

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

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

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи (проєкту)

перший (бакалаврський)
(освітньо-науковий рівень)

на тему «Проектування технологічного процесу виготовлення
деталі вал 1.6035.125.7006.01»

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-71
спеціальності: _____

131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми: _____

«Технології машинобудування»
(назва освітньої програми)

В'ячеслав ЗЕЛЕНСЬКИЙ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник Віталій КОЛЕСНИК
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент Юлія ДЕНИСЕНКО
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет	<i>технічних систем та енергоефективних технологій</i>
Кафедра	<i>технології машинобудування, верстатів та інструментів</i>
Освітньо-науковий рівень	<i>перший (бакалаврський)</i> (назва)
Спеціальність	<i>131 «Прикладна механіка»</i> (шифр і назва)
Освітня програма	<i>«Технології машинобудування»</i> (назва освітньої програми, за наявності)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ *Віталій ІВАНОВ*

«___» _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) СТУДЕНТУ

Зеленський В'ячеслав Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) *Проектування технологічного процесу виготовлення деталі вал 1.6035.125.7006.01*

керівник проєкту *Колесник Віталій Олександрович, канд. техн. наук*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «05» *квітня* 2021 року № 152-VI

2. Строк подання студентом роботи (проєкту) «01» *червня* 2021 року

3. Вихідні дані до роботи (проєкту)

3.1 Робоче креслення деталі «вал 1.6035.125.7006.01».

3.2 Річний обсяг випуску деталей – 1000 шт.

3.3 Базовий технологічний процес виготовлення деталі «вал 1.6035.125.7006.01».

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми організації робіт

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання вихідної заготовки, розроблення технічних вимог на її виготовлення

4.6 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою для установки заготовки

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Зміст графічної частини (перелік креслень, які потрібно розробити)

5.1 Креслення вихідної заготовки

5.2 Креслення маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі

5.3 Креслення операційного налагодження

6. Інша конструкторська та технологічна документація

Комплект документів на технологічний процес виготовлення деталі «Вал ТМ-17510024.01»

5. Консультанти розділів роботи (проєкту)

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

6. Дата видачі завдання «___» _____ 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	10.05.2021	
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	15.05.2021	
3	Оформлення пояснювальної записки	20.05.2021	
4	Оформлення комплексу технологічної документації	25.05.2021	
5	Оформлення креслень та презентації	31.05.2021	

Студент

(підпис)

Керівник роботи (проєкту)

(підпис)

В'ячеслав
ЗЕЛЕНСЬКИЙ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Віталій КОЛЕСНИК

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

«_____» червня 2021 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ДЕТАЛІ ВАЛ 1.6035.125.7006.01**

Кваліфікаційна робота (проєкт) бакалавра

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма – «Технології машинобудування»

Студент

В'ячеслав ЗЕЛЕНСЬКИЙ

Керівник

Віталій КОЛЕСНИК

Нормоконтроль

Юлія ДЕНИСЕНКО

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз службового призначення деталі «Вал».....	8
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі «Вал».....	11
3 Визначення типу виробництва та форми його організації.....	13
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	18
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї.....	21
6 Аналіз існуючого технологічного процесу.....	26
6.1 Розрахунки припусків на механічну обробку поверхонь	27
6.2 Аналіз і обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	32
6.3 Обґрунтування і вибір моделей металорізальних верстатів.....	38
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	41
6.5 Розрахунок режимів різання.....	41
7 Проектування верстатного пристосування.....	51
8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	65
Висновок.....	70
Перелік джерел посилання.....	71
Додаток А- Креслення деталі «Вал»	
Додаток Б – Креслення заготовки «Вал»	
Додаток В –Маршрутно технологічний процес деталі «Вал»	
Додаток Г – Креслення верстатного пристрою для деталі «Вал»	

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Зеленський			<i>Проектування технологічного процесу виготовлення деталі вал 1.6035.125.7006.01</i>	Літ.	Лист	Листів
Перев.		Колесник					5	
Реценз.								
Н. Контр.								
Затв.								

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 73 с., 15 табл., 12 рис., 20 джерел.

Об'єкт розробки: деталь «Вал»

Мета роботи: проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Вал»

Основна увага приділена аналізу службового призначення як машини в цілому, так і окремо деталі, проведено перевірку висунутих до деталі технічних вимог, зроблено вибір методу виготовлення вихідної заготовки, сформовано структуру двох операцій механічної обробки деталі, проведено обґрунтування застосованих інструментів, верстатів, та інших засобів технічного оснащення і устаткування, призначено технічно обґрунтовані режими різання і норми часу, виконано проектування спеціалізованого верстатного пристосування, розглянуто питання охорони праці.

Метою роботи є підвищення ефективності механічної обробки валу за рахунок впровадження сучасного технологічного оснащення, здатного забезпечити якісну обробку деталі.

Об'єкт дослідження – заводський технологічний процес по виготовленню валу.

Предмет дослідження – операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Вал».

ВАЛ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ОПЕРАЦІЯ, ЗАГОТОВКА, ВЕРСТАТ, ІНСТРУМЕНТ, РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМА ЧАСУ

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Машинобудування – це важливіша частина промисловості. Машини різноманітного призначення, які постачаються в усі галузі народного господарства являється його призначенням.

В машинобудуванні науково-технічний прогрес в значній мірі визначає розвиток та удосконалення всього господарства України. Важливими умовами прискорення науково-технічного прогресу є ріст продуктивності праці, підвищення ефективності суспільного виробництва та покращення якості виробництва.

Важливою задачею машинобудування – є зміна структури виробництва з метою підвищення якості характеристик машин та обладнання. Особливе значення полягає в модернізації самого машинобудування, технічний рівень якого залежить від верстатобудування, приладобудування, електроніки.

Використовуючи все це виявляє можливість налагодження обміну даними і командами між деталями і технологічним обладнаннями. В умовах швидкого росту машинобудування, це дає реальну базу під технічне переозброєння виробничої бази країни у відповідності з сучасними вимогами політики України налічує біля 1000 підприємств, в яких зайнято понад мільйона людей. Машинобудівний і військово-промисловий комплекс України має також значний потенціал, до нього входять сотні науководослідних інститутів, де працюють понад сто тисяч науковців.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ

Насос, пристрій для напірного переміщення (всмоктування, нагнітання) головним чином рідини в результаті повідомлення їй енергії (кінетичної або потенційної). Розрізняють динамічні насоси і об'ємні насоси. Іноді насосом називають також пристрої для стиснення або розрідження газів (наприклад, Вакуумні насоси) і для переміщення матеріалів (цементу і ін.) Поток газу.

Об'ємний насос, переміщує рідина (газ в вакуумних насосах) шляхом періодичної зміни обсягу робочої камери, поперемінно сполученої з входом і виходом насоса. Розрізняють об'ємні насоси роторні, поршневі, діафрагмові і ін.

Динамічний насос, насос, в якому середовище переміщається під силовим впливом на неї в камері, постійно сполученої з входом і виходом насоса. Розрізняють лопатеві (відцентровий насос), тертя (струменевий насос, вихровий насос, дисковий насос) і електромагнітні динамічні насоси.

Відцентровий насос, динамічний насос, в якому рідина переміщається під дією відцентрової сили, що виникає при обертанні робочого колеса з профільними лопатками. Відцентрові насоси для стиснення і подачі газів називаються відцентровими вентиляторами і компресорами.

В даному випадку представлений відцентровий насос СД. Загальний вигляд насоса представлений на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Відцентровий насос СД

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ				

Матеріали основних деталей: корпусу, кришки, робочого колеса, кілець ущільнювачів - чавун СЧ20; захисних втулок - сталь 30Х13; валу - сталь 45.

Завдяки надійності і високій якості деталей і збірки, насоси СД знайшли застосування в різних сферах. Сьогодні вони активно використовуються:

- у сільському господарстві для зрошення;
- у комунальних підприємствах з метою перекачування брудних стічних вод;
- у промисловості.

Незалежно від сфери використання, агрегати типу СД успішно справляються з перекачуванням рідин, кислотністю 6-8,5, показниками щільності 100 кг / м³, і температурою 0-90 ° С.

Вал розташований в розточеннях литого чавунного корпусу на підшипниках і є одним з основних його вузлів. Він призначений для передачі крутного моменту від ведучого вала на робоче колесо.

Розглядаючи конструкцію вала (див. рисунок 1.3) визначимо конструкторські бази (поверхні) деталі:

- основними поверхнями представленого вала є циліндричні опорні поверхні, що є поверхнями посадок підшипників, а також посадочні поверхні робочого колеса і напівмуфти від якої передається крутний момент;

- виконавчими поверхнями є поверхні пазів шпонок, передає крутний момент від сполучної муфти на робоче колесо на довжину валу;

- допоміжними поверхнями є торці вала 3, циліндричні поверхні і різьбові поверхні.

Решта поверхні, не сполучаються з поверхнями інших деталей у вузлі, є вільними і визначають тільки конструктивну форму деталі.

Звідси робимо висновок, що для досягнення максимальної точності при виготовленні деталі основні поверхні повинні будуть основними технологічними базами при механічній обробці деталі, і для дотримання єдності баз вони також повинні бути конструкторськими базами.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Аналіз існуючого технологічного процесу повинен бути проведений з точки зору забезпечення якості продукції. При цьому слід враховувати, чи правильно він складений для виконання вимог креслення.

З базового технологічного процесу термообробку, мийку і транспортні операції викидаємо, так як в навчальних цілях вивчаються операції із зняттям стружки.

- заготовки отримуємо методом прокату;
- сталість баз зберігається;
- послідовність і кількість операцій забезпечують задану точність поверхні деталі;
- в якості ріжучого інструменту застосовуємо різці з матеріалом пластини рекомендований для усереднених умов T14K8;
- встановлені параметри прийнятого обладнання відповідають розмірам оброблюваної деталі, точності, продуктивності.

Аналіз існуючого процесу дозволяє сказати, що він є ефективним і високопродуктивним.

Надані технічні вимоги на виготовлення деталі, їх нанесення відповідає ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесення написів, технічних вимог і таблиць на графічних документа». Дотриманий порядок заповнення основного напису згідно вимог ГОСТ 2.104-2006 «Основні написи».

Креслення виконане за допомогою графічного редактора «Компас-3D» і відповідає вимогам ГОСТ 2.052-2006 «Електронна модель виробу. Основні вимоги». Отже, креслення виконане згідно вимог ЄСКД за ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень». Вибір матеріалу валу залежить від призначення передачі та умов її роботи. Сталь 45 ГОСТ 1050-88 призначається для виготовлення осей, валів, плунжерів, штоків, колінчастих і кулачкових валів, а також кільця, шпинделі, рейки, зубчасті вінці, зубчаті колеса, болти, піввісь,

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

втулки і інші деталі підвищеної міцності. Хімічний склад Сталі 45 наведено в таблиці 2.1, а основні механічні властивості в таблиці 2.2 [10]

Таблиця 2.1 – Хімічний склад Сталі 45

Масова частка елемента, %							
C	Si	Mn	As	Ni	Cu	S	P
				Не більше			
0,42-0,5	0,17- 0,37	0,5-0,8	0,08	0,25	0,25	0,04	0,035

Таблиця 2.2 – Механічні властивості в залежності від перетину

σ_0 , МПа	δ , %	ψ , %	НВ
590	24	25	137

Сталь 45 придатна до відпуску. Завдяки великій міцності та має властивість гарної прогартовуваності, тому саме цю сталь використовують для виготовлення колінчастих валів, зубчастих коліс, осей. Недоліком сталі є схильність до відпускнуї крихкості другого роду. Оскільки деталь – тіло обертання, то більшість операцій по обробці із зняттям стружки можна виконати на токарних верстатах.

Після попередньої механічної обробки проводять термообробку для зняття внутрішніх напружень по режиму: нагрівання в печі від температури 150°C до 580°-600°C, зі швидкістю не більше 100°C/год, витримка 3 години, охолодження в печі до 200°C зі швидкістю не більше 75°C/год, далі на повітрі, щоб досягти заданої твердості матеріалу НВ 229...245 робимо висновок, що дана деталь працює в умовах знакозмінних навантажень, та не піддається дії агресивних середовищ. Матеріал деталі задовольняє всім висунутим вимогам та забезпечує нормальну працездатність деталі у вузлі.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Ремонтно-механічний цех є ремонтною базою для цехів заводу. Основне завдання ремонтно-механічного цеху полягає у виконанні річного обсягу виготовлення і реставрації запасних частин для всіх цехів заводу якісно, в строк і на 100%. Тому кожен працівник цеху повинен чітко знати і виконувати інструкцію, відповідну посади і професії. Мета політики в області якості, як заводу, так і цеху - це виконання вимог споживачів для підвищення їх задоволеності.

Можливості цеху дозволяють практично повністю забезпечувати завод запасними частинами, повністю виготовляючи їх у себе. Виготовлення запасних частин і агрегатів проходить повний цикл, починаючи з лиття, поковки, механічної обробки, складання, здачі відділу технічного контролю, і закінчуючи відправкою на склади заводу або відразу в цехи готової продукції.

Крім цього, цех займається реставрацією деталей вузлів і агрегатів. У разі непередбачених ситуацій, поломок устаткування, зупинки або аварії в цехах заводу, ремонтно-механічний цех в найкоротший термін виготовляє необхідні деталі, по можливості, виключаючи тривалі простої устаткування і затримку виробництва.

Досить різноманітний парк металообробного обладнання і наявність висококваліфікованих фахівців дозволяє ремонтно-механічному цеху виготовляти своїми силами практично всю номенклатуру необхідних деталей. Це говорить про те, що цех є надійним тилом об'єднання, без якого неможливо обійтися.

До складу цеху входять два основних виробництва: ливарне і механоремонтного.

Спочатку матеріально-технічна база була спроектована і укомплектована для масового і великосерійного типів виробництв, щоб забезпечувати виробничо-політичні завдання того часу.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Процес підготовки виробництва - це сукупність взаємопов'язаних і взаємообумовлених часткових процесів створення продукції. Фазами підготовки виробництва є: конструкторська, технологічна і організаційна підготовка виробництва.

Надзвичайно важливим елементом організації процесів підготовки виробництва є визначення цілей організації в конкретних умовах. Цей етап має своїм завданням визначення об'єкта робіт, переліку його техніко-економічних параметрів, терміну початку і закінчення робіт, специфічних умов і вимог. Всі роботи повинні бути впорядковані в часі. Слід визначити послідовність їх виконання, найбільш раціональну для досягнення мінімуму витрат часу на підготовку виробництва.

Найважливішим елементом робіт по організації підготовки виробництва є забезпечення належного рівня організації праці працюючих і створення умов для здійснення всього комплексу робіт по створенню продукції. Необхідна реалізація інформаційного, матеріального, технічного та організаційного забезпечення робіт, що входять в комплекс підготовки виробництва.

Тип виробництва надає головний вплив на технологію і організацію процесу складання. Виходячи із заданої виробничої програми випуску, і характеру підлягають обробці деталей, встановлюємо тип виробництва.

Особливості технологічного процесу та форм організації праці залежать від обсягу виробництва однакових виробів за період часу. У зв'язку з цим умовно розрізняють одиничний, серійний і масовий тип виробництва.

Згідно ГОСТ 14004-74 одиничне виробництво характеризується широкою номенклатурою виготовлених або ремонтуються виробів з малим обсягом виробництва.

Серійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються або ремонтуються періодично повторюваними партіями (серіями) і порівняно великими обсягами випуску.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						14
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Масове виробництво характеризується вузькою номенклатурою і великим обсягом випуску виробів, безперервно виготовляються або ремонтуються протягом тривалого часу.

Виходячи із заданої виробничої програми і характеру підлягають обробці деталей, встановлюємо тип виробництва.

Виробнича програма випуску вала масою $m = 3$ кг становить $NB = 1000$ шт. Звідси робимо висновок, що тип виробництва серійний. У серійному виробництві вироби збираються партіями, що повторюються через певний проміжок часу.

Виходячи з того, що серійне виробництво може бути дрібносерійним, середнє серійне і крупносерійним, то визначаємо вид серійного виробництва. Так як кількість вузлів в серії $N = 1000$ шт., То виробництводрібносерійне (таблиця 2, [1]).

Визначимо режим роботи і фонди часу роботи обладнання і бюджету часу робочого

Для визначення кількості необхідного обладнання та числа робочих розраховується:

- номінальний річний фонд часу роботи обладнання Φ_H розраховуємо за формулою 3.1

$$\Phi_H = [(\Phi_K - \Phi_{\Pi} - \Phi_B) \cdot h - C \cdot T] \cdot S, \quad (3.1)$$

де Φ_K - кількість календарних днів в році, $\Phi_K = 365$ днів;

Φ_{Π} - кількість святкових днів у році, $\Phi_{\Pi} = 8$ днів;

Φ_B - кількість вихідних днів на рік, $\Phi_B = 104$ днів;

h - тривалість зміни, $h = 8$ годин;

T - число годин, на яке скорочується робоча зміна, $T = 1$ годину;

S - змінність, $S = 1$;

Підставляючи значення, отримуємо :

$$\Phi_H = [(365 - 8 - 104) \cdot 8 - 1 \cdot 6] \cdot 1 = 2018 \text{ _годин}$$

Дійсний річний фонд роботи обладнання Φ_D розраховуємо за формулою:

									Арк.
									15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ				

$$\Phi_{\text{Д}} = \Phi_{\text{Н}} \cdot R_{\text{РЕМ}}, \quad (3.2)$$

де $R_{\text{РЕМ}}$ - коефіцієнт, що враховує простой устаткування в плановому ремонті,

$R_{\text{РЕМ}} = 0.97$ - для металорізального обладнання;

Підставляючи значення, отримуємо:

$$\Phi_{\text{Д}} = 2018 \cdot 0.97 = 1957 \text{ годин.}$$

Ефективний фонд часу роботи обладнання $\Phi_{\text{ЕФ}}$ розраховуємо за формулою:

$$\Phi_{\text{ЕФ}} = \Phi_{\text{Р}} \cdot R_{\text{ЗАГР}}, \quad (3.3)$$

де, $R_{\text{ЗАГР}}$ - середній коефіцієнт завантаження устаткування, $R_{\text{ЗАГР}} = 0.8 \square 0.9$, що приймається додатково для обліку неповного завантаження обладнання при серійному і одиничному виробництві;

$\Phi_{\text{Р}}$ - бюджет часу одного робітника, що знаходяться з аналізу фактичного бюджету часу одного робітника і можливості зменшення втрат робочого часу,

$$\Phi_{\text{Р}} = 1850 \text{ годин.}$$

Підставляючи значення, отримуємо:

$$\Phi_{\text{ЕФ}} = 1850 \cdot 0.8 = 1480 \text{ годин.}$$

Розрахунок програми випуску

Визначаємо програму запуску для цехів механічної обробки:

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_3 = \sum_{i=1}^n N_B * R_{kj} / (1 - R_T), \quad (3.4)$$

де N_B - річний обсяг випуску виробів, $N_B = 1000$ шт. ;

R_{kj} - кількість деталей, що припадають на одиницю виробу і типу розміру,

$R_{kj} = 1$ шт. ;

R_T - коефіцієнт технологічних втрат, враховує брак та інші втрати, $R_T = 0$.

$$N_3 = \frac{1000 \cdot 1}{1 - 0} = 1000 \text{ шт.}$$

Для складальних цехів програма запуску приймається рівною програмі випуску виробів

$$N_3 = N_B = 1000 \text{ шт.}$$

Так як виробництво дрібносерійне, то визначаємо величину партії, тобто кількість деталей, що запускаються у виробництво одночасно:

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi}, \quad (3.5)$$

где N - кількість деталей по річній програмі разом із запасними частинами, $N = 1000$ шт.;

Φ - число робочих днів в році, $\Phi = 253$ днів;

t - число днів, на які необхідно мати запас деталей на проміжному складі для безперебійної роботи складального цеху, $t = 10$ днів.

$$n = \frac{1000 \cdot 10}{253} = 39,5 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n = 40$ шт.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

У сучасному машинобудуванні обробка зняттям стружки навіть у вельми розвинених галузях доходить до 30-40% від загальної трудомісткості виготовлення машин. Тому технологічність деталей, що піддаються механічній обробці, має дуже важливе значення, особливо в зв'язку з механізацією і автоматизацією технологічних процесів.

Вали і осі - відповідальні деталі, основне призначення полягає в розміщенні на них обертових частин (зубчастих коліс, шківів, барабанів, дисків, кулачків, важелів і т.д.). Основне призначення валів полягає в передачі крутного моменту між різними механізмами машин і пристроїв.

Основними показниками якості валів і осей є точність їх геометричних форм в поперечному і поздовжнім перетинах.

Шпонкові та шліцьові з'єднання валів з centruванням по внутрішній поверхні більш трудомісткі, проте вони можуть бути виготовлені точніше, ніж з centruванням по зовнішній поверхні вала.

Евольвентні шліцьові з'єднання володіють у порівнянні з прямобічним підвищену міцність завдяки потовщення шліців біля основи. Вали з евольвентними шлицями можна виготовляти з великою точністю.

Основною конструктивною і технологічною базою валів і осей є їх геометрична вісь. Виходячи з експлуатаційного призначення деталей розглянутого класу, визначаються основні конструктивно-технологічні вимоги до них, які полягають в наступному:

- прямолінійність геометричної осі;
- концентричність зовнішніх (внутрішніх) поверхонь щодо геометричних осей;
- точне розташування пазів шпон, шліців, резьб як щодо осей, так і по поперечним перетинах деталей.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Матеріалом для виготовлення осей і валів зазвичай служать вуглецеві і конструкційні сталі, рідше чавун та інші метали. Щоб забезпечити якісне і економічне виготовлення валів і осей, з огляду на перелічені вище загальні вимоги до них, необхідно в процесі проектування дотримання наступних основних вимог:

1. Точні вали і осі доцільно обробляти в центрах, при цьому слід передбачати залишення центрів в готовій деталі на випадок переточки або перешлифовки вала при ремонті. Наявність центрів спрощує контроль;

2. Гладкі вали і осі невеликих діаметрів і довжин доцільно виготовляти з чистого каліброваного прокату. Для ступінчастих валів, особливо великої довжини, застосування такого прокату не завжди виправдано, оскільки отримання прямолінійною геометричній осі без додаткової обробки (рихтування, зміцнюючої обробки і т.п.) технологічно ускладнено;

3. Східчасті вали і осі повинні мати невеликі перепади діаметрів, при цьому на різних щаблях бажано мати однакові перепади. Довжини ступенів повинні бути однаковими або кратними;

4. У дрібносерійному виробництві для більш ефективного використання гідросуппортів на операціях токарної обробки доцільно застосовувати групову обробку, тобто виконувати обробку валів декількох найменувань, що розрізняються за розмірами в межах групи, на одному верстаті з мінімальною переналадкою.

5. При проектуванні валів і осей зі шліцами слід передбачати можливість вільного виходу ріжучого інструменту, для чого діаметр вала, що прилягає до шлицевої ділянки, виконують менше внутрішнього діаметра шліців. Припустимо, але небажано перевищення зовнішнього діаметра шліців бурти або шийкою, що прилягає до шлицевої ділянки, більш ніж на 3-5 мм. Необхідно уникати отворів, які перетинають загартовану зону (особливо гартувати ТВЧ). Такі отвори найчастіше є причинами появи тріщин і оплавлення крайок.

6. Для усунення цього явища слід передбачати фаски. Також доцільно передбачати фаски у торців, якщо вони піддаються загартуванню з нагріванням

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

ТВЧ. Доцільно у торців залишати незагартовані ділянки довжиною $l = 2 - 3$ мм. Довжина загартованої ділянки може бути виконана з точністю по довжині ± 3 мм. При загартуванні східчастих валів необхідно обумовлювати незагартовані пояски близько торців, уступів.

В результаті проаналізувавши робоче креслення деталі (див. Додаток А), можна зробити висновок, що при проектуванні конструкції деталі були максимально дотримані всі перераховані вище вимоги до технологічності деталі, а також необхідно і достатньо встановлені технічні вимоги на виготовлення деталі з урахуванням її службового призначення.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		20

5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Трудомісткість і собівартість виготовлення деталі в значній мірі залежить від методу і способу отримання заготовки. При виборі заготовки необхідно враховувати конфігурацію, розміри і вага деталі. Матеріал заготовки повинен відповідати певному набору вимог.

Слід також враховувати точність і якість заготовки.

Вибрати заготовку - це, значить, встановити спосіб її отримання, розрахувати розміри, призначити припуски на обробку кожної поверхні і вказати допуски на неточність виготовлення.

Існують наступні способи отримання заготовок: з прокату, методом пластичної деформації, литтям і зварюванням.

Так як матеріал деталі - сталь 45, то відлити або зварити ми її не зможемо. Таким чином, метод отримання заготовки - метод пластичної деформації, а саме - штампування в закритих штампах на горячештамповочних автоматах [2].

Виконуємо ескіз заготовки, одержаної методом штампування

Маса поковки визначається за формулою:

$$M_{п.р.} = M_d \cdot K_p \quad (5.1)$$

де,

$M_{п.р.}$ - розрахункова маса поковки, кг;

M_d - маса деталі, кг;

K_p - розрахунковий коефіцієнт, встановлений у співвідношенні з додатком [15].

$$K_p = 1,5$$

$$M_{п.р.} = 3,5 \cdot 1,5 = 5,25 \text{ (кг)}.$$

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

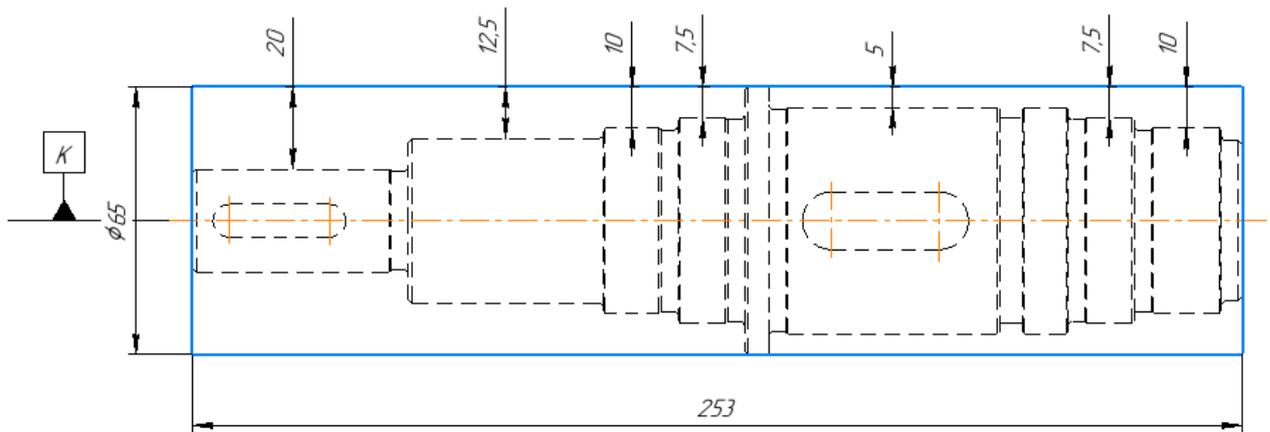


Рисунок 5.1 – Ескіз деталі методом штампування

Визначаємо клас точності поковки. З огляду на що поковки отримуємо на горячештамповочних автоматі визначаємо клас точності - Т3 [15].

Визначаємо групу сталі 45 ГОСТ 4543-78.

Середня масова частка вуглецю в сталі 45 становить 0,45%.

Група сталі М2 [15].

Визначаємо ступінь складності.

$$C = \frac{M_{\text{п.р.}}}{M_{\text{фиг.}}} \quad (5.2)$$

де, $M_{\text{фиг}}$ - маса фігури, в яку вписано поковки, кг.

$$M_{\text{фиг}} = \frac{V_{\text{фиг}} \cdot \rho}{1000} \text{ (кг)} \quad (5.3)$$

де, ρ - щільність сталі 45, г / см³, $\rho = 7,8$ г / см³

V - об'єм фігури в яку вписано поковки, см³.

									Арк.
									22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ				

$$V_{\text{фиг}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{фиг}}^2}{4} \cdot L_{\text{фиг}} (\text{см}^3) \quad (5.4)$$

де, $D_{\text{фиг}}$ - діаметр фігури, см;

$L_{\text{фиг}}$ - довжина фігури, см.

Підставляючи дані, знаходимо:

$$D_{\text{фиг}} = d_{\text{дет}} \cdot 1,05 = 65 \cdot 1,05 = 68,25 \text{ (мм)}.$$

$$L_{\text{фиг}} = L_{\text{дет}} \cdot 1,05 = 253 \cdot 1,05 = 265,65 \text{ (мм)}.$$

$$V_{\text{фиг}} = \frac{3,14 \cdot 6,825^2}{4} \cdot 26,565 = 284,65 \text{ (см}^3\text{)}$$

$$M_{\text{фиг}} = \frac{7,8 \cdot 284,65}{1000} = 2,22 \text{ (кг)}.$$

$$C = \frac{5,25}{22,2} = 0,24$$

Так, як отримане значення $C = 0,24$, то приймаємо ступінь складності С3 [15].

Визначаємо конфігурацію поверхні роз'єднання штампа.

Приймаємо поверхню роз'єму штампа П - плоска.

Визначаємо вихідний індекс.

Для $M_{\text{п.р.}} = 5,25 \text{ кг}$, М2, С2, Т3, вихідний індекс - 12 [15].

Визначення коефіцієнта використання матеріалу:

$$K_{\text{и.м.}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{пок}}} \quad (5.5)$$

$$M_{\text{пок}} = \frac{V_{\text{пок}} \cdot \rho}{1000} \quad (5.6)$$

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{\pi * D^2}{4} * L = \frac{\pi * 65^2}{4} * 253 = 839106125(\text{мм}^3)$$

$$M_{\text{пок}} = \frac{839106125 * 7,8}{1000} = 6,5(\text{кг})$$

Отже, маса заготовки отриманої методом поковки становить: $M_{\text{пок}}=6,5$ кг.

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{3,5}{6,5} = 0,748 \cdot 100 = 75\%$$

Отже, при умові виконання заготовки деталі «Вал», одержаної, методом поковки, ми будемо використовувати орієнтовно 75% матеріалу.

Виконуємо розрахунок вартості заготовки за формулою:

$$S_{\text{з.д.}} = M_3 \cdot S_3 \cdot (1 + a_{\text{тз}}/100) - (M_3 - M_{\text{д}}) \cdot S_{\text{від}} \quad (5.7)$$

де $M_3 = 6,5$ кг – розрахункова маса спроектованої заготовки;

$M_{\text{д}} = 3,5$ кг – маса заданої деталі;

$S_3 = 40$ грн – нормативна вартість заготовки за 1 кг;

$a_{\text{тз}} = 7\%$ – накладні витрати на транспортування;

$S_{\text{від}} = 3,5$ грн – вартість за один кілограм відходів металообробки.

$$S_{\text{з.д.}} = 6,5 \cdot 40 \cdot (1 + 7/100) - (6,5 - 3,5) \cdot 3,5 = 276,9 \text{ грн}$$

Розрахунок заготовки з прокату

Для порівняння визначимо вартість заготовки, отриманої з сортового прокату. Як заготовка приймаємо прокат гарячекатаний круглий звичайно точності 260 мм по ГОСТ 2590–71. Довжину прутка приймемо рівною 260 мм.

За розрахунками програми КОМПАС 3D, визначили масу заготовки, яка становить 6,74 кг.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вартість заготовки, як і в попередньому випадку, визначаємо за формулою (5.6).
Вартість заготовки приймаємо: $S_3=29,0$ грн за 1 кг, а сама заготовка коштуватиме 300 грн.

Розрахункові дані свідчать, що економічно більш доцільним є використання поковки штампованої.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Розглянемо технологічний процес виготовлення деталі "Вал".

Технологічний процес складений відповідно до виконання технічних вимог для одержання даної деталі (див. табл.6.1).

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

№ операції	Назва операції	Короткий зміст операції	Обладнання
005	Заготівельна (штамповка)		Горячештампувальний верстат АМР-30
010	Контрольна ВТК		Стіл ВТК
015	Фрезерно-центрувальна	Відрізання від прокату довжину 253 мм, центрування торців	МР-76М
020	Контрольна ВТК		Стіл ВТК
025	Токарна з ЧПК	Точити діаметр 55, 50, 45, 39. Обробити фаски	Верстат 16K20T1
030	Токарна з ЧПК	Точити торець діаметру 65, 50, 45. Точити фаску	Верстат 16K20T1
035	Вертикально фрезерна	Фрезерувати шпонкові пази R4 та R7	Верстат мод. 6Д92
040	Контрольна ВТК		Стіл ВТК
045	Кругло шліфувальна	Шліфувати діаметри 25, 40, 45, 50, 55	Верстат мод. 3М151
050	Контрольна ВТК		Стіл ВТК

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Величина припуска впливає на собівартість виготовлення деталі. При збільшеному припуску підвищуються витрати праці, витрата матеріалу і інші виробничі витрати, а при зменшеному доводиться підвищувати точність заготовки, що також збільшує собівартість виготовлення деталі.

Для отримання деталей більш високої якості необхідно при кожному технологічному переході механічної обробки заготовки передбачати виробничі похибки, що характеризують відхилення розмірів, геометричні відхилення форми поверхні, мікронерівності, відхилення розташування поверхонь. Усі ці відхилення повинні знаходитися в межах поля допуску на розмір поверхні заготовки.

Згідно завдання робиться розрахунок припусків аналітичним методом для внутрішньої поверхні тіла обертання $\varnothing 40h7$. Маршрут обробки цієї поверхні вибирається по [7] с. 8, таблиця 4 і зводиться в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1.1 – Маршрут обробки поверхні $\varnothing 40h7$

Найменування операції (переходу)	Токарна чистова Точити канавку, начисто точити	Параметр шорсткості Ra, мкм
Заготівельна	T4	50
Точіння чорнове	h12	50-6,3
Точіння чистове	h7	1,6

Величина мінімального припуску при обробці зовнішніх і внутрішніх поверхонь (двосторонній припуск) визначається по формулі:

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot (R_{Z-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}), \quad (6.1.1)$$

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

де Rz_{i-1} – висота мікронерівностей профілю на попередньому переході (операції), мкм;

h_{i-1} - глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході (операції) (зневуглецьований або вибілений шар) мкм;

ρ_{i-1} - сумарні значення просторових відхилень форми на попередньому переході (операції) мкм;

- похибка установки заготівлі на виконуваному переході (операції), мкм.

Висота мікронерівностей Rz і глибина дефектного шару h вибираються по таблицях [7]:

- для заготовки (7, с. 186, таблиця 12): $Rz = 200$ мкм; $h = 250$ мкм;

- для точіння чорнового (7, с. 188, таблиця 25): $Rz = 50$ мкм; $h = 50$ мкм.

Сумарне значення просторових відхилень форми заготовки при обробці в патроні отворів визначається по формулі:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{екс}^2} \quad (6.1.2)$$

де $\rho_{см}$ - похибки поковки, що припускається, по зміщенню осей фігур, по [9] с. 169, таблиця 6: $\rho_{см} = 1300$ мкм;

$\rho_{екс}$ похибки поковки, що припускається, по ексцентричності отворів, по [9] с.169, таблиця 6: $\rho_{екс} = 1000$ мкм.

$$\rho_{заг} = \sqrt{1300^2 + 1000^2} = 1640 \text{ мкм}$$

Величина залишкового сумарного значення просторових відхилень форми заготовки після виконання переходу (операції) визначається по формулі:

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{заг}^2 + K_y} \quad (6.1.3)$$

де K_y – коефіцієнт уточнення.

Коефіцієнт уточнення вибирається по [7] с. 190, таблиця 29:

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для точіння чорнового: $K_y=0,05$.

Тоді сумарні значення просторових відхилень форми по переходах рівні:

Необхідне положення заготовки в робочій зоні верстата досягається в процесі її установки. Процес установки включає базування і закріплення. Відхилення в положенні заготовки, що виникає при базуванні, називається похибкою базування ε_6 , а при закріпленні - похибкою закріплення ε_3 .

Погрішність установки ε_y визначається по формулі:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} \quad (6.1.4)$$

При укрупнених розрахунках точності обробки похибка ε_y що відповідає формулі (6.1.3), можна визначити по таблицях [14 с.138, таблиця 5]:

- для точіння чорнового: $\varepsilon_y = 380$ мкм;

- для точіння чистового: $=40$ мкм.

Елементи припуску заносяться в таблицю 6.

Підставивши вибрані (R_z , ε_y h) і розраховані (ρ) значення у формулу (6.1.1) визначаються мінімальні припуски на відповідних переходах:

$$2Z_{\min\text{чорн}} = 2 \cdot (150 + 200 + \sqrt{1008^2 + 380^2}) = 2955 \text{ мкм} \quad ;$$

$$2Z_{\min\text{чист}} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{50,4^2 + 40^2}) = 330 \text{ мкм} \quad .$$

Допуск заготовки визначений в п. 4 і рівний $=4,0$ мм ($es=2,7$ мкм; $ei= -1,3$ мкм).

Допуски по переходах визначаються по [9]:

- для точіння чорнового: $0,52$ мм ;

- для точіння чистового: $0,025$ мм ($es = 0$ мм; $ei = - 0.025$ мм).

Максимальний розмір знаходимо за формулою::

$$d_{\max} = d_{\min} + \delta \quad (6.1.5)$$

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\max \text{ чист}}=40,025+0,016= 40,041 \text{ мм,}$$

$$d_{\max \text{чорн}}=40,041+0,52=40,561 \text{ мм.}$$

$$d_{\max \text{заг}}=40,561+ 2,4=42,961 \text{ мм.}$$

Граничні значення припусків визначаємо як різницю граничних розмірів попереднього і наступного переходів:

$$2Z_{\min}=d_{\min-1} - d_{\min}, \text{ МКМ} \quad (6.1.6)$$

$$2Z_{\max} = d_{\max i-1} - d_{\max i}, \text{ МКМ} \quad (6.1.7)$$

Чорнове точіння:

$$2Z_{\min} =40,561- 40,041=0,52 \text{ мм} = 520 \text{ МКМ}$$

$$2Z_{\max} =40,961- 40,561=0,4 \text{ мм}= 400 \text{ МКМ}$$

Чистове точіння:

$$2Z_{\min} =40,041- 40,021=0,02 \text{ мм} = 20 \text{ МКМ}$$

$$2Z_{\max} =40,561- 40,041=0,52 \text{ мм}= 520 \text{ МКМ}$$

Визначаємо загальні припуски на обробку:

$$2Z_{\max \text{ заг}} = 400+520= 920 \text{ МКМ,}$$

$$2Z_{\min \text{ заг}} = 520+20= 540 \text{ МКМ,}$$

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номинальний розмір заготовки визначаємо за формулою:

$$d_{\text{заг ном}} = d_{\text{ном дет}} + Z_{\text{о ном}}, \text{ мм} \quad (6.1.8)$$

де $Z_{\text{о ном}}$ – найбільший припуск

$$Z_{\text{о ном}} = Z_{\text{о min}} + H_3 - H_{\text{д}}, \text{ мкм} \quad (6.1.9)$$

де $Z_{\text{о min}}$ – мінімальний загальний припуск, мкм;

$H_{\text{д}}$ – нижнє відхилення деталі, мкм;

H_3 - нижнє відхилення заготовки, мкм.

$$Z_{\text{о ном}} = 520 + 1000 - 2 = 1518 \text{ мкм}$$

$$d_{\text{заг ном}} = 40 + 1,518 = 41,518 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_{\text{заг ном}} = 42_{-0,8}^{+1,6}$

Схема розташування припусків і допусків для даної поверхні вказана на рисунку 6.1.1

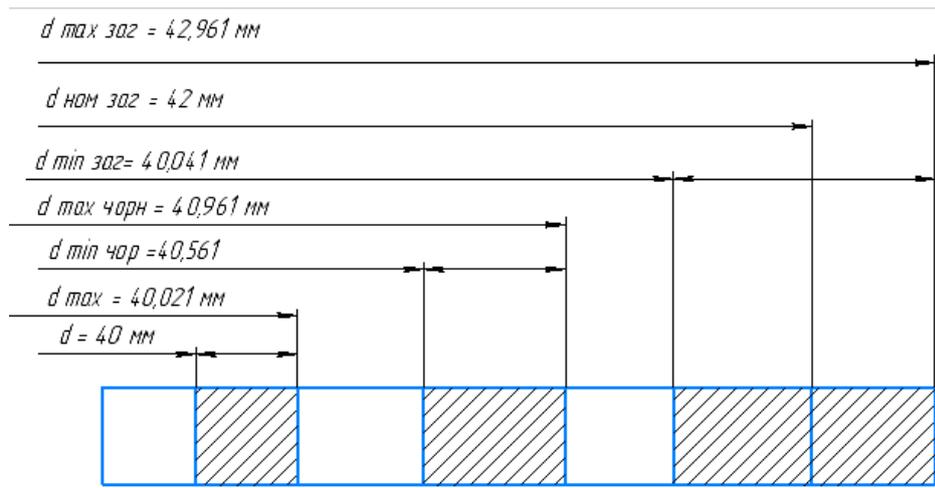


Рисунок 6.1.1 – Схема розташування допусків та припусків

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення

Розглянемо технологічний процес виготовлення деталі "Вал".

Технологічний процес складений відповідно до виконання технічних вимог для одержання даної деталі (див. табл.6.2.1).

Таблиця 6.2.1 - технологічний процес виготовлення деталі "Вал"

№ операції	Назва операції	Короткий зміст операції	Обладнання
005	Заготівельна (штамповка)		Горячештампувальний верстат АМР-30
010	Контрольна ВТК		Стіл ВТК
015	Фрезерно- центрувальна	Відрізання від прокату довжину 253 мм, центрування торців	МР-76М
020	Контрольна ВТК		Стіл ВТК
025	Токарна з ЧПК	Точити діаметр 55, 50, 45, 39. Обробити фаски	Верстат 16К20Т1
030	Токарна з ЧПК	Точити торець діаметру 65, 50, 45. Точити фаску	Верстат 16К20Т1
035	Вертикально фрезерна	Фрезерувати шпонкові пази R4 та R7	Верстат мод. 6Д92
040	Контрольна ВТК		Стіл ВТК
045	Кругло шліфувальна	Шліфувати діаметри 25, 40, 45, 50, 55	Верстат мод. 3М151
050	Контрольна ВТК		Стіл ВТК

Вибір схем базування і закріплення заготовки істотно впливає не тільки на точність і якість оброблених поверхонь, але й на подальше обґрунтування вибору верстатного устаткування, засобів технічного оснащення. Обрана схема базування повинна передбачати як принцип сталості, так і принцип єдності технологічної, конструкторської і вимірювальної баз, забезпечувати можливість простого і зручного закріплення заготовки, багато інструментальної обробки поверхонь.

Операція 025 Токарна з ЧПК

На токарному верстаті 16К20Т1 проводиться обробка поверхонь, показані на малюнку 6.2.1.

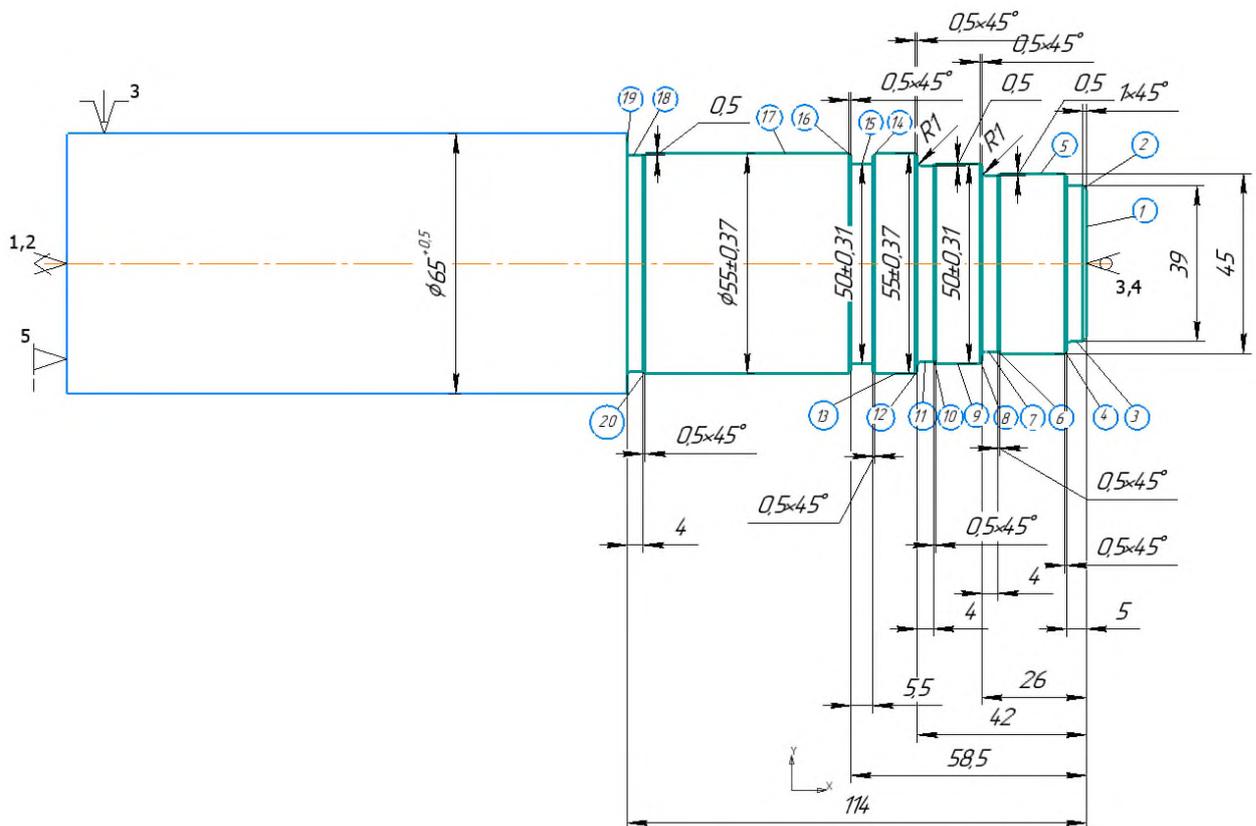


Рисунок 6.2.1 Перший спосіб базування та закріплення заготовки на операції 025.

Необхідна точність обробки забезпечується певним становищем заготовки щодо різального інструменту. Положення заготовки при обробці характеризується шістьма ступенями свободи. Кожне вільне, тверде тіло має 6 ступенів свободи, тобто 3-х координатне переміщення уздовж осей X, Y, Z. Тому

					СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

щоб позбавити деталь всіх 6-й ступенів свободи, необхідно забезпечити силовий контакт поверхні деталі в пристосуванні з 6-ю нерухомими точками. У цьому полягає правило 6-й точок. Причому ці 6 точок повинні бути розташовані в 3-х взаємно перпендикулярних площинах.

На токарних операціях використовуємо 3х кулачковий самоцентруючий патрон з використанням люнетів та задньої бабки. Деталь встановлюємо в 3х кулачковий самоцентруючий патрон, з іншого боку притискаємо задньою бабкою з обертаючим центром. Деталь позбавляється всіх 6 ступенів свободи: можливості переміщення щодо осей X, Y, Z і обертання навколо X, Y, Z.

Таблиця 6.2.2 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2	II, III, IV, V	ПОБ
3,4,5		УБ
6	I, VI	Вакансія

Таблиця 6.2.3 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	1	ПОБ
α	0	0	0	
L	1	0	0	УБ
α	0	1	1	
L	0	0	0	Вакансія
α	1	0	0	

Другий спосіб (див. мал. 5.2) – деталь встановлюємо в 3х кулачковий самоцентруючий патрон. Деталь позбавляється всіх 6 ступенів свободи: можливості переміщення щодо осей X, Y, Z і обертання навколо X, Y, Z.

Порівнявши два способи базування заготовки на токарній операції, можна зробити висновок, що краще використовувати перший спосіб, так як у випадку використання задньої бабки з обертаючим центром зменшується похибка та радіальне биття.

Таблиця відповідностей і матриця зв'язків приведені в табл. 6.2.4 і табл. 6.2.5.

Таблиця 6.2.4 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2	II, III, IV, V	ПОБ
3,4,5		УБ
6	I, VI	Вакансія

Таблиця 6.2.5 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	1	ПОБ
α	0	0	0	
L	1	0	0	УБ
α	0	1	1	
L	0	0	0	Вакансія
α	1	0	0	

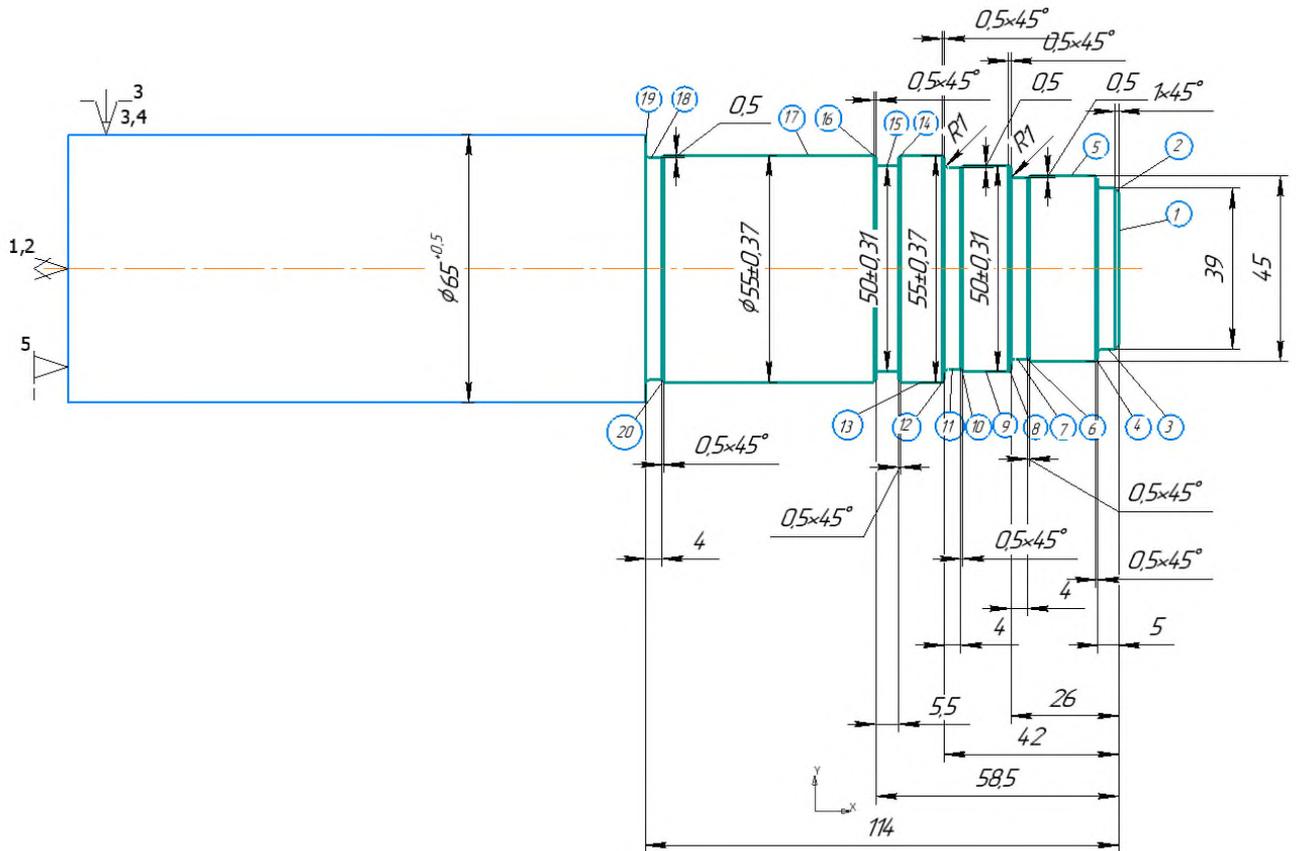


Рисунок 6.2.2 – Другий спосіб базування та закріплення заготовки на операції 025.

Операція 035 Вертикально-фрезерна

На даній операції фрезерується шпонковий паз в наступній послідовності:

- установити, закріпити та зняти заготовку;
- фрезерувати шпонковий паз;

Обробка на свердлильному верстаті з 6Д92.

Вибір схем базування і закріплення заготовки істотно впливає не тільки на точність і якість оброблюваних поверхонь, але і на подальше обґрунтування вибору верстатного устаткування, засобів технічного оснащення.

Обрана схема базування повинна передбачати як принцип сталості, так і принцип єдності технологічної, конструкторської і вимірювальної баз, забезпечувати можливість простого і зручного закріплення заготовки та багато інструментальної обробки поверхонь. Єдиний доступний спосіб закріплення

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ

Арк.

36

заготівки на даній операції – пристроєм з двома самоцентруючими призмами.

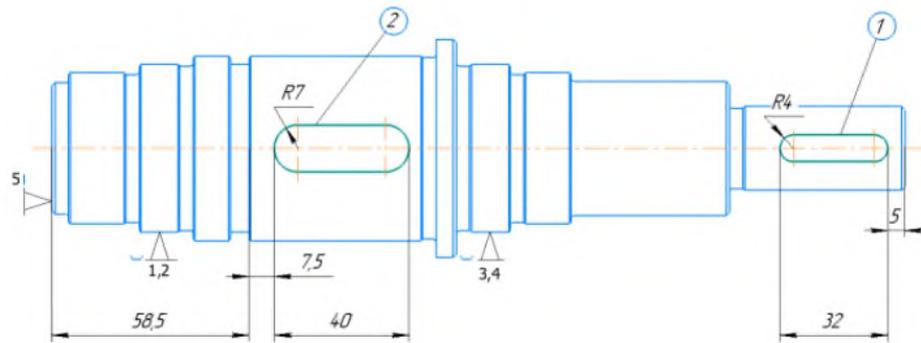


Рисунок 6.2.3 - Схема базування заготовки при фрезеруванні шпонкового пазу 035

Таблиця 6.2.6 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	II, III, IV, VI	ПОБ
5	I	Опора
6	V	Вакансія

Таблиця 6.2.7 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	1	ПОБ
α	1	0	1	
L	1	0	0	УБ
α	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
α	0	1	0	

Похибка базування буде відсутньою, оскільки, застосовуються самоцентруючі призми.

					СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

При виборі металорізального верстата перевагу слід надавати високопродуктивному обладнанню, орієнтуючись на сучасні вітчизняного та зарубіжного виробництва.

При виборі верстата керуємося такими вимогами:

- можливість виконання необхідних технологічних способів обробки поверхонь, які увійшли до певної операції;
- тип виробництва;
- габарити робочого простору;
- необхідну потужність двигунів;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті.

На операції 025 у заводському технологічному процесі застосовується свердлильний верстат моделі 16К20Т1.

Призначення токарного верстата 16К20Т1 з ОСУ - Токарна обробка деталей типу тіл обертання в замкнутому напівавтоматичному циклі.

Токарний патрно-центровий верстат 16К20Т1 призначений для токарної обробки зовнішніх (діаметром до 500 мм) і внутрішніх поверхонь деталей (довжиною до 1000 мм) із ступінчастим і криволінійним профілем в осьовому перерізі.

Область застосування: дрібносерійне, серійне виробництво з невеликими повторюваними партіями деталей.

Токарний верстат 16К20Т1 сконструйований на базі токарного верстата 16К20Ф3 і має те ж призначення. Більшість вузлів уніфіковано. Багато в чому уніфікована також конструкція. Принципово різняться системи управління.

На відміну від верстата 16К20Ф3 в верстаті 16К20Т1:

- межі поздовжніх подач 0,01..2,8 мм / хв;
- максимальна швидкість руху поздовжньої подачі 2000 мм / хв;
- швидкість швидких поздовжніх ходів 6000 мм / хв.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Управління верстатом здійснюється за допомогою «Електроніки НЦ-31». Верстат оснащений стежать електроприводами подач: джерелами руху є двигуни постійного струму; зворотний зв'язок виконана на базі датчиків фотоімпульсного типу.

Оперативне управління забезпечує введення і редагування керуючої програми за допомогою клавіатури пульта, а також можливість передачі програми в касету зовнішньої пам'яті для зберігання поза верстата. На УЧПУ «Електроніка НЦ-31» програма візуалізується на лампах цифрової індикації.

Фланцеве кінець шпинделя виконаний по ГОСТ 12593 (DIN 55027, ISO 702-3-75) під поворотну шайбу, з центруючим коротким конусом 1: 4 ($7^\circ 7'30''$), номінальний діаметр конуса $D = 106,375$ мм, умовний розмір кінця шпинделя - 6. Внутрішній (інструментальний) конус шпинделя - Морзе 6. Стандартний діаметр токарного патрона 200, 250 мм.

Клас точності II по ГОСТ 8-82.

Вид кліматичного виконання по ГОСТ15150-69: УХЛ4.

Як альтернативу можна обрати верстат 16К20Ф3. Токарний патрно-центровий верстат 16К20Ф3 призначений для токарної обробки деталей типу тіл обертання в замкнутому напівавтоматичному циклі.

Верстат 16К20Ф3 призначений для токарної обробки зовнішніх (діаметром до 400 мм) і внутрішніх поверхонь деталей (довжиною до 1000 мм) із ступінчастим і криволінійним профілем в осьовому перерізі.

Токарний верстат 16К20Ф3 сконструйований на базі токарно-гвинторізного верстата 16К20, тому компоновка, складові частини і руху у цих верстатів однакові. Багато в чому уніфікована також конструкція.

Верстати 16К20Ф3 можуть випускатися з різними пристроями ЧПУ (УЧПУ), у виконанні для вбудовування в гнучкі виробничі модулі (ГВМ), а також в спеціальному і спеціалізованому виконанні при оснащенні налагодженнями за погодженням із замовником.

Фланцеве кінець шпинделя виконаний по ГОСТ 12593 (DIN 55027, ISO 702-3-75) під поворотну шайбу, з центруючим коротким конусом 1: 4 ($7^\circ 7'30''$)

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

"), номінальний діаметр конуса $D = 106,375$ мм, умовний розмір кінця шпинделя - 6. Внутрішній (інструментальний) конус шпинделя - Морзе 6. Стандартний діаметр токарного патрона 200, 250 мм.

Область застосування: Дрібносерійне серійне виробництво.

Клас точності II по ГОСТ 8-82.

Вид кліматичного виконання по ГОСТ15150-69: УХЛ4.

Залежно від замовлення верстати поставляються з повним правом під транспортер стружковидалення і комплектуються транспортером або з основою без вікна для транспортера стружковидалення і не комплектуються транспортером.

Операція 035 Вертикально фрезерна

На операції 035 у заводському технологічному процесі застосовується шпонко-фрезерний верстат моделі 6Д92, який має такі характеристики:

- найбільший діаметр заготівки, мм: 80;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті -1;
- найбільша довжина заготівки, мм: 300;
- мінімальна частота обертання шпинделя, хв^{-1} : 500;
- максимальна частота обертання шпинделя, хв^{-1} : 4000
- потужність електродвигуна верстата: 2,2 кВт.

Таблиця 6.3.1 - Основні технічні характеристики верстату 6Д92

Характеристика	Значення
Найбільший діаметр заготівки, мм	80
Кількість інструментів, які можна установити на верстаті	1
Найбільша довжина заготівки, мм	300
Найбільший діаметр заготівки, мм	80
Мінімальна частота обертання шпинделя, хв^{-1}	500
Максимальна частота обертання шпинделя, хв^{-1}	4000
Електродвигун приводу головного руху, кВт	2,2
Габарити верстата, мм	1320×1380×1500
Вага, кг	2000

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

В умовах дрібно-серійного типу виробництва можуть використовуватися універсальні і спеціальні пристосування, різальний та вимірювальний інструмент.

На 025 Токарній операції вибираємо наступне устаткування[16, 17]:

- пристосування спеціальне – для закріплення заготовки;
- різальні інструменти: різець прохідний SCLCR 1616 H09, різець канавковий TCAEL 5T20-TB, різець канавковий TTVBL 1616-4, різець канавковий TTVBR 1616-4.
- вимірювальний інструмент: Штангенциркуль ШЦ-И-250-0,1 ГОСТ 166-89.

Операція 035 Вертикально фрезерна:

- шаблон спеціальний;
- штангенциркуль ШЦ-И-250-0,05 ГОСТ 166-89 – для контролю довжини;
- зразки шорсткості 3,2; 6,3 Т ГОСТ 9378-93 – для контролю шорсткості обробленої поверхні.

6.5 Розрахунки режимів різання

Режими різання аналітичним способом для операції 025 - токарна:

Алгоритм визначення режиму різання: $t \rightarrow S \rightarrow V \rightarrow n \rightarrow T_0$

Визначаємо глибину різання (t)

1) Вибір подач

1. Обираю подачі для напівчистої стадій обробки S (мм / об) з урахуванням поправочних коефіцієнтів [7]:

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Для різців, які оброблюють поверхні деталі при обробці таблична подача дорівнює $S_{от}=0,8$ мм/об [7, с.38, карта 3].

Поправочні коефіцієнти:

- а) Перетини державки різця $K_d = 1,00$ [7, с.42, карта 5].
- б) Міцності ріжучої частини $K_{sh} = 1,00$ [7, с.42, карта5].
- в) Властивостей оброблюваного матеріалу $K_{Sm} = 0,8$ [7, с.43, карта 5].
- г) Схеми установки заготовки $K_{sy} = 1,2$ [7, с.43, карта5].
- д) Стану поверхні заготовки $K_{Sp} = 1,0$ [7, с. 44, карта 5].
- ж) Геометричних параметрів різця $K_{sφ} = 1,0$ [7, с.44, карта 5].
- з) Способу кріплення пластини $K_{sp} = 1,05$ [7, с.45, карта5].

Фактична подача буде дорівнювати:

$$S_o = S_{от} \cdot K \quad (6.5.1)$$

де K – це добуток усіх поправочних коефіцієнтів на подачу для даної стадії обробки, тобто.

$$K = K_{sd} K_{sm} K_{sy} K_{sp} K_{sφ} K_{sh} K_{sp}, \quad (6.5.2)$$

При цьому $K=1$, тоді подача будет дорівнювати:

Для напівчистої обробки $S_o = 0,8 \cdot 1 = 0,8$ мм/об.

Виконуємо коригування подачі за паспортними даними верстата. Так як верстат має безступінчастий діапазон регулювання подач, то залишаємо розраховану величину подачі.

2. Перевіряю подачі по осьовій P_x і радіальній P_y складовим сили різання, що є допустимими міцністю механізму подачі верстата, користуючись літературою [7, с. 98, карта 32]:

Для глибини різання до 4 мм і подачі до 1 мм/об(0,8мм/об)- $P_x = 1500$ Н и $P_y = 580$ Н.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Визначаю поправочні коефіцієнти для сил різання:

$$K_{P_{MX}} = K_{P_{MY}} = 1,3; K_{P_{\gamma X}} = K_{P_{\gamma Y}} = 1,0 [7, с. 99, карта 32] K_{P_{\phi X}} = K_{P_{\phi Y}} = 1,00; K_{P_{\lambda X}} = K_{P_{\lambda Y}} = 1,00 [7, с. 99, 100, карта 32, 33]$$

Фактичні сили різання:

$$P_{x\phi} = P_{xT} \cdot K_{P_{MX}} \cdot K_{P_{\phi X}} \cdot K_{P_{\gamma X}} \cdot K_{P_{\lambda X}} \quad (6.5.3)$$

$$P_{y\phi} = P_{yT} \cdot K_{P_{MY}} \cdot K_{P_{\phi Y}} \cdot K_{P_{\gamma Y}} \cdot K_{P_{\lambda Y}} ; \quad (6.5.4)$$

де $K_{P_{MX}} = K_{P_{MY}}$ - коефіцієнти механічних властивостей оброблюваного матеріалу;

$K_{P_{\phi X}} = K_{P_{\phi Y}}$ - коефіцієнти головного кута в плані;

$K_{P_{\gamma X}} = K_{P_{\gamma Y}}$ - коефіцієнти головного переднього кута;

$K_{P_{\lambda X}} = K_{P_{\lambda Y}}$ - коефіцієнти кута нахилу головної різальної кромки.

Враховуючи поправочні коефіцієнти, отримуємо сили:

$P_x = 1500 \cdot 1,3 = 1950$ Н та $P_y = 580 \cdot 1,3 = 754$ Н, що входить в рамки допустимих сил та поперечних сил, що допустимі механізмами подачі верстата (до 50000 Н).

Так, як дана сила - це найбільша сила, що може бути при обробці на даній стадії, то перевірку подач по силам проводити більше не потрібно.

Вибір швидкостей різання.

Для чистової обробки зовнішніх діаметрів $V_T = 203$ м / хв; [7 с.76, карта 21]

Визначаю поправочні коефіцієнти для швидкості різання [7, с.82 карта23]:

а) виду обробки $K_{v_0} = 1,25$;

б) групи оброблюваності матеріалу - $K_{v_c} = 0,8$;

в) матеріалу пластини - $K_{v_i} = 1,0$;

г) механічних властивостей оброблюваного матеріалу - $K_{v_m} = 0,5$;

д) геометричних параметрів різця - $K_{v_\phi} = 1,0$;

е) періоду стійкості різального інструменту - $K_{v_T} = 1,0$;

ж) наявності охолодження - $K_{v_{ж}} = 1,0$.

Розрахунок остаточної величини швидкості різання за формулою:

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_p = V_T \cdot K \quad (6.5.4)$$

V_T – таблична швидкість різання;

K – загальний поправочний коефіцієнт

$$K = K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vm} K_{v\phi} K_{vt} K_v \quad (6.5.5)$$

Тоді $K = 1,25 \cdot 0,8 \cdot 0,5 = 0,5$

$$V_p = 203 \cdot 0,5 = 100 \text{ м/хв.}$$

Для чистового точіння торцевих поверхонь $V_T = 285 \text{ м/хв}$; [7 с.93, карта 30]

Визначаю поправочні коефіцієнти для швидкості різання [7, с. 82, карта 23]:

а) виду обробки $K_{vo} = 0,9$;

б) групи оброблюваності матеріалу - $K_{vc} = 0,8$;

в) матеріалу пластини - $K_{vi} = 1,5$;

г) механічних властивостей оброблюваного матеріалу - $K_{vm} = 0,5$;

д) геометричних параметрів різця - $K_{v\phi} = 1,0$;

е) періоду стійкості різального інструменту - $K_{vt} = 1,0$;

ж) наявності охолодження - $K_{vj} = 1,0$;

Розрахунок остаточної величини швидкості різання:

При цьому $K = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 0,5 = 0,5$;

$$V_p = 285 \cdot 0,5 = 150 \text{ м/хв.}$$

Визначення розрахункових частот обертання шпинделя за формулою:

Чистове точіння:

$$n_p = \frac{1000 V_p}{\pi D} \text{ (об/хв)}, \quad (6.5.6)$$

де D – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для поверхні діаметром 50 мм при чистовому точінні

$$n_p = 1000 \cdot 100 / 3,14 \cdot 50 = 636 \text{ хв}^{-1}.$$

Для поверхні діаметром 55 мм при чистовому точінні

$$n_p = 1000 \cdot 100 / 3,14 \cdot 55 = 579 \text{ хв}^{-1}.$$

Для поверхні діаметром 45 мм при чистовому точінні

$$n_p = 1000 \cdot 100 / 3,14 \cdot 45 = 707 \text{ хв}^{-1}.$$

Для поверхні діаметром 39 мм при чистовому точінні

$$n_p = 1000 \cdot 100 / 3,14 \cdot 39 = 817 \text{ хв}^{-1}.$$

Для чистового підрізання торця 39 мм

$$n_p = 1000 \cdot 150 / 3,14 \cdot 39 = 122,5 \text{ хв}^{-1}.$$

б) Визначення фактичної швидкості різання.

$$V_\phi = \frac{D n_\phi}{1000} \quad (6.5.7)$$

де V_ϕ - фактична швидкість різання;

D - найбільший діаметр оброблюваної поверхні;

n_ϕ - скориговані за паспортними даними верстата фактичні оберти шпинделя;

Коригуємо оберти шпинделя за паспортними даними для кожного різального інструменту:

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 55 \cdot 630}{1000} = 108,8 \text{ м/хв}$$

Перевірка вибраних режимів різання по потужності привода головного руху для напівчистої стадії обробки. Наприклад: потужності різання для точіння найбільшого діаметра деталі будуть рівні відповідно $N_t = 15,5 \text{ кВт}$ [7, с. 76, карта 21].

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Поправочний коефіцієнт для потужності різання – залежить від механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K_{пм} = 1,3$ [7, с. 85, карта 24]. Визначення розрахункової потужності:

$$N_p = N_T \cdot K_{пм} \quad (6.5.8)$$

Для чистовій стадії обробки $N_p = 15,5 \cdot 1,3 = 20,15$ кВт. Так як на даній поверхні виникають найбільші потужності різання, то перевірка на потужність різання інших поверхонь не ведеться.

Визначення хвилинної подачі $S_{хв}$ (мм / хв) за стадіями за формулою:

$$S_{хв} = S_o \cdot n_f, \quad (6.5.9)$$

Чистове точіння зовнішнього діаметру 55: $S_{хв} = 0,8 \cdot 55 = 44$ мм/хв.

Чистове точіння зовнішнього діаметру 50: $S_{хв} = 0,8 \cdot 50 = 40$ мм/хв.

Чистове точіння зовнішнього діаметру 45: $S_{хв} = 0,8 \cdot 45 = 36$ мм/хв.

Чистове точіння зовнішнього діаметру 39: $S_{хв} = 0,8 \cdot 39 = 30$ мм/хв.

Чистове підрізання торцю 39: $S_{хв} = 0,3 \cdot 39 = 30$ мм/хв.

Визначення часу автоматичної роботи верстата за програмою Допоміжний час визначається за формулою:

$$T_{ч} = T_{ч.уст.} + T_{ч.оп.} + T_{ч.вим.} \quad (6.5.10)$$

де: $T_{ч.уст.}$

– час на установку і зняття деталі, по [13] с. 52, карта 3 при установці деталі при установці деталі в самоцентруючому патроні $T_{ч.уст.} = 0,5$ хв;

$T_{ч.оп.}$ – час пов'язаний з операцією, по [13] с.79, карта 14 $T_{ч.оп.} = 0,32$ хв;

$T_{ч.вим.}$ – час на виміри, по [13] с. 80, карта 15 - $T_{ч.вим.} = 1,33$ хв.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{шт} = 0,50 + 0,32 + 1,33 = 2,15 \text{ хв.}$$

Норма штучного часу розраховується за формулою:

$$T_{шт} = (T_{ЦА} + T_B) (1 + (a_{мех} + a_{орг} + a_{отл}) / 100) \quad (6.5.11)$$

де: $a_{мех} + a_{орг} + a_{отл}$ - час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця і особисті потреби по [13] с. 90, карта 16:

$$a_{мех} + a_{орг} + a_{отл} = 9\%$$

$$T_{шт} = (1,32 + 2,15)(1 + (9/100)) = 3,78 \text{ хв.}$$

Норма підготовчо-заключного часу ТПЗ визначається по [13] с.96, карта 21 і складається з:

- часу на отримання наряду, креслення, технологічної документації, ріжучого і допоміжного інструменту і пристосування – 9,0 хв;
- часу на ознайомлення з роботою, кресленням, технологічної документації – 2,0 хв;
- часу на інструктаж майстра – 10 хв;
- часу на установку первісний режим роботи верстата – 0,15 хв;
- часу на свій пристрій для подачі ЗОР – 0,25 хв.

$$T_{ПЗ} = 9,0 + 2,0 + 10 + 0,15 + 0,25 = 21,4 \text{ хв}$$

Таблиця 6.5.1 - Режимы різання на операцію 025.

№ поверхні	t, мм	S, мм/об	Vф, м/хв	пф, об/хв	i
Ø55	0,3	0,8	110	579	3
Ø50	0,3	0,8	110	636	3
Ø45	0,3	0,8	110	707	2
Ø 39	0,3	0,8	110	617	1
Торець Ø 39	2	0,8	110	122	1

035 Вертикально фрезерна

Режими різання при фрезеруванні

Діаметр фрези дорівнює ширині паза $D=14$ мм кількість зубів $z=4$.

Для діаметру фрези $D=14$ мм, $t=0,3$ мм табл.38, с.286 [5].

Вибір подачі

Подача на зуб при фрезеруванні пазів вибирається по карті табл. 38 стр. 286 [5]. Для шпонкової фрези діаметром 10 мм - $T=80$ хв

Визначаємо подачу на зуб $S_z=0,1$ мм/зуб . с.286 [5].

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v, \text{ м/хв}; \quad (6.5.12)$$

де C_v , q , m , x , y , u , p – коефіцієнт та показники степеня на швидкість різання.

Приймаємо $C_v=12$; $q=0,3$; $x=0,3$; $y=0,25$; $m=0,26$; $u=0$; $p=0$.

K_v – поправний коефіцієнт на швидкість різання; $K_v = 1,24$

$$V = \frac{12 \cdot 14^{0,3}}{80^{0,26} \cdot 0,3^{0,3} \cdot 0,1^{0,25} \cdot 14^0 \cdot 4^0} \cdot 1,24 = 36,24 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделю за формулою (6.5.6)

$$n_p = \frac{1000 \cdot 36,24}{3,14 \cdot 14} = 824 (\text{об/хв}),$$

Так як верстат мод. 6Д92 має безступінчасте регулювання частоти обертання, то коригувати швидкість різання немає необхідності.

Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання за формулою (6.5.7) :

$$n_p = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 824}{1000} = 36 (\text{м/хв}),$$

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Визначаємо швидкість руху подачі за формулою:

$$V_S = S_z \cdot z \cdot n_d, \text{мм/хв} \quad (6.5.13)$$

$$V_S = 0,1 \cdot 4 \cdot 824 = 330 \text{ мм/хв}$$

Визначаємо дійсну подачу на зуб за формулою:

$$S_{zd} = V_S / z \cdot n_d \quad (6.5.14)$$

$$S_{zd} = 330 / 4 \cdot 824 = 0,1 \text{ мм/зуб}$$

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \frac{t^x s_z^y B^n z}{D^q \cdot n^w} K_p, H \quad (6.5.16)$$

де C_p , x , y , n , q , w – поправні коефіцієнти на силу різання; $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $n = 1,0$; $w = 0$; $q = 0,86$; $K_p = 0,93$;

$$P_z = 10 \cdot 68,2 \frac{0,3^{0,86} 0,1^{0,72} 14^1 \cdot 4}{14^{0,86} \cdot 824^0} 0,93 = 1300 H$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

$$M_K = \frac{P_z \cdot V}{2 \cdot 100}, H \cdot m \quad (6.5.17)$$

$$M_K = \frac{1300 \cdot 36,24}{2 \cdot 100} = 23,5 H \cdot m$$

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{кВт} \quad (6.5.18)$$

$$N = \frac{1300 \cdot 36,24}{1020 \cdot 60} = 0,76, \text{кВт}$$

Потужність верстату достатньо для виконання різання, $N > N_{\text{верс}}$.

Норми часу на операції фрезерної з ЧПК

Допоміжний час визначається за формулою (6.5.10):

- час на установку-зняття деталі $T_{\text{в.уст}} = 0,65$ хв по [13] карта 13;
- час, пов'язаний з операцією $T_{\text{в.от}} = 0,4$ хв по [13] карта 14;
- час на вимірювання $T_{\text{в.вим}} = 1,9$ хв по [13] карта 15.

$$T_{\text{в}} = 0,65 + 0,4 + 1,9 = 2,95 \text{ хв}$$

Час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця і особисті потреби по [13] с. 90, карта 16: $a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_0 = 9\%$.

Норми штучного часу розраховуються по формулі:

$$T_{\text{шт}} = (12,2 + 2,95)(1 + 9/100) = 13,8 \text{ хв.}$$

Норма підготовчо-заключного часу ТПЗ визначається по [13] с. 96, карта 21 і складається з:

- часу на отримання наряду, креслення, технологічної документації, ріжучого і допоміжного інструменту і пристосування - 10,0 хв;
- часу на ознайомлення з роботою, кресленням, технологічною документацією - 2,0 хв;
- часу на інструктаж майстра - 10,0 хв;
- часу на установку вихідних режимів роботи верстата - 0,15 хв;
- часу на налаштування пристрою для подачі ЗОР - 0,25 хв.

$$T_{\text{ПЗ}} = 10,0 + 2,0 + 10,0 + 0,15 + 0,25 = 21,4 \text{ хв.}$$

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

Згідно з завданням, необхідно спроектувати верстатне пристосування для установки і закріплення заготовки «Валу» (див. Креслення деталі в додатку А) на фрезерному верстаті з ЧПК горизонтально-фрезерному верстаті 6Р12 операції №035 технологічного процесу виготовлення деталі. На розглянутій операції проводиться фрезерування пазів R4 та R7. Шорсткість всіх оброблюваних на даній операції отворів відповідає 12,5 мкм за критерієм Ra. Обробка заготовки виконується за одну установку.

Розроблюване пристосування використовується для зажиму деталі «Вал». Річна програма випуску даної деталі складає 1000 штук на рік, що відповідає середньо серійному типу виробництва.

Пристосування використовується при обробці на операції 035 Фрезерна вертикальна з ЧПК, верстат –6Р12.

Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції

На даній операції будуть фрезерувати два шпонкові, які показані на рисунку 7.1.1

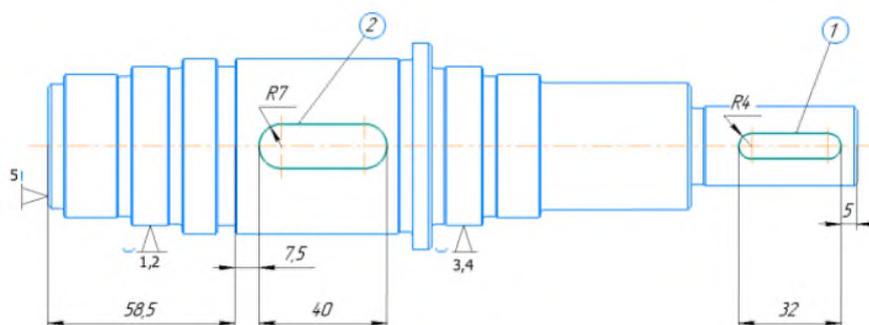


Рис. 7.1- Вертикально фрезерна 035

Операцією, для якої проектується пристрій є фрезерування двох шпонкових пазів на циліндричній поверхні $\varnothing 55$ та 25, розміри якого дорівнюють:

					СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

ширина пазів 14 мм, глибина 4 мм та 5,5 мм, довжина 40 мм та 32 мм. Відстань від початку пазу до правого торцю вала дорівнює 7,5 мм та 5 мм.

Точність розмірів витримує на операції

Поверхня, на якій фрезерується шпонковий паз є обробленою (прошліфованою) з шорсткістю Ra 3.2. Взагалі, вал є повністю оброблений і залишилась операція шліфування 040 після фрезерування шпонкових пазів, яка буде останньою у технологічному процесі її виготовлення і шорсткість досягне Ra 1.6. Шпонковий паз є закритим з обох сторін у напрямі осі деталі. Фрезерування його повинно виконуватись з двома напрямками переміщення (подачі) пристосування з встановленою заготівлею.

Як приклад розглянемо паз на циліндричній поверхні $\varnothing 55$.

- 1) похибка глибини пазу $H=5,5+0,2$;
- 2) похибка положення пазу уздовж осі деталі $L=40(+0,5)$.

Точність форми та розташування оброблюваних поверхонь

Точність форми. Точність форми оброблюваної поверхні на даному етапі обробці не регламентується. При цьому характерними відхиленнями форми для циліндричної поверхні слід вважати відхилення від круглоти і циліндричної. Визначаємо їх значення для рівня нормальної відносної точки А (30% від допуску на розмір поверхні).

$$T = 0,3 \cdot 0,43 = 0,129 \text{ мм}$$

Найбільш близьким стандартним значенням допуском форми поверхні (круглоті циліндричної) в даному випадку є 0,12 мм, що відповідає 12-й ступеня точності.

Шорсткість оброблюваних поверхонь

Шорсткість поверхності після обробки на даній операції відповідає 6,3 мкм за критерієм Ra.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Шорсткість базових поверхонь

Шорсткість поверхонь, вказана на кресленні для всіх розмірів Ra 12,5 мкм.
Це відповідає вимогам по точності, що пред'являються до базових поверхонь.

У проектованому пристосуванні планується обробляти заготовки з базовими поверхнями схожими за оброблювальну деталь та в межах даних розмірів із зазначеними параметрами точності.

Отже, властивості встановлювальних деталей в пристосування повинні знаходитись в межах допусків зазначених розмірів.

Визначення умов в яких буде виготовлятися і експлуатуватися проектований пристрій

Розроблюване пристосування використовується для зажиму деталі «Вал».

Річна програма випуску даної деталі складає 1000 штук на рік, що відповідає середньосерійному типу виробництва.

Пристосування використовується при обробці на операції 035 Фрезерування з ЧПК, верстат – Р6М5.

На операції 035 у заводському технологічному процесі застосовується фрезерний верстат моделі 6Д92, який має такі характеристики наведені нижче:

Габарити верстату: 1995x1115x1530мм.

Потужність двигуна головного руху: 2.2 кВт.

Маса верстату: 2650 кг.

Клас точності: П

Мінімальна частота обертання шпинделю, об/хв: 250

Максимальна частота обертання шпинделю, об/хв: 3150

При обробці в умовах базового технологічного процесу заготовка встановлювалася звичайними прихватами на фрезерному верстаті і закріплювалася вручну. При цьому робочий мав 4-й розряд. Застосування універсальне пристосування дозволить знизити розряд верстатника на даній операції до 3-го розряду, знизить трудомісткість обробки за рахунок скорочення витрат допоміжного часу на установку, закріплення і розкріплення заготовки, підвищить стабільність в забезпеченні розмірної точності оброблюваних отворів.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Складання переліку функцій, що реалізуються

0. Переміщення і попередня орієнтація заготовки.

1. Базування заготовки.

2. Закріплення заготовки.

3. Базування пристрою на верстаті.

4. Закріплення пристрою на верстаті.

5. Підведення і відведення енергоносія.

6. Освіта вихідної сили для закріплення.

7. Управління енергоносієм.

8. Обробка поверхонь: фрезерування пазів на циліндричній поверхні $\varnothing 55$ та 25, розміри якого дорівнюють: ширина пазів 14 мм, глибина 4 мм та 5,5 мм, довжина 40 мм та 32 мм. Відстань від початку пазу до правого торцю вала дорівнює 7,5 мм та 5 мм.

10. Поворот столу на кут 75° .

11. Створення безпечних умов праці.

Виходячи з умов реалізації цих функцій і вимоги до результатів їх реалізації, здійснюємо пошук прототипів з накопиченого фонду технічних рішень. Перевагу віддаємо апробованим практикою стандартним технічним носіям функцій.

Розробка і обґрунтування схеми базування

Вибір встановлюючої базової поверхні

При виборі базових поверхонь слід віддавати перевагу поверхням, які мають просту (правильну) форму, достатню протяжність (площа), досить високу геометричну точність і чистоту. Також слід враховувати можливість використання принципів сталості та суміщення баз. Всім цим критеріям відповідають зовнішні циліндричні поверхні $\varnothing 50$ мм.

Так, передбачається, що заготовка при фрезеруванні шпонкових пазів на фрезерному верстаті буде встановлена в спеціальному пристосуванні по зовнішнім циліндричним поверхням $\varnothing 50$ мм з упором в торець (рис. 6.1).

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При базуванні заготовки по зовнішній циліндричній поверхні реалізується подвійна опорна база, позбавляє заготовку 4-х ступенів свободи: обертальних рухів навколо осей y і z (рис. 5.1), поступальних рухів.

При базуванні заготовки по торцю, реалізується допоміжна технологічна база, що позбавляє заготовку ще 1 ступені свободи, поступальних переміщень уздовж осей y і z . Таким чином, при установці заготовка буде позбавлена 5-ти ступенів свободи, вакантним залишається обертання навколо центральної осі заготовки.

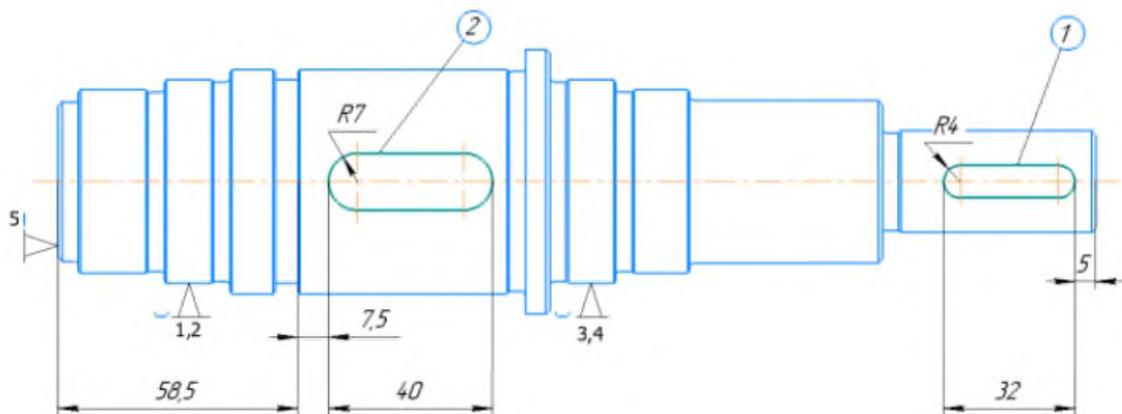


Рисунок 7.2 Схема базування деталі «Вал»

Вибір опорної базової поверхні

Виконаємо аналіз схеми базування заготовки в пристосуванні з точки зору можливості забезпечення розмірної точності операційних розмірів.

В результаті проведеного аналізу можна зробити висновок: запропонована схема базування заготовки при використанні спеціального пристосування (рис. 6.1) гарантує забезпечення точності операційних розмірів при обробці поверхонь заготовки. Домінуючою похибкою при забезпеченні точності операційних розмірів, заданих в радіальному і осьовому напрямку слід вважати

точність позиціонування робочих органів верстата, значення якої відповідає 0,01 мм.

Розглянемо можливість забезпечення точності розмірів з точки зору наявності похибок базування у радіальному напрямку.

$$\varepsilon = \frac{\delta D}{2} + x, \quad (6.2.1)$$

де x - радіальне биття, в нашому випадку прийmemo рівний 0.

$\delta D = 0,175$ мм - допуск на базування ($\varnothing 50$)

Підставляємо у формулу:

$$\varepsilon = \frac{0,175}{2} = 0,0875 \text{ мм} = 875 \text{ мкм},$$

Допустима похибка $\varepsilon_{\text{дон}} = 0.1$ мм,

$\varepsilon_{\text{дон}} \geq \varepsilon_{\delta}$, $0,1 \geq 0$ - умова виконується, звідси виходить, що при обробці отворів при даному базуванні буде досягнута необхідна точність. Тому ця схема базування заготовки є прийнятною для забезпечення осьових розмірів.

Побудова функціональної структури пристрій.

З набору функцій наведених в 5 пункті, виділимо ті які реалізуються в перебігу оперативного часу: 0, 1, 2, 5, 6, 7, 10. Функції 3, 4, 8 впливають на підготовчо-заключний час; функції 8, 11 прямого впливу на штучний час не роблять.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

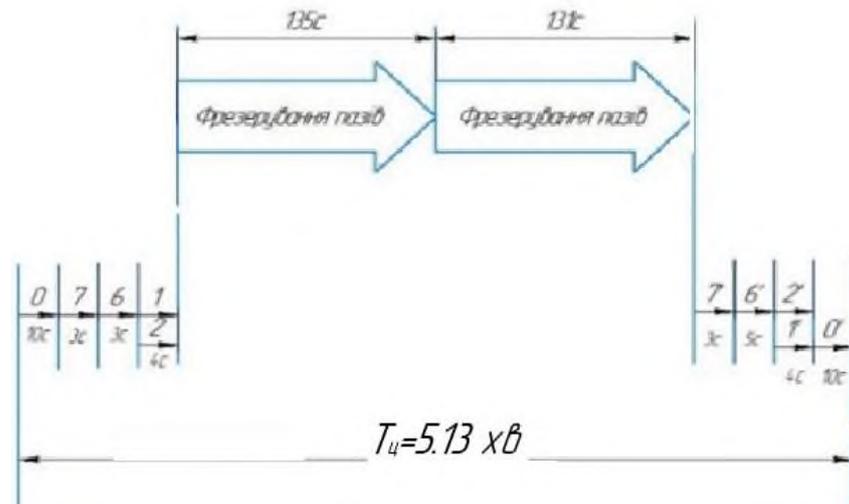


Рисунок 7.3– Схема послідовного реалізування функції

Послідовна структура реалізації потоку функцій є найбільш тривалою за часом, проте в даному випадку це єдина можливість обробки заготовки на даній операції при великосерійному типі виробництва, де обробка ведеться по можливості стандартним ріжучим інструментом і суміщення переходів не представляється можливим.

Функціональна структура проектування пристрою представлена на рисунку 7.4.

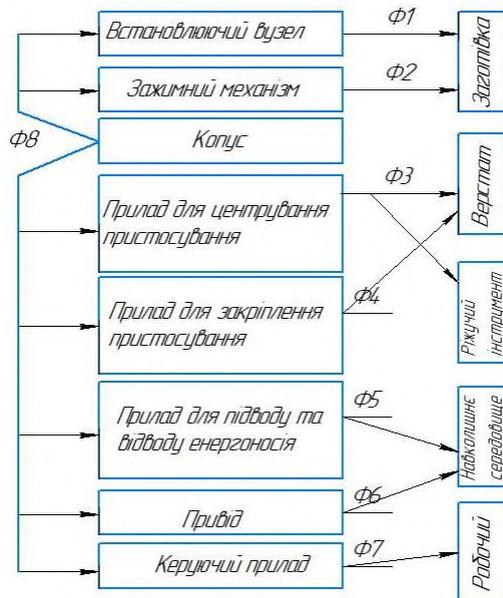


Рисунок 7.4 – Функціональна структура проектувального пристрою

Розробка і обґрунтування схеми закріплення

					СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Аналіз структури полів врівноважуючих сил

Фрезерувальна з ЧПК. на 035 операції виконується фрезерування пазів.

Сили закріплення розраховуються з розрахункової схеми, яку показано на рисунку 7.5

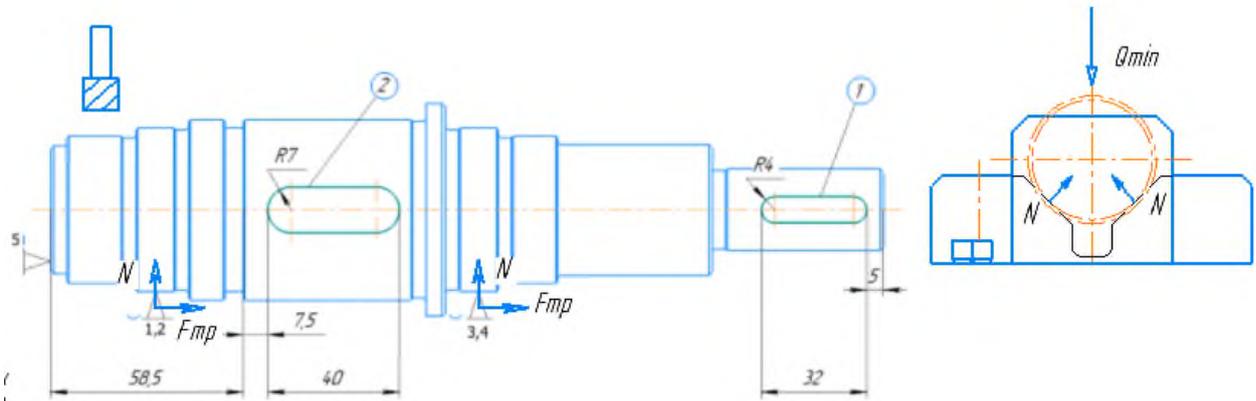


Рисунок 7.5 Схема розподілення сил

P_{yz} – горизонтальна сила різання; N – сила реакції опори; Q_{min} – мінімально необхідна сила закріплення; F_{mp} – сила тертя в опорі.

Відповідно до схеми дії сил заготівля під дією сили різання P_{yz} морже зміститися уздовж своєї осі. Зсувові заготівлі перешкоджають сили тертя в опорах, кожна з яких дорівнює:

$$F_{mp} = fN \quad (7.1)$$

Де: F_{mp} – сила тертя в опорі, Н;

f – коефіцієнт тертя, $f = 0,7$ [2,85];

N – реакція опори, Н.

Відповідно до схеми дії сил рівняння рівноваги заготівлі в напрямку Q_{min} буде мати вигляд:

$$4N\cos 45^\circ = Q_{min} \quad (7.2)$$

									Арк.
									58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ				

Де: N – реакція опори, Н;

Q_{\min} – мінімально необхідна сила закріплення заготовлі в пристосуванні, Н.

Підставляємо у вираження (7.2) значення N , отримане у формулі (7.3):

$$N = \frac{Q_{\min}}{4 \cos 45^{\circ}} \quad (7.3)$$

Відповідно до схеми дії сил, представленої на рисунку, рівняння рівноваги заготовлі в напрямку її осі буде мати вигляд:

$$P_{yh} = 4 F_{mp} \quad (7.4)$$

$$Q_{\min} = P_h \cos 45^{\circ} / f = 294,7 \times \cos 45^{\circ} / 0,7 = 221,1 \text{ Н}$$

Розрахунок сил закріплення

Згідно [2,85] сила закріплення знаходиться по формулі:

$$Q = Q_{\min} K \quad (7.5)$$

Де: K – коефіцієнт запасу. Згідно [2,85] коефіцієнт запасу знаходиться по формулі:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 \quad (7.6)$$

Де: $K_0 = 1,5$ - гарантований коефіцієнт запасу;

$K_1 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваній поверхні;

$K_2 = 1,7$ - коефіцієнт, що характеризує збільшення сил різання через затуплення інструмента що ріже;

$K_3 = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні;

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_4 = 1,3$ - коефіцієнт, що характеризує сталість сили закріплення в затискному механізмі;

$K_5 = 1,0$ - коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів;

$K_6 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховують тільки при наявності моментів, що прагнуть повернути заготівлю.

Значення коефіцієнтів узяті з [2,85].

Підставляємо значення величин у вираження , одержуємо:

$$Q = 1,5 \times 1,0 \times 1,7 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,0 \times 1,0 \times 221,1 = 879,5 \text{ Н.}$$

Розрахунок на міцність

Проведемо перевірочний розрахунок на міцність шток гідроциліндра (дивися рисунок 8.1.1). Його діаметр $d_{шт} = 12 \text{ мм} = 0,012 \text{ м}$, матеріал – сталь 45 у термопокращеному стані.

Умова міцності штока гідроциліндра:

$$[\sigma] \geq \frac{P_{пр}}{S} \quad (7.7)$$

Де: $[\sigma]$ – припустиме напруження розтягання матеріалу штока гідроциліндра, відповідно до вище приведених.

$P_{пр}$ – зусилля, що розвивається гідроциліндром, $P_{пр} = 11700 \text{ Н}$;

S – площа поперечного перерізу штока гідроциліндра, м^2 .

Площу поперечного перерізу штока гідроциліндра визначимо по формулі:

$$S = \frac{\pi d_{шт}^2}{4} = 3,14 \times 0,012^2 / 4 = 0,00011304 \text{ м}^2$$

Підставляємо значення в формулу , одержуємо:

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$486 \times 10^6 \geq \frac{P_{\text{мп}}}{S} = 11700 / 0,00011304 = 103 \times 10^6 \text{ Па}$$

З приведених розрахунків видно, що умова міцності виконується.

Обґрунтування вибору приводу

Затиск та розтиск заготовки виконується за допомогою штока.

Дійсна сила на штоку для циліндра двосторонньої дії при подачі повітря в штокову порожнину розраховується за формулою:

$$P_d = \frac{\pi}{4} \cdot (D_{\text{п}}^2 - d_{\text{ш}}^2) \cdot p \cdot \eta \quad (7.8)$$

де:

$$Q = P_3 = 992 \text{ Н};$$

D – діаметр пневмоциліндра;

$d_{\text{ш}}$ – діаметр штока 12 мм;

$$\eta - \text{ККД} = 0.9$$

p – тиск повітря = 0.4 МПа

Діаметр пневмоциліндра, що забезпечує необхідну силу закріплення заготовки, визначається за формулою:

$$D_{\text{п}} = \sqrt{d_{\text{ш}}^2 + \frac{4 \cdot P_3}{\pi \cdot p \cdot \eta}} \quad (7.9)$$

Таким чином підставимо у формулу значення:

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$$D_{\pi} = \sqrt{12^2 + \frac{4 \cdot 992}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 60,45 \text{ мм}$$

$D_{\pi}=60,45$ мм Приймаємо діаметр пневмоциліндра 60 мм.

Тепер можемо перерахувати силу затиску:

$$P_{д} = \frac{3,14}{4} (60^2 - 12^2) \cdot 0,4 \cdot 0,9 = 1000 \text{ Н}$$

Отже, сила затиску більша за силу, що виникає в процесі різання, тому буде забезпечене жорстке закріплення заготовки. Таким чином пневмоциліндр дозволяє нам використовувати таку силу затиску.

Точнісні розрахунки пристрою

Розрахунок точності пристрою ґрунтується на твердженні про те, що будь-яке відхилення в положенні заготовки, пов'язане із пристроєм, як у момент установки, так і в період обробки, визначає сумарну похибку пристрою. При цьому сума можливих похибок, що виникають при обробці заготовки, не повинна перевищувати значення допуску, що установлений на розмір заготовки і що витримується при виконанні фрезерування з ЧПК операції (035). З інформаційної точки зору розрахунки допусків на виготовлення елементів пристрою являють собою перетворення інформації про точність обробки поверхонь заготовки на даній операції в точнісні вимоги до пристрою.

Розрахункову похибку пристрою знаходять за формулою (10.1). Більшість складових, що входять у дану формулу, являють собою поля розсіювання випадкових величин, тому їх підсумовують у загальному випадку за правилом геометричного додавання.

$$\varepsilon_{np} = T - K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2} \quad (7.10)$$

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розглянемо більш докладно складові, що входять у дану формулу.

$T = 0,043$ мкм – найбільш жорсткий допуск розташування до розміру (з тих, які одержують наданій операції).

$K_T = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує можливий відступ окремих складових від нормального закону розподілу випадкових величин;

$K_{T1} = 0$ – коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування. (Якщо похибка базування дорівнює нулю, той $K_{T1} = 0$. У протилежному випадку $K_{T1} = 0,8 - 0,85$);

$\varepsilon_6 = 0$ мкм – приймаємо рівну нулю оскільки використовується принцип сумісництва баз;

$\varepsilon_3 = 0$ мкм – оскільки при закріпленні деталі в конусну оправку не існує ймовірність перекосу в осьовому напрямі під дією сил закріплення, приймаємо похибку закріплення рівну 0 мкм.;

$\varepsilon_y = 0$ мкм – приймаємо рівну 0, оскільки похибка установки не вплине на технологічні вимоги на даній операції;

$\varepsilon_n = 10$ мкм – похибка перекосу інструменту приймаємо 0 оскільки використовується достатньо жорсткий інструмент;

$\varepsilon_{и} = 0$ мкм – похибка зношування рівна нулю оскільки ми приймаємо умові рівномірного зношування інструменту. [4];

$K_{T2} = 0,6$ – коефіцієнт що враховує можливість появи похибки обробки (див. табл. 3.2) [2];

$\omega = 50$ мкм – економічно досягаємо точність обробки (див. табл. 3.7) [4];

$\varepsilon_{поз} = 0$ мкм - приймаємо рівну 0, оскільки дана похибка не вплине на технологічні вимоги на даній операції;

Тоді розрахункове значення похибки пристрою буде дорівнювати:

$$\varepsilon_{np} = 0,043 - 1,2 \sqrt{(0 \cdot 0)^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0,010^2 + (0,6 \cdot 0,05)^2 + 0^2} = 0,035 \text{ мм.}$$

Так, як технологічний допуск на виконання розміру більше загальній похибці, запропонована схема базування прийнятна до виконання.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Опис пристрою і принципу дії пристрою

Пристосування служить для фрезерування пазів на циліндричній поверхні деталі типу «Вал» в тому числі і нашого варіанту, на горизонтально-фрезерному верстаті 6Р12. Вибір приєднувальних розмірів здійснювався у відповідності з [6,99].

Пристосування змонтоване на сталевому корпусі звареної конструкції позиції (див додаток Б). На корпусі встановлені дві шпонки, що служать для базування пристосування уздовж центрального паза столу фрезерного верстата. У корпусі маються вушка для закріплення пристосування на столі фрезерного верстата за допомогою 4-х болтів для верстатних пазів і гайок.

Оброблювана деталь базується в пристосуванні за допомогою 2-х призм позиції по циліндричних шийках вала і площинної опори зі сферичною голівкою по торцю вала.

Для розмірного настроювання верстата на фрезерування пазів на пристосуванні встановлений установ для фрез. Настроювання здійснюється за допомогою щупа діаметром 3 мм, що мається в комплекті до пристосування.

Затискний механізм пристосування складається з пересувного прихвата, болта зі сферичною голівкою позиції і гідроциліндра одnobічної (штовхаючої) дії. Болт угвинчений у корпус пристосування і законтрогаєний за допомогою гайки позиції. Між сферичною голівкою болта і прихватом встановлена конічна шайба, необхідна для рівномірного прилягання голівки болта до прихвату. Для того, щоб прихват не падав після зняття деталі, він підпружинений пружиною, це підвищує зручність у роботі з пристосуванням і в остаточному підсумку знижує час на установку-зняття деталі.

Джерелом високого тиску масла для гідроциліндра є пневмогідралічний перетворювач, що перетворює низький тиск повітря із заводської мережі (0,4 – 0,5 МПа) у високий тиск масла 9,5 МПа. Пневмогідралічний перетворювач з'єднаний з гідроциліндром за допомогою гумового рукава високого тиску.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Аналіз небезпеки ураження людини в існуючих електричних мережах
Виділяють три системи засобів і заходів забезпечення електробезпеки [21]:

- система технічних засобів і заходів;
- система електрозахисних засобів;
- система організаційно-технічних заходів і засобів.

Система технічних засобів і заходів з електробезпеки. Технічні засоби і заходи з електробезпеки реалізуються в конструкції електроустановок при їх розробці, виготовленні і монтажі відповідно до чинних нормативів. За своїми функціями технічні засоби і заходи забезпечення електробезпеки діляться на дві групи [21]:

- технічні заходи і засоби забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок;
- технічні заходи і засоби забезпечення електробезпеки при аварійних режимах роботи електроустановок.

Основні технічні засоби і заходи забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок включають [21]:

- ізоляція струмовідних частин;
- недоступність струмовідних частин;
- блоківки безпеки;
- засоби орієнтації в електроустановках;
- виконання електроустановок, ізольованими від землі;
- захисне розділення електричних мереж;
- застосування малих напруг;
- компенсація ємнісних струмів замикання на землю;
- вирівнювання потенціалів.

З метою підвищення рівня безпеки, залежно від призначення, умов експлуатації і конструкції в електроустановках застосовується одночасно

									Арк.
									65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ				

декілька з перелічених технічних засобів і заходів. Ізоляція струмовідних частин. Забезпечує технічну працездатність електроустановок, зменшує вірогідність попадань людини під напругу, замикань на землю і на корпус електроустановок, зменшує струм через людину при доторканні до неізольованих струмовідних частин в електроустановках, що живляться від ізольованої від землі мережі. ГОСТ 12.1.009176 виділяє ізоляцію:

- робочу — забезпечує нормальну роботу електроустановок і захист від ураження електричним струмом;
- додаткову — забезпечує захист від ураження електричним струмом на випадок пошкодження робочої ізоляції;
- подвійну — складається з робочої і додаткової;
- підсилену — поліпшена робоча ізоляція, яка забезпечує такий рівень захисту, як і подвійна. При розробці електроустановок опір ізоляції приймається в межах 1 кОм/В, якщо технічними умовами не передбачені більш жорсткі вимоги відповідно до чинних актів. З метою забезпечення працездатності електроустановок і безпечної їх експлуатації проводиться контроль стану ізоляції, який характеризується електричною міцністю ізоляції, її електричним опором і діелектричними втратами. В установках напругою більше 1000 В проводять усі види випробувань ізоляції, а при напрузі до 1000 В — тільки електричний опір і електричну міцність.

Виділяють випробування, післяремонтні (реконструкція і капітальний ремонт) і міжремонтні в терміни, встановлені чинними нормативами залежно від типу електроустановки і умов її експлуатації. Так, опір ізоляції переносних світильників, що живляться від електромережі і електрифікованого ручного інструменту контролюється кожні 6 місяців, зварювального обладнання — кожні 12 місяців. При цьому опір ізоляції має бути не менше 0,5 МОм, а для електрифікованого інструменту 1 МОм.

Забезпечення недоступності струмовідних частин. Статистичні дані щодо електротравматизму свідчать, що більшість електротравм пов'язана з дотиком до струмовідних частин електроустановок (близько 56%). Основними заходами

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

забезпечення недоступності струмовідних частин є застосування захисних огорожень, закритих комутаційних апаратів (пакетних вимикачів, комплектних пускових пристроїв, дистанційних електромагнітних приладів управління споживачами електроенергії тощо), розміщення неізольованих струмовідних частин на висоті, недосяжній для ненавмисного доторкання до них інструментом, різного роду пристосуваннями, обмеження доступу сторонніх осіб в електротехнічні приміщення тощо.

Застосування блоківки безпеки. Блоківки безпеки застосовуються в електроустановках, експлуатація яких пов'язана з періодичним доступом до огорожених струмовідних частин (випробувальні і дослідні стенди, установки для випробування ізоляції підвищеною напругою), в комутаційних апаратах, помилки в оперативних переключеннях яких можуть призвести до аварії і нещасних випадків, в рубильниках, пусковій апаратурі, автоматичних вимикачах, які працюють в умовах підвищеної небезпеки (електроустановки на плавзасобах, в гірничодобувній промисловості) тощо.

Призначення блоківки безпеки: унеможливити доступ до неізольованих струмовідних частин без попереднього зняття з них напруги, попередити помилкові оперативні та керуючі дії персоналу при експлуатації електроустановок, не допустити порушення рівня електробезпеки та вибухозахисту електрообладнання. Основними видами блоківки безпеки є механічні, електричні і електромагнітні.

Механічні блоківки безпеки виконуються, переважно, у вигляді механічних конструкцій (стопори, замки, пружинно-стрижньові і гвинтові конструкції тощо), які не дозволяють знімати захисні огороження електроустановок, відкривати комутаційні апарати тощо без попереднього зняття з них напруги. Електричні блоківки забезпечують розрив мережі живлення спеціальними контактами, змонтованими на дверях огороження, розподільчих щитів і шаф, кришках і дверцях кожухів електрообладнання.

При дистанційному управлінні електроустановкою ці контакти доцільно включати в мережу управління пускового апарату послідовно з органами пуску.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В такому разі подача напруги на установку органами пуску буде неможливою до замикання контактів електричних блоків. До одного з варіантів електричних блоків можна віднести дрібноблочне виконання електричних апаратів, щитів і пультів управління з застосуванням закритих штепсельних роз'ємів.

При видаленні такого блоку з загального корпусу пульта (стійки) штепсельні роз'єми розмикаються і напруга з блоку знімається автоматично. Електромагнітні блоківки безпеки вимикачів, роз'єднувачів, заземляючих ножів використовуються на відкритих і закритих розподільчих пристроях з метою забезпечення необхідної послідовності вмикання і вимикання обладнання. Вони виконуються, переважно, у вигляді стрижньових електромагнітів.

Стрижень електромагніту при знеструмленні його обмотки під дією пружини заходить в гніздо корпусу органа управління електроустановки, що не дозволяє маніпулювання цим органом. При подачі напруги на обмотку електромагніта осердя останнього втягується в котушку електромагніта, що забезпечує розблокування органа управління електроустановкою і можливість необхідних маніпулювань цим органом. Засоби орієнтації в електроустановках дають можливість персоналу чітко орієнтуватися при монтажі, виконанні ремонтних робіт і запобігають помилковим діям.

До засобів орієнтації в електроустановках відносяться маркування частин електрообладнання, проводів і струмопроводів (шин), бирки на проводах, забарвлення неізолюваних струмовідних частин, ізоляції, внутрішніх поверхонь електричних шаф і щитів керування, попереджувальні сигнали, написи, таблички, комутаційні схеми, знаки високої електричної напруги, знаки попереджувальні тощо. Попереджувальні сигнали використовують з метою забезпечення надійної інформації про перебування електрообладнання під напругою, про стан ізоляції та пристроїв захисту, про небезпечні відхилення режимів роботи від номінальних тощо.

Світловою сигналізацією обладнуються в електроустановках напругою понад 1000 В комірки роз'єднувачів, масляних вимикачів, трансформаторів. У ввідних шафах комплектних трансформаторних підстанцій незалежно від

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

величини напруги передбачається попереджувальна сигналізація станів «Включено» і «Виключено». Виконання електричних мереж, ізолюваними від землі. Як зазначалося вище, в мережах, ізолюваних від землі, при однофазному включенні людини під напругу і відсутності пошкодження ізоляції інших фаз, величина струму, що проходить через людину, визначається опором ізоляції фаз відносно землі, який, щонайменше, становить 105 Ом.

Таким чином, виконання мереж, ізолюваними від землі, обмежує величину струму, що проходить через людину, за рахунок опору ізоляції фаз відносно землі за умови забезпечення необхідного стану ізоляції. При наявності фаз з пошкодженою ізоляцією і доторканні людини до фазного проводу з непошкодженою ізоляцією величина струму, що проходить через людину, значно зростає. Тому застосування мереж, ізолюваних від землі, вимагає обов'язкового контролю опору ізоляції. В особливо небезпечних умовах щодо електротравм такий контроль повинен бути постійним з автоматичним відключенням електроустановок з пошкодженою ізоляцією. Відповідно до чинних нормативів у гірничодобувній промисловості і на торфорозробках виконання електромереж, ізолюваними від землі, є обов'язковим.

На промислових підприємствах, підприємствах невиробничої сфери, у сільськогосподарському виробництві, побуті тощо застосовуються, зазвичай, мережі з глухозаземленою нейтраллю. Захищене розділення електричних мереж. Загальний опір ізоляції проводів електричної мережі відносно землі і ємнісна складова струму замикання на землю залежать від протяжності мережі і її розгалуженості. Із збільшенням протяжності і розгалуженості мережі різ зменшується (паралельна робота ізоляторів, накопичення дефектів тощо) і збільшується ємність. Розділення такої протяжної мережі на окремі, електрично незв'язані між собою, частини за допомогою трансформаторів з коефіцієнтом трансформації, рівним одиниці, сприяє підвищенню опору ізоляції і зменшенню ємності і, як результат, приводить до підвищення рівня безпеки [21].

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час виконання бакалаврської роботи був виконаний наступний обсяг роботи: - проведено аналіз службового призначення відцентрового насосу, в склад якої входить вал. Виконано опис конструктивних особливостей валу та умов його експлуатації. Проведено аналіз технічних вимог на виготовлення.

- встановлено, що тип виробництва дрібносерійний,
- проаналізовано деталь на технологічність;
- проведено техніко-економічні розрахунки оптимального варіанта виготовлення метод штамповки на кривошипних гаряче-штампованих пресах

У процесі виконання роботи було докладно розроблено дві операції: токарну та вертикально фрезерну: обрані найбільш раціональні схеми базування, металорізальне обладнання, верстатне технологічне оснащення; проведений розрахунок режимів різання та технічне нормування операцій. Розраховане і спроектоване спеціальне пристосування для шпонковофрезерної операції з ЧПК.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков – Л.: Машиностроение, 1975 – 656 с.
2. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - 656 с., ил.
3. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т./Ред. совет: Б.Н. Вардашкин и др. - М.: Машиностроение, 1984. - Т.2/Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского. 1984. - 656с., ил.
4. Кушніров, П. В. 2659 Методичні вказівки до практичних занять з курсу "Технологічна оснастка" [Текст] : для студ. за напрямом підготовки 6.050502 - «Інженерна механіка» (спец. "Технологія машинобудування", "Металорізальні верстати та системи", "Інструментальне виробництво") денної та заочної форм навчання. Ч.1 / П. В. Кушніров. – Суми : СумДУ, 2009. – 52 с. – 4-66.
5. Чумаков Г.С. Технологическая оснастка: Учебный пособник. - Суми: Изд-во СумГУ, 2001. - 216с.
6. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. Изд. 2-е, перераб. И доп. Учеб. пособие для техникумов. М. «Высш. школа», 1974. 263 с. ил.9
- 9 Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. - М.: Машиностроение, 1983. - 468 с., ил.
7. ГОСТ 31–1001–01–88 Приспособления станочные для станков с ЧПУ, ГПМ, ГПС. Основные параметры.
8. Режимы резания металлов. Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
9. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: в 3-х т. Т. 1 – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.
10. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т., Т.2 – Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского – М.: Машиностроение, 1984 – 656 с.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» / укладач В. Г. Євтухов.– Суми : Сумський державний університет, 2017. – 44 с.

12. Ванеев С.М. Исследование вихревой расширительной машины с периферийным каналом с помощью виртуального стенда [Текст] /С.М. Ванеев, Д.В. Мирошниченко // Журнал инженерных наук. - 2015 - Т.2;№2. - С.В1 - В12.

13.Ванеев С.М. Исследование и оптимизация конструкции проточной части вихревой расширительной машины с внешним периферийным каналом /С.М. Ванеев, Д.В. Мирошниченко // Компрессорное и энергетическое машиностроение: научно технический и производственный журнал. – 2015 – №4(42). – С. 9 – 14

14. Методичні вказівки до виконання розділу «Аналіз службового призначення виробів та технічних вимог до них» в обов'язковому домашньому завданні, випускній роботі бакалавра, курсовому проекті зі спеціальності та дипломному проекті для студентів спеціальностей: 7.090202, 6.090202, 6.090203, 6.090204, 6.090209, 6.090220, 6.090515, 6.090520 усіх форм навчання / укладачі: О.О. Топоров, О. У. Захаркін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2000. – 30 с.

15. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: Вышэйш. школа, 1983. – 256 с.

16. Маталин А. А. Технология машиностроения / А. А. Маталин. – Ленинград: Машиностроение, 1985. – 496 с.

17. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: Учеб.пособие/ П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач; Под общ. Ред.В. М. Плескача. – К.: Вища шк., 1991. – 247 с.

18. Основи охорони праці В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников — Вид. 2-е, стереотипне. — Львів: Афіша, 2000. — 348 с. 20. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам

19. ГОСТ 2.305-2008 ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения.

20. ГОСТ 2.307-68 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.

					<i>СумДУ ТМ 17510024-00 ПЗ</i>	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		