Гайка підшипника 9	1	Підшипники 9	1	Підшипники 9	1	Шпанка 19	1	Кільце упорне з 2-х половин 20	1	Волок в зборі 0 зб 22	1
------------------	---	-----------------------	---	-----------------	---	-----------------	---	--------------	---	-----------------------------------	---	--------------------------	---

Волок 1 зб 22	1	Підшипник в зборі 2 зб 1	1	Кільце упорне в зборі 1 зб 7	1	Вузол передньої кришки в зборі 4 зб 10	1	Вузол задньої кришки в зборі 5 зб 17	1	Матриця циліндрична 21	2	Волок в зборі 0 зб 22	1
Штифт циліндричний 2	1	Змінна втулка-цапфа 4	1	Шпанка 8	2	Штифт спеціальний 11	1	Шпур 18	1	Вузол задньої кришки 17	1		
Втулка-вкладки 3	1	Шайба 6	1	Кільце упорне 1	1	Пружина УР-130 12	2	Шпур 15	1				
Кільце упорне з 2-х половин 5	1					Шпанка 13	1						
Штифт циліндричний 6	2					Гайка зовнішня 14	1						
Підшипник 1	1					Кришка кріпильна 16	1						
						Вузол передньої кришки 10	1						

Поворот на 180°

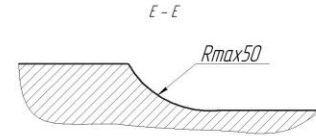
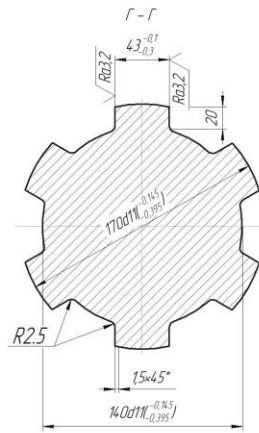
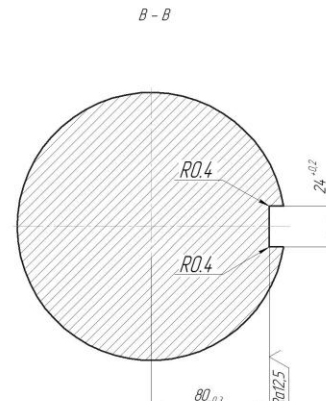
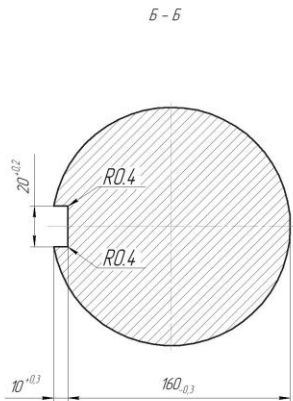
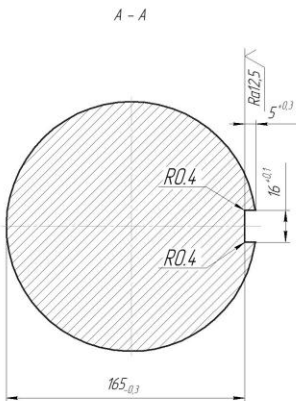
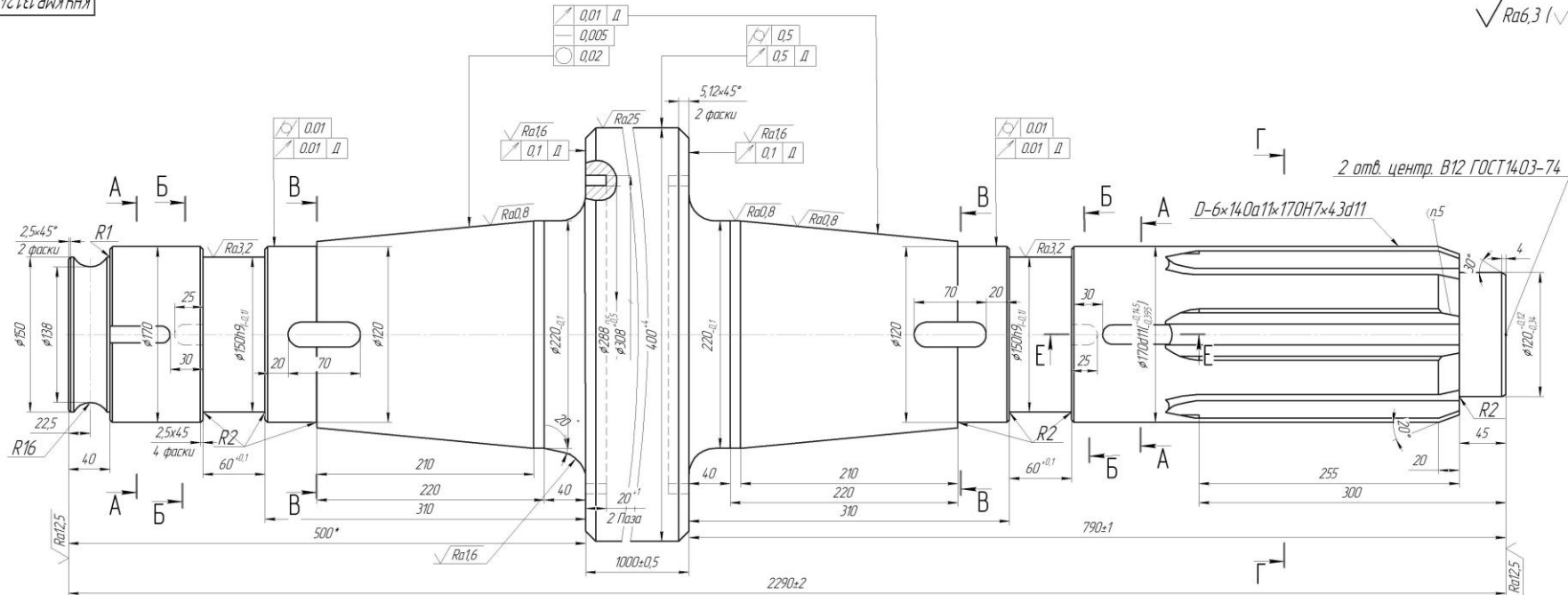
- Провести ретельну контрольну збірку підшипника комплектно з підшипкою.
- Всі деталі ПРТ перед ввібракою замовнику повинні бути законсервовані і упаковані згідно інструкції И 367.

Схема складання вузла

КНУ.КМР.131.24.1-05.КСК				
Креслення складального вузла				
Лист	№	Креслення	Лист	Колір
1	92			
Кафедра ТМ ПМ-23т				
Формат А1				

КНУ.КМР.131.24.1-05.В

√Ra6,3 (√)

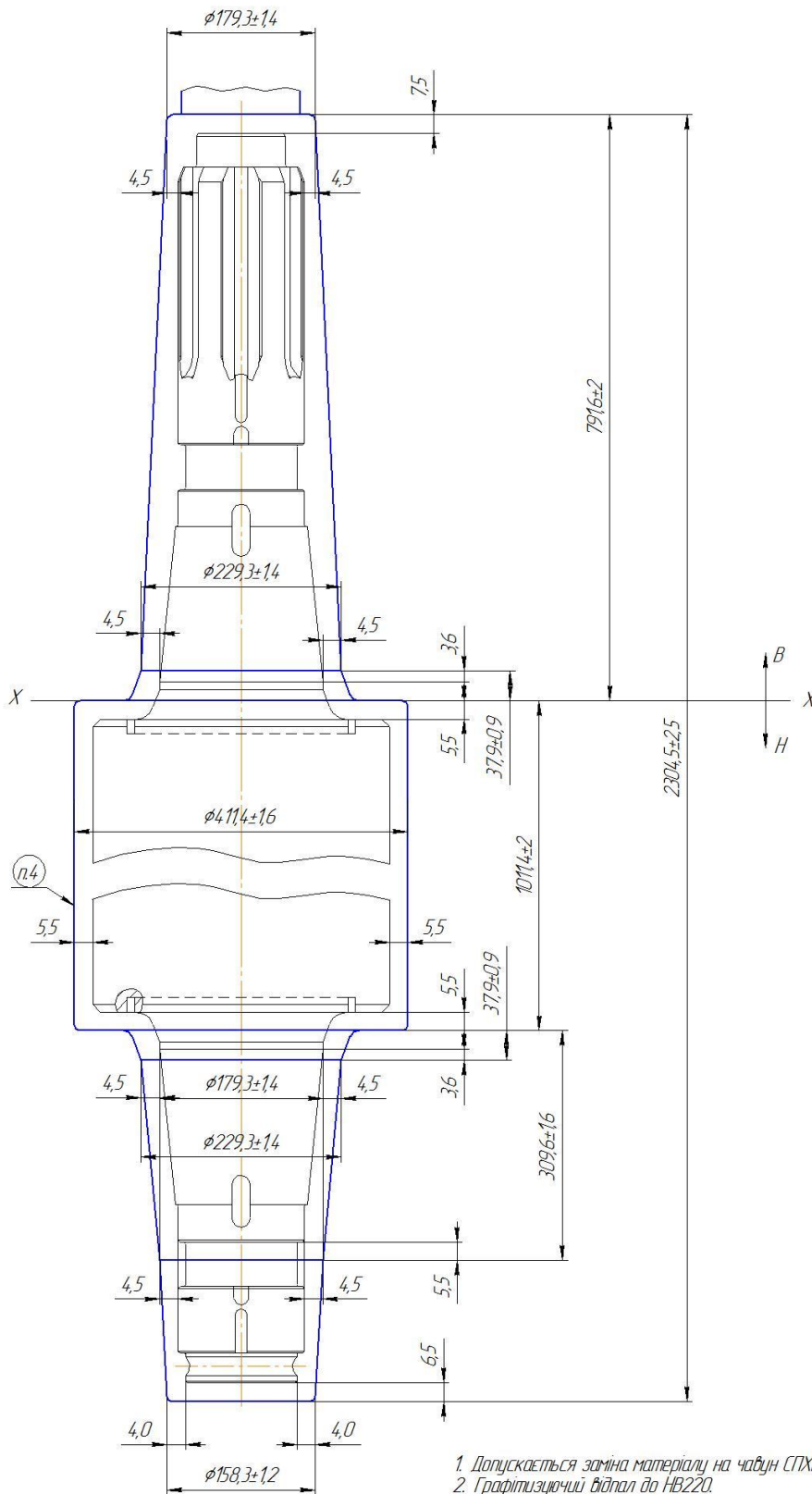


- Ця креслення виконано на основі креслення ПКУ № АП.14.85-99.002 і передбачає оформлення креслення у відповідності з двома стандартами.
- * Розміри для довідки.
- Незазначені граничні відхилення розмірів H16, h14, ±2 IT14.
- Технічні вимоги та маркування за: ТУ У 27.1-00190319-1291-2002 та ТУ У 27.5-244.32974-001-2003.
- Гострі краї на торцях шлиць притупити радіусом 2.5 мм.

КНУ.КМР.131.24.1-05.В				
Мат. група	Мат. група	Лист	Кресло	Масштаб
Розроб	Зробили	Вислано	1185	1:1
Проєкт	Апробовано	Лист	Листов	
Ухвалено				
Ухвалено	Червоно	4-й див. СШХН-50	Кар'єрний ТМ	
Лист	Лист	ТУ У 27.1-00190319-1291-2002	ТМ-23м	
		Категорія	Формат А1	

√ Rz 80

КНУ.КМР.131.24.1-05.ВВ



1. Допускається заміна матеріалу на чавун СШХН-65 ТУ У 27.1-00190319-1291-2002.
2. Графітуючий відпал до НВ220.
3. Поверхні заготовки дробеструїти.

4. Місце виміру твердості.
5. Точність відливки 9-8-3 ДСТУ 8981:2020
6. Верхнє граничне відхилення маси відливки не повинно перевищувати 1,2%.
7. Незазначені формувачні цухли 1°32'.
8. Незазначені ливарні радіуси: зовнішні - 3 мм, внутрішні - 5 мм.
9. Контролювати 25% заготовитель.

				КНУ.КМР.131.24.1-05.ВВ		
Вид	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Маса
Розроб		Зайонцький			Н	1268
Проб		Кияновський			Лист	14
І.контр.					Листів	
Н.контр.	Невроб				Кафедра ТМ	
Чтб	Рязанцев				ПМ-23м	
Чавун СШХН-50 ТУ У 27.1-00190319-1291-2002					Формат А2	

Лист перший

Стор. №

Листів у дано

Вказ. наб. № наб. № рядка

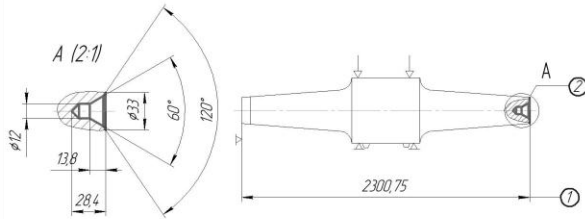
Листів у дано

Наб. № рядка

КНУ.КМР.13124.1-05.ЕО

010 Горизонтально-розточна
Горизонтально-розточний 2Б660Ф1

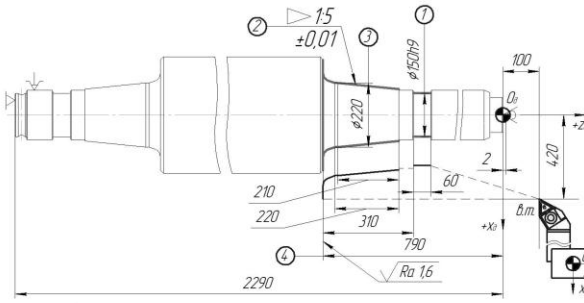
√ Ra 12,5



Фреза торцюва ASX445-160C10R	Фрезерувати поб. 1	2300,75	180	360	6	0,3	2,15	
Свердло В MAS1200MB	Свердлити поб. 2	12	28,4	80	210	3	0,25	1,31
Інструмент	Найменування переходу	D	L	V	ρ	t	S	T _{ср}
		мм	мм	мм/хб	об/хб	мм	мм/об	хб

020 Токарна чистова з ЧПК
Токарно-гвинтаризний 1А665Ф3
Установ А

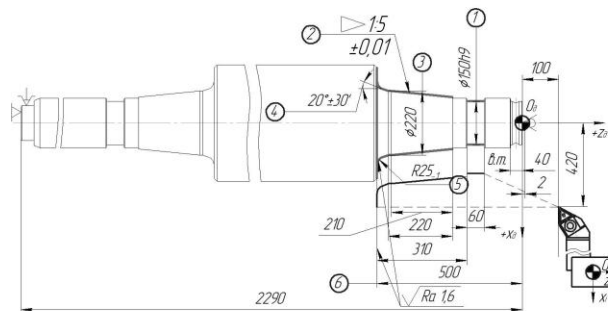
√ Ra 3,2



Різець ТМ16160408-SA	Точки поб. 3	220	10	240	350	2	0,2	0,32	35,68
Інструмент	Найменування переходу	D	L	V	ρ	t	S	T _{ср}	
		мм	мм	мм/хб	об/хб	мм	мм/об	хб	

020 Токарна чистова з ЧПК
Токарно-гвинтаризний 1А665Ф3
Установ Б

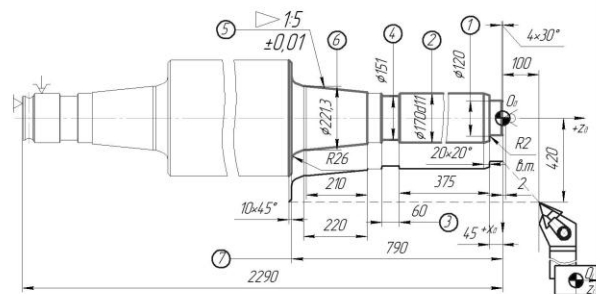
√ Ra 3,2



Різець ТМ16160408-SA	Точки поб. 3	220	10	240	350	2	0,2	0,32	35,68
Інструмент	Найменування переходу	D	L	V	ρ	t	S	T _{ср}	
		мм	мм	мм/хб	об/хб	мм	мм/об	хб	

020 Токарна напівчистова
Токарно-гвинтаризний 1А665Ф3
Установ А

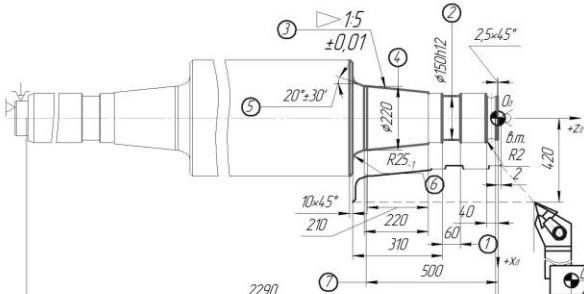
√ Ra 6,3



Різець ТМ16160408-ES	Точки поб. 4	151	60	210	225	4	0,2	1,36	35,68
Інструмент	Найменування переходу	D	L	V	ρ	t	S	T _{ср}	
		мм	мм	мм/хб	об/хб	мм	мм/об	хб	

020 Токарна напівчистова
Токарно-гвинтаризний 1А665Ф3
Установ Б

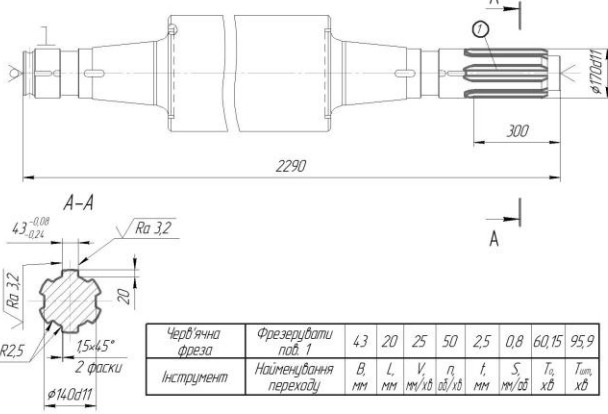
√ Ra 6,3



Різець ТМ16160408-ES	Точки поб. 4	220	10	210	350	4	0,2	0,32	35,68
Інструмент	Найменування переходу	D	L	V	ρ	t	S	T _{ср}	
		мм	мм	мм/хб	об/хб	мм	мм/об	хб	

035 Шлицефрезерна
Зубофрезерний 5А370

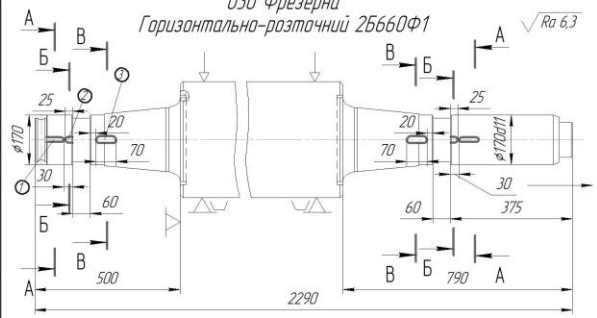
√ Ra 3,2



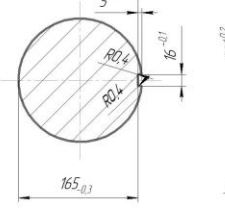
Черв'ячна фреза	Фрезерувати поб. 1	43	20	25	50	2,5	0,8	60,15	95,9
Інструмент	Найменування переходу	B	L	V	ρ	t	S	T _{ср}	
		мм	мм	мм/хб	об/хб	мм	мм/об	хб	

030 Фрезерна
Горизонтально-розточний 2Б660Ф1

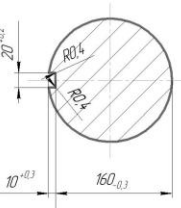
√ Ra 6,3



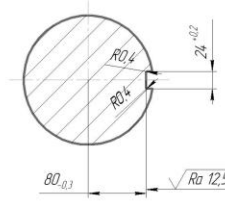
А-А (2:1)



Б-Б (2:1)



В-В (2:1)



Фреза VC2MSD1600	Фрезерувати поб. 1	16	60	100	300	4,8	190	0,35	
Фреза VC2MSD2000	Фрезерувати поб. 2	20	25	100	260	6	160	0,2	11,18
Фреза VC2MSD2400	Фрезерувати поб. 3	24	70	98	240	7,2	130	0,62	
Інструмент	Найменування переходу	B	L	V	ρ	t	S	T _{ср}	
		мм	мм	мм/хб	об/хб	мм	мм/об	хб	

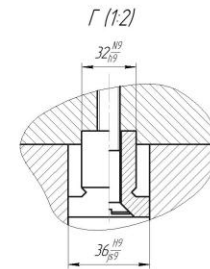
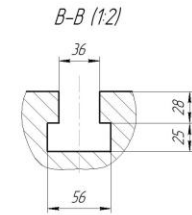
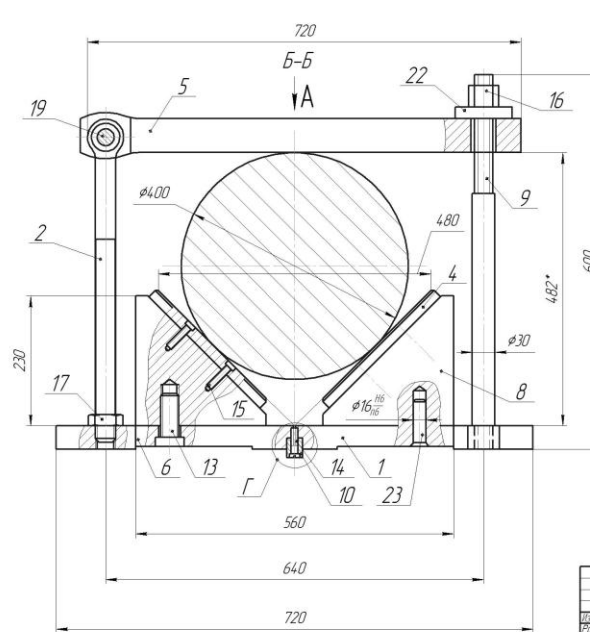
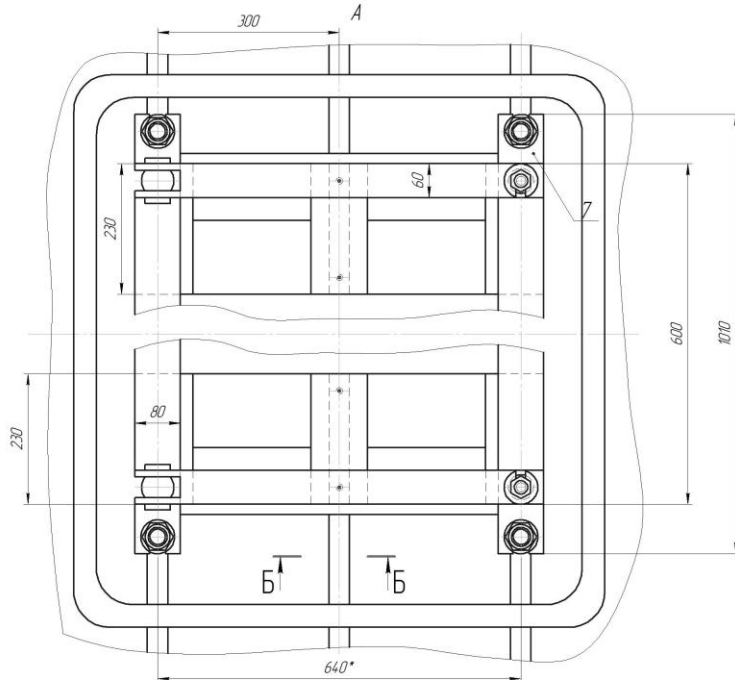
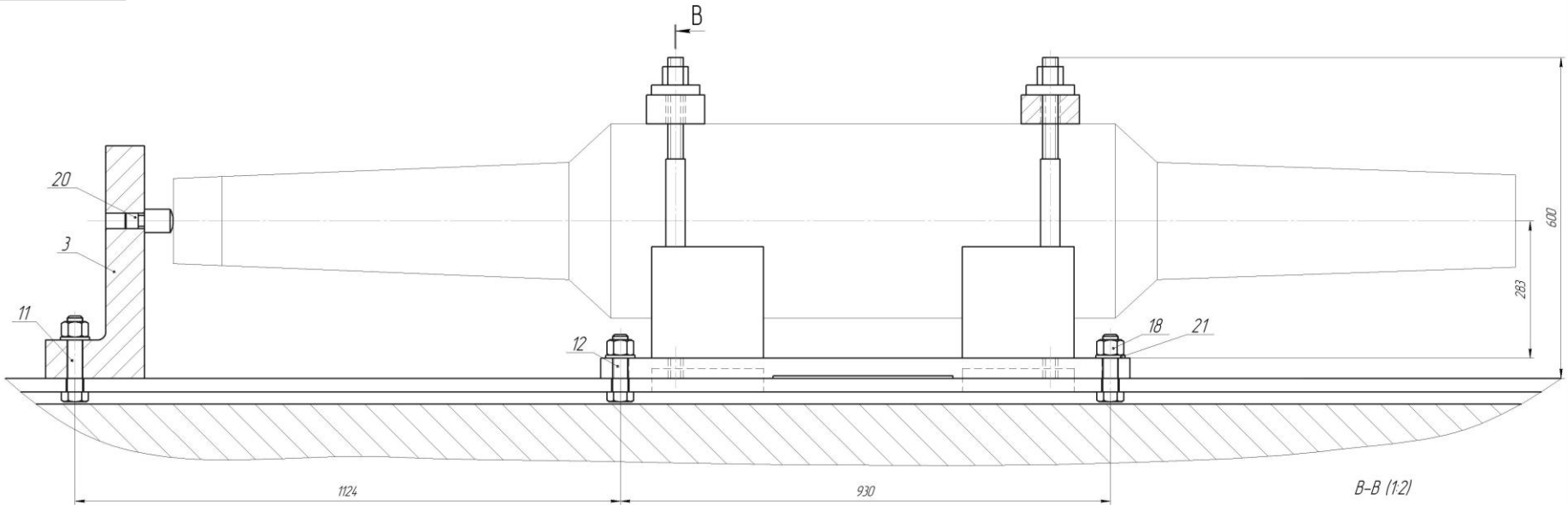
КНУ.КМР.13124.1-05.ЕО

Ескізи операцій

Ім'я	П.Р.	Л.Р.	В.Р.
Рисувальник	Затверджувальник	Л.Р.	В.Р.
Проєктувальник	Перевірив	Л.Р.	В.Р.
Інженер	Рисувальник	Л.Р.	В.Р.

Копія

КНУ.КМР.13124.1-05.ВП



КНУ.КМР.13124.1-05.ВП						Лист	Тираж	Кол-во
Исполн.	М.И.Сидур	Л.В.П.	Л.В.П.	Л.В.П.	Л.В.П.	11		
Провер.	В.В.Сидур							
Дизайн.	А.В.Сидур							
Констр.	В.В.Сидур							
Материал.	Чугун							
Затв.	Резина							
Верстатный пристрій горизонтально-розточного верстата мод.25660ФТ						Картер: ТМ ПМ-23м		
Копія						Формат: А1		

