

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

**Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»**

Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

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

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

на тему *Проектування технологічного процесу
виготовлення вала ведучого 5710238-04*

Виконав: студент IV курсу, групи ТМз-61к
напряму підготовки (спеціальності)

131 Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Лага М.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Колесник В.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О. Залога

« ____ » _____ 2020 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ВАЛА ВЕДУЧОГО 5710238-04**

Бакалаврська кваліфікаційна робота
Спеціальність – 131 Прикладна механіка
(Технології машинобудування)

Студент

М.В. Лага

Керівник

В.О. Колесник

Нормоконтроль

Ю.О. Денисенко

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.01

Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет ЦЗДВН
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів
Освітній рівень перший (бакалаврський)
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність 131 Прикладна механіка (Технології машинобудування)
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

Залогов В. О.

Сумський державний університет 2020 року
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів
ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Лага Микола Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення вала ведучого 5710238-04

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «09» квітня 2020 року № 0524-III

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «10» червня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) креслення деталі «Вал ведучий 5710238-04»
річний обсяг випуску деталей – 1200 шт.

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 його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі



**Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів**

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання « 13 » січня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	02.02.20	
2	Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	10.02.20	
3	Визначення типу виробництва та форми його організації	17.02.20	
4	Аналіз технологічності конструкції деталі	20.02.20	
5	Вибір способу одержання заготовки та розроблення технічних вимог до неї	01.03.20	
6	Аналіз існуючого технологічного процесу	15.03.20	
7	Проектування верстатного пристрою	25.03.20	
8	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	01.04.20	
	Креслення аркуша заготовки	07.04.20	
	Креслення аркуша марифутно-операційного технологічного процесу	11.04.20	
	Креслення аркуша операційного налагодження	15.04.20	
	Креслення аркуша верстатного пристрою	25.05.20	
	Оформлення альбому технологічної документації	31.05.20	

Студент

_____ (підпис)

М. В. Лага

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

В. О. Колесник

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ		8
1	Аналіз службового призначення виробу «Коробка передач», деталі «Вал ведучий 5710238-04»	9
2	Аналіз технічних вимог з виготовлення заданої деталі «Вал ведучий 5710238-04»	12
3	Визначення типу виробництва і форм його організації	14
4	Аналіз технологічності конструкцій важеля	18
5	Вибір способів одержання заготовки з розробкою технічних вимог	21
6	Аналіз існуючого або типового технологічного процесу виготовлення вала ведучого	24
6.1	Розрахунки припусків на механічне оброблення $\varnothing 60k6$	24
6.2	Обґрунтування і вибір схем базування та закріплення заготовки	27
6.3	Вибір з обґрунтуванням металорізального верстата	31
6.4	Вибір з обґрунтуванням верстатних пристроїв, вимірювального та металорізального інструментів	33
6.5	Розрахунок та визначення режиму різання	34
6.6	Технічні нормування розглянутих операцій	38
7	Проектування спеціального верстатного пристрою	41
7.1	Обґрунтування вибору систем пристрою	41
7.2	Визначення якісного й кількісного результату заданої операції	41
7.3	З'ясування якісних й кількісних даних про заготовку, що надходить на задану операцію	43
7.4	Умови, де буде виготовлятися та експлуатуватися пристрій, що проектується	44

					ТМЗ 18190039 - 00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата	Проектування технологічного процесу виготовлення вала ведучого 5710238-04	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Лага					5	68
Провер.		Колесник						
Реценз.								
Н. Контр.		Денисенко						
Утв.		Залога						
						СумДУ, ТМЗ-61к		

7.5 Функції що реалізують в пристрої	45
7.6 Обґрунтування і розробка схем базування заготовки	46
7.7 Побудова функціональних структур верстатного пристрою....	47
7.8 Обґрунтування схем закріплення заготовки	48
7.9 Точнісний розрахунок пристрою	53
7.10 Конструкція проектного пристрою з принципом дії	54
Висновки	56
Перелік джерел посилання	57
ДОДАТОК А – Креслення деталі «Валведучий 5710238-04»	59
ДОДАТОК Б – Розрахунок припусків	60
ДОДАТОК В – Специфікація	61
ДОДАТОК Г – Охорона праці. Типи пожежних сповіщувачів та їх основні характеристики	63

**Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів**

Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 68 с., 12 рис., 8 табл., 21 джерело.

Метою роботи є проектування технологічного процесу виготовлення вала ведучого 5710238-04.

Об'єкт розробки – технологічний процес виготовлення «Вала ведучого 5710238-04».

Предмет розробки – деталь «Вал ведучий 5710238-04», що входить до складу виробу «Коробка передач».

В даній кваліфікаційній роботі бакалаврів аналізувалося службове призначення виробу «Коробка передач» та деталі, крім того розглянуті технічні вимоги із якісними показниками технологічності конструкції деталі. Були розраховані припуски з обробки $\varnothing 60k6$ з обґрунтуванням метода отримання заготовки вала ведучого шляхом штампування на ГKM.

Тільки для двох операцій 010 (фрезерно-центрувальної) і 025 (токарно-гвинторізної) було проаналізовано та обґрунтовано можливі схеми базування заданого вала ведучого. Проведено обґрунтування вибраного металорізального обладнання. Були розглянуті запропоновані верстатні пристрої та інша технологічна оснастка, вимірювальні й різальні інструменти. Розрахунково-аналітичним способом розраховані режими різання для двох переходів. Пронормовано розглянутих двох операцій. Було розроблено верстатний пристрій для обробки шпонкового пазу.

Для технологічного процесу обробки «Вала ведучого 5710238-04» було оформлено альбом карт технологічної документації виготовлення.

ВАЛ ВЕДУЧИЙ 5710238-04, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЗАГОТІВКА, ВИГОТОВЛЕННЯ, ЯКІСНА ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, ПРИСТРІЙ, РЕЖИМ РІЗАННЯ, ІНСТРУМЕНТ, АЛЬБОМ КАРТ, НОРМУВАННЯ

ВСТУП

Визначальним чинником всього господарського комплексу нашої країни є рівень розвитку машинобудування. Першорядне значення при цьому має зростання продуктивності праці, поліпшення якості продукції та підвищення ефективності існуючого виробництва. Найважливішою умовою прискорення розвитку господарського комплексу є застосування більш прогресивних методів виготовлення машин. Економічність машини, її надійність, якість та довговічність в експлуатації і від вдосконалення її конструкції, і від технології її виготовлення та ремонту.

Тільки машинобудування може забезпечити інші галузі необхідними приладами, обладнанням, інструментом, матеріалам. Тому вітчизняне машинобудування є однією з головних галузей народного господарства України. Саме від рівня його розвитку і залежить розвиток інших галузей країни.

Компетентний інженер-технолог знаходиться при гострині створення нової техніки, і тому від обсягу його знань та досвіду багато в чому буде залежити її якість та конкурентоздатність на світовому ринку.

Сучасне машинобудування нарощує обсяги свого виробництва, розширює номенклатуру випущеної продукції. При цьому існує низка проблем, котрі потрібно вирішити. А саме, для підвищення конкурентоспроможності на світовому технологічному ринку продукція, що випускається в країні, повинна відзначатися високою якістю та продуктивністю.

Наведена кваліфікаційна робота бакалавра вирішує в деякій мірі поставлені науково-технічні завдання.

Мета роботи – це проектування техпроцесу виготовлення вала ведучого 5710238-04.

Предмет роботи – це деталь «Вал ведучий 5710238-04», що входить до складу виробу «Коробка передач».

Ізм	Ліст	док. №	Підпи	Дат	ТМЗ 18190039-00 ПЗ	Лист
						8

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ВИРОБУ «КОРОБКА ПЕРЕДАЧ», ДЕТАЛІ «ВАЛ ВЕДУЧИЙ 5710238-04»

Деталь «Вал ведучий 5710238-04» призначена для передавання крутного моменту і є складовою частиною коробки передач автомобіля (рис 1.1).

Зазвичай коробка передач традиційного виду є набором валів з паралельними осями, розташованих в єдиному корпусі-картері, та з розташованими на них шестернями. Деталь піддається в ході експлуатації в основному динамічним навантаженням, що пов'язані з передаванням крутних моментів.

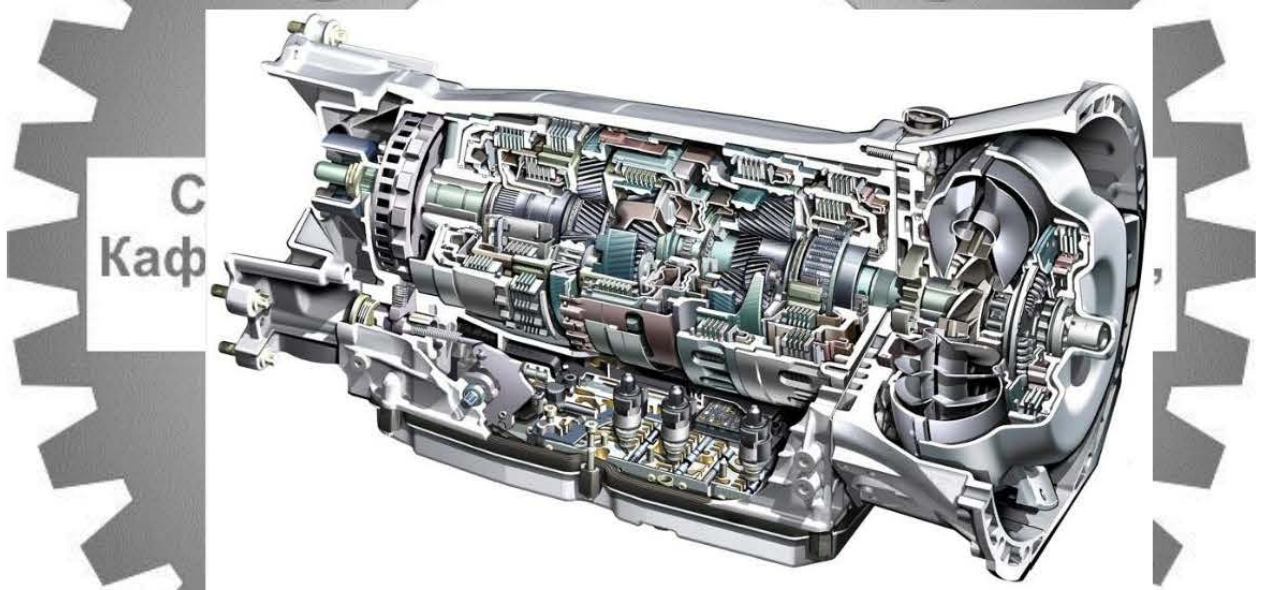


Рисунок 1.1 – Коробка передач з розташуванням в ній валом ведучим

З маховиком двигуна з'єднується ведучий (первинний) вал через зчеплення. Підпорядкований (вторинний) вал з карданним валом з'єднаний жорстко, або з головною передачею безпосередньо – в тренсекслах. Для передавання обертання від первинного вала до вторинного є проміжний вал.

Розташовують первинний та вторинний вали один за одним, вторинний при цьому спирається на підшипник, що встановлений у хвостовику первинного. Вони не мають жорстких зв'язків, обертаються один від одного незалежно. Під

первинним та вторинним валами як правило розташований проміжний вал. Блок шестерен містяться на валах. Шестірні часто роблять косозубими, щоб зменшити гучність роботи механізму.

Шестірні вільно обертаються на валах, але конструктивно їх поздовжнє переміщення виключено. Одна шестерня знаходиться на первинному валу та жорстко на ньому закріплена. Вона слугує для передавання обертання проміжному валу. Блок шестерен є на вторинному валу, вони можуть блокуватися для включення передачі, починаючи обертатися разом з ним.

Шестерні проміжного валу розташовані Напроти кожної шестірні ведучого і веденого валів, вони жорстко закріплені. Всі шестерні в коробках передач обертаються при русі авто вперед, при цьому перебуваючи з розташованими навпроти шестернями ведучого і веденого вала в постійному зачепленні. Обертання з первинного вала на проміжний передається завжди, оскільки єдина шестерня первинного вала також жорстко закріплена на своєму валу. За рахунок залучення потрібної шестірні відбувається включення потрібної передачі, розташованої на вторинному валу.

Дану деталь відносять до класу валів. Шейки з діаметрами 60 мм слугують для посадки на них підшипників. Можлива багаторіцева продуктивна обробка на автоматах і напівавтоматах, бо всі поверхні деталі мають доступ для обробки.

Вал має небагато ступенів з незначним перепадом їх діаметрів, тому дану деталь можна виготовляти зі штучних заготовок. Матеріал деталі, а саме сталь 45, може легко оброблятися абразивним та лезовим інструментом. Необхідну структуру та твердість можна отримати при термічній обробці такої сталі. Задана точність поверхонь деталі на кресленні відповідає економічній точності обладнання. Поверхні вала, що мають різні параметри шорсткості та точності квалітетів, є розділеними канавками. Оброблені і необроблені поверхні ятко розмежовуються. Деталь має поступово зростаючі діаметри ступенів.

Вибір параметрів точності виготовлення окремих поверхонь деталі і матеріалу деталі, а також габаритних розмірів і конфігурації, диктується

габаритами машини, куди входить виготовляема деталь, а також умовами роботи деталі у вузлі з її необхідним функціональним призначенням.

Деталь вал ведучий складається з 5-ти ступенів та ряду поверхонь (рис.1.2).

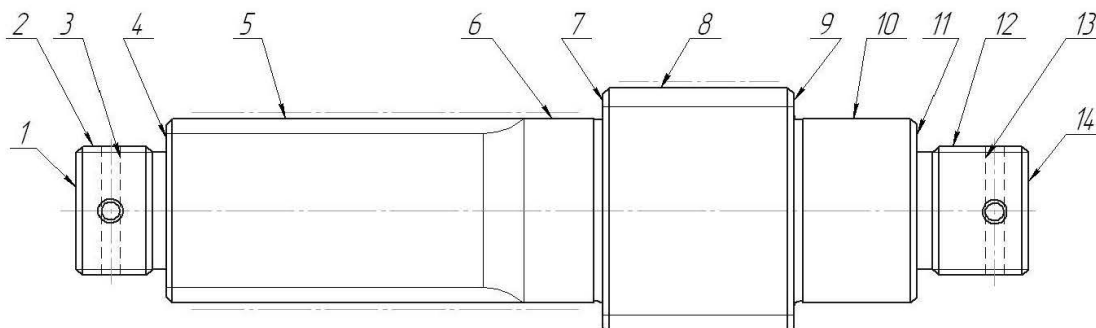


Рисунок 1.2 – Поверхні деталі вал ведучий

Поверхні 6 і 10 (рис. 1.1) є шийками під підшипники, поверхня 7 потрібна для упору кільця підшипника, – це є основні конструкторські бази

Таблиця 1.1 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені свободи	Найменування баз
1, 4, 2, 3	V, I, II, IV	Подвійна НБ
5	III	Опорна База
6	VI	Вільна

Таблиця 1.2 – Таблиця матриці зв'язків

		X	Y	Z
Подвійна НБ	L	0	1	1
	α	0	1	1
Опорна Б	L	1	0	0
	α	0	0	0

Поверхня 5 деталі призначена для посадки з зазором на неї колеса зубчастого, а поверхня 8 – для посадки з натягом колеса зубчастого. Поверхня 9 призначена для упору в неї кільця підшипника. Різьові поверхні 2 і 12 служать для накручування на них гайок, які регулюють натяг в підшипниках. Отвори 3 і 13 необхідні для стопоріння гайок. Всі ці поверхні є допоміжними конструкторськими базами.

Другорядне значення для службового призначення деталі мають поверхні 1 і 14 та проточки – це вільні поверхні.

Деталь вала ведучого виготовляють зі сталі 45 ГОСТ 1050-89.

Сталь 45 ГОСТ 1050-89 є якісною вуглецевою сталлю, що має добрі механічні властивості для обробки різанням та вона добре гартується. Таку сталь застосовують для виготовлення шестерен, валів-шестерен, шпинделів, колінчастих та розподільних валів, кулачків, циліндрів інших нормалізованих з термообробкою деталей, від яких очікують підвищеної прочності. Застосування сталі 45 у даному випадку є доцільним.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ З ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАДАНОЇ ДЕТАЛІ «ВАЛ ВЕДУЧИЙ 5710238-04»

Аналіз технічних вимог роблять для поліпшення розглянутої конструкції деталі, з метою виявлення недоліків конструкції за відомостями, що містяться в кресленнях і технічних вимогах.

Бачимо, що на кресленні вала ведучого вказано всі необхідні розміри, допуски співвісності та радіального биття поверхонь, а також необхідна шорсткість оброблюваних поверхонь і допуски торцевого биття.

Конфігурація деталі для обробки різанням на токарному верстаці є досить легкою, бо всі поверхні вала ведучого легкодоступні для інструмента. Діаметральні розміри вала від середини до кінців зменшуються. Жорсткість вала

						ТМЗ 18190039-00 ПЗ	Лист
Ізм	Лист	док. №	Підпи	Дат			12

вважається недостатньою, якщо для отримання точності 6...8 квалітету відношення його довжини «l» до діаметра «d» є понад 10 ... 12. Жорсткість вала впливає на отримання високої точності обробки.

Визначимо жорсткість деталі:

$$\frac{l}{d} = \frac{309}{42} = 7,4 < 10 \dots 12.$$

Видно, що деталь є жорсткою. Технологічною базою на шліфувальних операціях є вісь деталі, а саме центрові отвори, а при точінні технологічною базою є чорнові поверхні вала ведучого; після переустановки деталі – вже оброблена поверхня вала.

Вал ведучий виготовлено методом обробки тиском, що дає забезпечення високої міцності, стабільності параметрів, якості складу. Твердість деталі згідно з вимогою №1 на кресленні 241...285 НВ.

Згідно з вимогами хімічний склад сталі 45 ГОСТ 1050-88 у % матеріалу:

C – 0,42-0,5; Si – 0,17-0,37; Mn – 0,5-0,8; Ni – 0,25; S – 0,04; P – 0,035; Cr – 0,25; Cu – 0,25; As – 0,08.

Також згідно з вимогами механічні властивості матеріалу такі:

σ_т, МПа – 360; σ_в, МПа – 470; δ, % – 16; Ψ, % – 40.

Креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Матеріал деталі задовольняє всім висунутим вимогам та забезпечує нормальну роботоздатність деталі у вузлі.

Згідно з вимогою №2 на кресленні зазначено стандарт, який використовується для знаходження загальних допусків на виготовлення деталі.

В якості висновків можна констатувати, що в цілому креслення вала ведучого відповідає як вимогам ЄСКД, так і іншим правовим документам регламентації, а також на кресленні технічні вимоги задано обґрунтовано, хоча і в не досить повному обсязі.

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВ І ФОРМ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

За ГОСТ 3.1107-75 тип виробництва характеризують коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о.}$ (якщо $20 < K_{з.о.} < 40$ – дрібносерійне виробництво; $K_{з.о.} \leq 1$ – масове; $10 < K_{з.о.} < 20$ – середньосерійне; $1 < K_{з.о.} < 10$ – великосерійне; $K_{з.о.} > 40$ – одиничний (індивідуальний) тип виробництва). Цей коефіцієнт показує відношення кількості технологічних операцій, що виконувани або необхідні до виконання на протязі місяця, до кількості наявних робочих місць.

$K_{з.о.}$ оцінюють стосовно явочної кількості робочих у підрозділі з розрахунку на одну зміну. При цьому $K_{з.о.}$ відображає періодичність обслуговування всією необхідною інформацією працівника, а також постачання необхідними речовими елементами виробництва робочого місця.

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (3.1)$$

де $\sum O$ – це кількість операцій, що повинні виконуватися на робочому місці;
 $\sum P$ – явочна кількість робочих по підрозділам, які виконують різні операції.

Для знаходження $K_{з.о.}$, виходячи з наведеної вище формули, нам необхідно установити співвідношення між продуктивністю робочих місць та трудомісткістю виконання операцій. Вони призначені для впровадження даного технологічного процесу за умов завантажень цього устаткування відповідно до нормативного коефіцієнта.

Визначемо кількість верстатів виходячи зі штучно-калькуляційного часу, що був витрачений на кожну операцію:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{ш-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (3.2)$$

де $T_{ш-к}$ – штучно-калькуляційний час, хвилин;

N – річна програма випуску валів ведучих;

$\eta_{з.н.}$ – нормативний коефіцієнт завантаження устаткування;

F_d – річний дійсний фонд часу, годин.

Прийmemo величину коефіцієнта завантаження обладнання $\eta_{з.н}=0,8$.

Встановимо кількість робочих місць P , шляхом округлення до найближчого цілого більшого значення m_p , що отримано.

За кожною операцією обчислемо значення фактичних коефіцієнтів завантаження робочих місць за такою формулою:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P} \quad (3.3)$$

Визначемо кількість операцій, виконуваних на робочому місці за формулою та результати розрахунків зводимо до таблиці 3.1:

$$O = \frac{m_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} \quad (3.4)$$

Таблиця 3.1 – Дані для розрахунків типа виробництва

№ опер	Найменування операцій	$T_{шт}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
010	Горизонтально-розточна	5,471	0,044	1	0,044	16
015	Фрезерно-центрувальна	2,717	0,021	1	0,021	34
020	Токарно-гвинторізна	10,007	0,082	1	0,082	10
025	Токарно-гвинторізна	3,443	0,02136	1	0,02136	37
030	Токарно-гвинторізна	15,047	0,09336	1	0,09336	8
035	Токарно-гвинторізна	15,263	0,09470	1	0,09470	8
042	Шліцефрезерна	130,88	0,81216	1	0,81216	1
045	Токарно-гвинторізна	14,663	0,09098	1	0,09098	9
050	Шліцефрезерна	90,155	0,55941	1	0,55941	2
055	Токарно-гвинторізна	3,443	0,02136	1	0,02136	37
062	Вертикально-свердлильна	4,247	0,02635	1	0,02635	30
065	Круглошліфувальна	16,70	0,10368	1	0,10368	7
075	Шліцешліфувальна	299,333	1,85736	2	0,92868	1
$\Sigma P =$				15	$\Sigma O =$	206

$$m_{p005} = \frac{1200 \times 2,716}{60 \times 4029 \times 0,74} = 0,023$$

Прийmemo верстаг $P=1$.

Визначимо фактичний коефіцієнт завантажень:

$$n_{зав\phi} = \frac{m_p}{P_1} \tag{3.5}$$

$$n_{зав.\phi 005} = \frac{0,023}{1} = 0,023$$

Тоді кількість операцій, що виконувалися на робочому місці будемо визначати за формулою:

$$O = \frac{0,74}{0,023} = 34 \text{ шт}$$

Результати аналогічних розрахунків, які виконуються для решти операцій, заносяться до таблиці 3.1: маємо $\sum P_1 = 15$; $\sum O_1 = 206$.

Розрахунки коефіцієнта закріплень операцій:

$$K_{з.о.} = 206 / 15 = 13,73$$

Маємо, що $10 < 13,73 < 20$, тому виробництво - середньосерійне.

Розрахуємо розмір партії деталей для знайденого серійного виробництва за такою формулою:

$$n = \frac{N_a}{\phi}, \tag{3.6}$$

де ϕ – кількість у році робочих днів,

a – це кількість днів запасу на складі деталей, що виробляються.

Прийmemo $\phi=256$ днів, $a = 6$ днів;

$$n = (1200 * 6) / 256 = 28 \text{ (деталей)}.$$

При середньосерійному виробництві підготовка виробництва, як правило, виділяється з основного виробничого процесу, а спеціалізація виробництва обмежується вузькою номенклатурою. Виробничі лінії та цехи витримують

технологічну спеціалізацію виготовлення. Також середньосерійне виробництво характеризується тим, що машини випускають досить великими серіями обмеженої номенклатури, а серії випуску повторюються з великою регулярністю. Для середньосерійного виробництва для робочих місць характерним є ще більше обмеження кількості виконуваних операцій. Це пов'язано з тим, що партії виробів стабільно повторюються. Обладнання повинно мати більш високий рівень спеціалізації, воно є універсальним і спеціальним. Різновид руху предметів праці - паралельно-послідовний.

За місцями робітників закріплюють більш вузьку номенклатуру операцій. При середньосерійному виробництві заводи мають розвинену виробничу структуру, а заготівельні цехи спеціалізуються по заказам, а предметно-замкнуті ділянки створюють в механоскладальних цехах.

Такт виробництва визначимо за формулою:

$$t_B = \frac{60 \times F_D}{N \times X_B} \quad (3.7)$$

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

Знайдемо кількість деталей для одночасного запуску у одній партії:

$$n = \frac{N \times a}{F} \quad (3.8)$$

де a – періодичність випуску валів ведучих, днів;

N – річна програма випуску валів ведучих, шт.;

F – кількість днів робочих у одному році, днів

$$n = \frac{1200 \times 24}{254} = 114 (\text{штук})$$

Ізм.	Ліст	док. №	Підпи	Дат

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ВАЖЕЛЯ

Проведемо аналіз технологічності важеля за якісними параметрами [21].

Показники технологічності можуть ділитися на якісні та кількісні показники. Якісні показники: геометрична форма, матеріал деталі, допуски форми та розміщення, принцип установлення на устаткуванні - закріплення, базування, - можливість використання високопродуктивних методів обробки, схема проставлення розмірів. Якісні показники характеризують як правило технологічність конструкції деталі більш загально на базі наявного досвіду.

Вал-ведучий виготовляється зі конструкційної сталі 45 за ГОСТом 1050-88 та відноситься до типу деталей-валів. Хімічний склад матеріалу деталі та властивості механічні представлені в таблиці 4.2 та 4.1.

Таблиця 4.1 – Механічні властивості сталі 45 за ГОСТом 1050-76

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	Ψ , %	НВ
365	480	17	42	227

Таблиця 4.2 – Хімічний склад сталі 45 за ГОСТом 1050-89

Склад хімічний у % матеріалу сталь 45 за ГОСТом 1050-89								
C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	As	Cu
0,41- 0,50	0,45- 0,81	0,15- 0,36	0,034	0,05	0,26	0,24	0,07	0,27

Марка сталі - сталь 45 – є відносно недорогою, а по своїм механіко-фізичним властивостям ідеально підходить для виготовлення вала ведучого з

відповідними умовами експлуатації. Сталь 45 має досить задовільну оброблюваність. Якщо застосовувати дешевший матеріал, то це призводить до зниження властивостей матеріала. При цьому підвищується ймовірність утворень тріщин або руйнування вала ведучого, його прогину при обробці поверхонь. Отже вибір використаного матеріалу типу сталь 45 – це обґрунтовано для наявних умов експлуатації вала ведучого. Замінником цієї сталі можуть бути 40Х або сталь 30. Великі динамічні навантаження під час роботи можуть руйнувати структуру матеріалу. Тому, робимо висновок, за використаним матеріалом деталь вважається досить технологічною.

Вал ведучий має точні поверхні, що виконано за шостим квалітетом та з відповідно шорсткістю $Ra=0,63$ мкм. Такі поверхні як правило потребують достатньої кількості операцій механічної обробки, що в результаті відзначається на собівартості машини. Можна зробити висновок, що за шорсткістю поверхонь деталь є технологічною, бо таких точних поверхонь у виробі не багато.

Вал ведучий виготовляється штампуванням, це забезпечує високу міцність поверхневого шару та стабільність властивостей. Більшість поверхонь деталі, що оброблюються механічно, прості та відкриті і це значно полегшує обробку. Спрощити вимоги креслення деталі, що були запропоновані конструктором, не має ніякої можливості, оскільки «Вал ведучий» є досить відповідальним і тому необхідно забезпечувати відповідні точність і якість його поверхонь, тому за цим показником деталь не є технологічною. Нетехнологічною поверхнею за формою є також поверхня шліців. Інші оброблювані поверхні є простими, а значить за формою поверхонь деталь вважається технологічною.

Креслення деталі виконано вона згідно з вимогами ЄСКД, наявна достатня кількість видів й розрізів, тому робимо висновки, що в цьому деталь є технологічною.

У зв'язку з невеликою масою заготовки 9,4 кг, а деталі - 7,3 кг, то не потрібно користуватися допоміжними підйомними механізмами, тому по масі деталь теж технологічна.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

Оброблювані поверхні вала ведучого достатньо розвинені, і це значно полегшує процес базування на механічних операціях обробки. Малі габаритні розміри 81 x 308 мм не потребують значних розмірів робочої зони, а, відтак, і великих розмірів обладнання. Устаткування відповідно не має надмірної вартості, витрат на відповідне обслуговування та на сервісні затрати.

Якщо проаналізувати технічні вимоги, то там не вказано якихось особливих вимог до контролювання та до якості заготовки, тому вал ведучий вважаємо досить технологічним. Можна зробити висновок, що хоча вал ведучий і має окремі нетехнологічні конструктивні елементи, але в цілому деталь є технологічною.



**Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів**

5 ВИБІР СПОСОБІВ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТІВКИ З РОЗРОБКОЮ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ

Спосіб виконання заготовки для конкретної деталі визначають призначенням та конструкцією самої деталі, серійністю випуска виробів, матеріалом, економічністю виготовлення та технічними вимогами. Обраний спосіб одержання заготовки – це треба установити метод її отримання з необхідними припусками на обробку всіх поверхонь, зробити розрахунки розмірів та вказати потрібні допуски на точність виготовлення. Потрібно враховувати усі вищевказані вихідні дані, щоб раціонально вибрати заготовку. І саме тільки після комплексного розрахунку економічної собівартості заготовки можна остаточно вирішити, який спосіб одержання заготовки підійде.

Відповідно до базового технологічного процесу заготовка вала ведучого отримується з гарячекатаного проката круглого сичення діаметром 86 мм.

В якості альтернативного будемо розглядати метод отримання заготовки на ГKM, тобто на горизонтально-кувальних машинах.

Знаходимо вартість заготовки, що отримана із сортового проката $S_{загот. пр.}$:

$$S_{заг} = M + \sum C_{o.z.}, \quad (5.1)$$

де $\sum C_{o.z.}$ – це собівартість операцій калібрування прутка та розрізування його на низку штучних заготовок:

$$C_{o.z.} = \frac{C_{п.з.} \cdot T_{шт(шт-к)}}{60}, \quad (5.2)$$

$C_{п.з.}$ – це витрати на одному робочому місці у гривнях за один рік;

M – це вартість заготовки із сортових прокатів у гривнях.

$T_{шт(шт-кал)}$ – це витрати штучного чи штучно-калькуляційного часу при виконанні заготівельних операцій (калібрування, правлення, розрізання).

Згідно [2] приймемо $C_{п.з.}=43,22$ грн/год. (розрізання дисковими пилами).
Маємо для відрізних операцій час $T_{шт(шт-кал)}=2,79$ хв. Тоді

									Лист
									21
Ізм	Лист	док. №	Підпи	Дат					

$$C_{пз}=(43,22*2,79)/60 = 2 \text{ (грн.)}$$

По масі проката, що необхідний для виготовлення вала ведучого, та масі стружки, знайдемо витрати на матеріали:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (5.3)$$

де S – це ціна 1 кг матеріала заготовки у грн.;

Q – це маса заготовки у кілограмах. Маємо $Q=13,96$ кг;

$S_{отход}$ – це ціна однієї тони відходів у грн.;

q – це маса готового вала ведучого у кг; $q = 7,20$ кг;

Згідно [2] прийемо: $S= 1850$ грн.; $S_{отход} = 289,1$ грн.

$$\begin{aligned} M &= 13,98 \cdot 0,185 - (13,98 - 7,2) \cdot \frac{28,1}{1000} = \\ &= 240 \text{ (грн.)} \end{aligned}$$

Знайдемо коефіцієнт використання матеріала по формулі:

$$K_{им} = \frac{7,2}{13,98} = 0,52.$$

Тоді вартість заготовки із гарячекатаного прокату сталевого круглого буде:

$$S_{загот. пр.} = (240 + 2) = 242 \text{ (грн.)}$$

Знайдемо вартість заготовки, щобула отримана при штампуванні на ГKM по формулі:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_1}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (5.4)$$

де k_T – це коефіцієнт, залежний від точності штамповки;

S_1 – це базова собівартість однієї тони заготовок, грн;

k_B – це коефіцієнт, залежний від маси штамповки;

k_c – це коефіцієнт, залежний від групи складності штамповки;

k_n – це коефіцієнт, залежний від обсягів виробництва заготовок;

k_M – це коефіцієнт, залежний від марки матеріала штамповки.

Ізм	Ліст	док. №	Підпи	Дат

Згідно [2] приймаємо:

$S_i=374$ грн; $k_c=0,76$; $k_T=1,0$; $k_B=0,86$; $k_{II}=1,0$; $k_M=1,0$.

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{373}{1000} \cdot 9,36 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (9,36 - 7,2) \cdot \frac{28,1}{1000} = 222 \text{ (грн.)}$$

Коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{\text{вим}} = \frac{7,2}{9,36} = 0,77.$$

При порівнянні двох вартостей заготовок ми бачимо, що собівартість штамповки на ГКМ нижче в порівнянні із прокатом:

$$240 \text{ грн} < 222 \text{ грн}$$

Визначаємо річну економію від впровадження метода штампування на ГКМ замість сортового проката:

$$E = (S_2 - S_1) \cdot N = (240 - 222) \cdot 1000 = 24000 \text{ (грн)}$$

Тому ми обраємо заготовку, що буде отримана методом штамповки (рисунок 5.1).

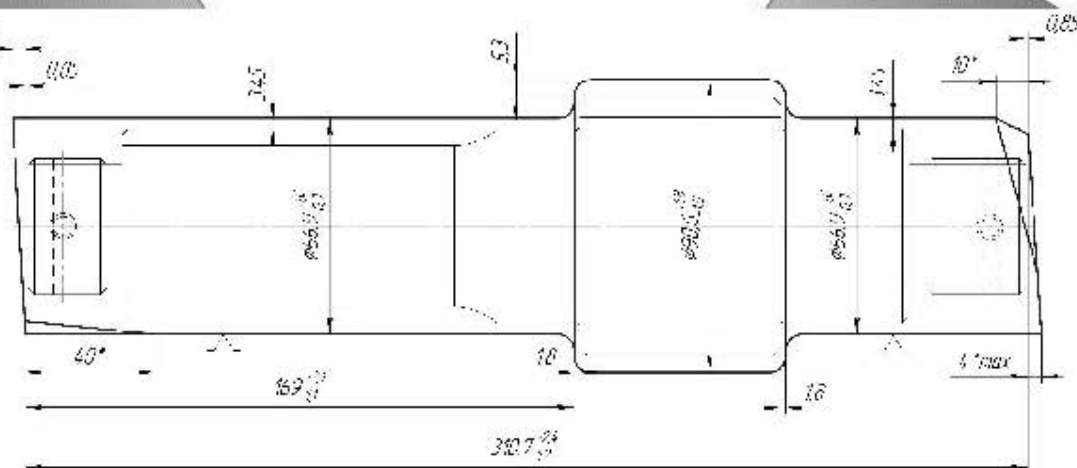


Рисунок 5.1 – Заготівка – штамповка на ГКМ

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО АБО ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛА ВЕДУЧОГО

6.1 Розрахунки припусків на механічне оброблення Ø60k6

Міжопераційні та загальний припуск на зовнішню циліндричну поверхню Ø60k6 знайдемо аналітичним методом розрахунків на комп'ютері, автором якого є відомий вчений професор В.М.Кован.

Необхідні розрахунки здійснюємо для одного з найбільш точних діаметрів Ø60k6 деталі «Вал ведучий». Для цього скористуємося комп'ютерною програмою для ЕОМ під назвою «Rozrahunki pripusku»

За допомогою підказок програми «Rozrahunki pripusku» вибираємо необхідні параметри поверхонь з кількома механічними обробками.

Відхилення сумарного розташувань штампівки визначимо по формулі [3, с.67]:

$$\rho_{\text{короб}} = \sqrt{\rho_{\text{змшц}}^2 + \rho_{\text{короб}}^2 + \rho_{\text{це}}^2} \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де $\rho_{\text{короб}}$ – це величина коробління у мкм;

$$\rho_{\text{короб}} = l \times \Delta, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де Δ – це удільна кривизна заготовки у мкм/мм; $\Delta = 0,50$ мкм/мм [5];

l – це довжина обробки середня вала ведучого, мм;

$$l = \frac{l_{\text{дов}}}{2}, \text{ мм} \quad (6.3)$$

де $l_{\text{дов}}$ – це довжина повна вала ведучого, мм; $l_{\text{дов}} = 309,0$ мм.

$$l = \frac{309}{2} = 154,5 \text{ мм}$$

$$\rho_{\text{короб}} = 0,50 \times 154,5 = 77,25 \text{ мкм};$$

$\rho_{\text{змшц}}$ – це величина зміщень заготівлі на поверхнях штапу, мкм;

$$\rho_{\text{змшц}} = 550 \text{ мкм} [5]$$

$\rho_{\text{це}}$ – це величина відхилень центрувань, мкм.

$$\rho_{\text{це}} = \sqrt{\left(\frac{\delta}{2}\right)^2 + 0,252^2}, \text{ мкм} \quad (6.4)$$

де δ - це допуск діаметра поверхні базування заготовлі, мм,

Маємо допуск $\begin{pmatrix} +0,9 \\ -0,4 \end{pmatrix}$ згідно з ГОСТом на заготовки.

$$\rho_4 = \sqrt{\left(\frac{13}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 0,696\text{мм} = 696\text{мкм}$$

Тоді маємо:

$$\rho_o = \sqrt{500^2 + 77,25^2 + 696^2} = 865 \text{ (мкм)}$$

Значення просторових відхилень для решти механічних операцій обробки визначимо по формулі:

$$\rho_i = k_y \times \rho_o, \text{ мкм} \quad (6.5)$$

де k_{yt} – це коефіцієнт з уточнення форм [3].

Для напівчистого точіння $k_y = 0,05$;

чорнового точіння - $k_y = 0,06$;

шліфування - $k_y = 0,02$;

чистового точіння $k_y = 0,04$

Після виконання переходів значення остаточних сумарних розміщень заготовки визначимо по формулі

$$\rho_{\text{чирн.точ}} = 0,06 \times 865 = 51,9 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{напівчист.точ}} = 0,05 \times 865 = 43,25 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{чист.точ}} = 0,04 \times 865 = 34,6 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{шліф.}} = 0,02 \times 865 = 17,3 \text{ мкм.}$$

Далі визначимо похибку установлень та закріплень заготовлі в ході оброблення по формулі:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\text{баз}}^2 + \varepsilon_{\text{закр}}^2}, \text{ мкм} \quad (6.6)$$

де $\varepsilon_{\text{баз}}$ – це похибка базування вала ведучого, мкм [3];

$\varepsilon_{\text{закр}}$ – це похибка закріплень вала ведучого, мкм [3, с.75].

Якщо витримується принцип суміщення технологічної з вимірювальною баз, то похибка базування дорівнює нулю: $\varepsilon_{\text{баз}} = 0$.

Роздрук результату розрахунку на ЕОМ – див. додаток Б.

Ізм	Ліст	док. №	Підпи	Дат

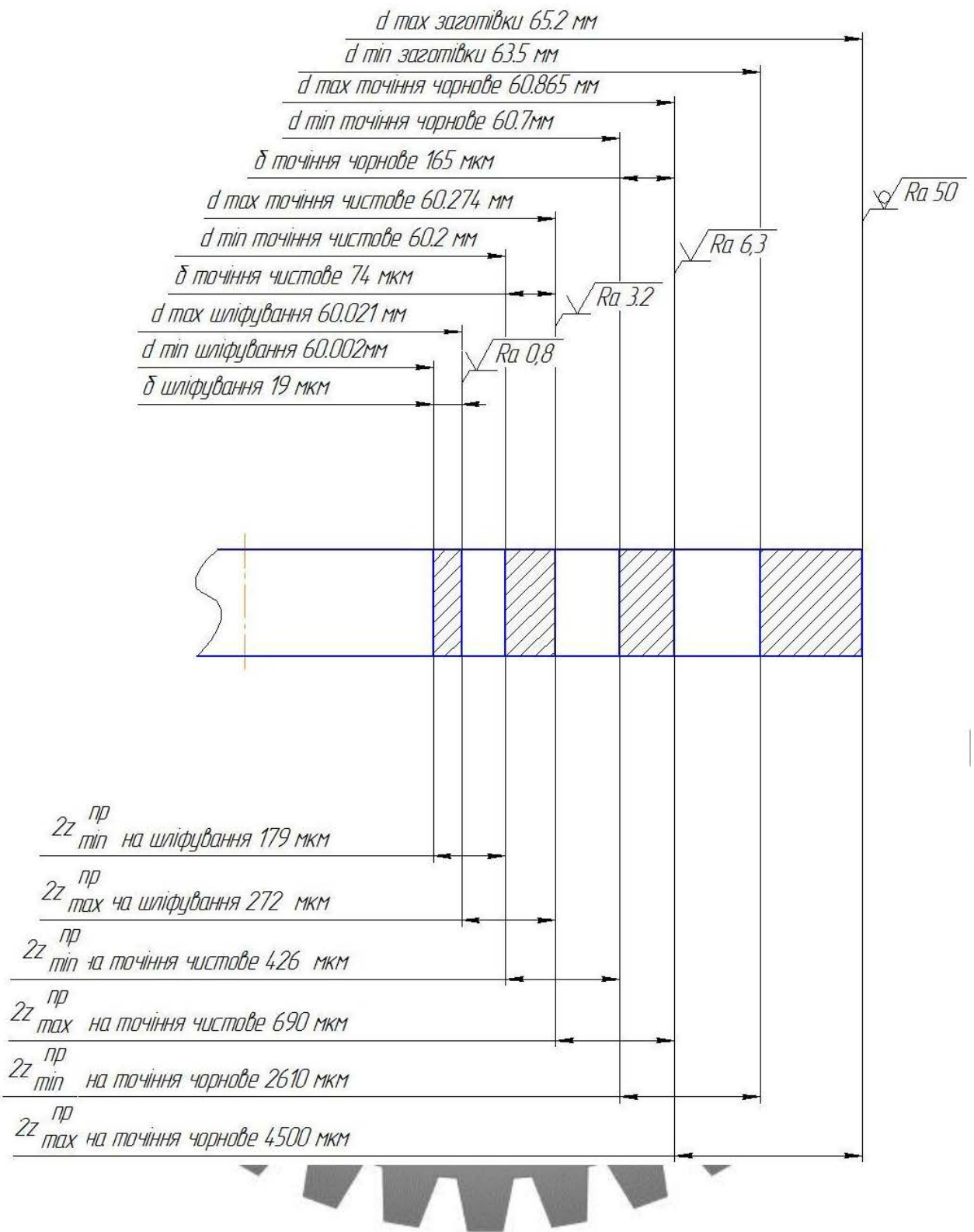


Рисунок 6.1 – Схема розміщення припусків із допусками при виготовленні діаметрального розміра $\phi 60k6$ вала ведучого

6.2 Обґрунтування і вибір схем базувань та закріплень заготовки

Аналіз можливих схем базування заготовки вала ведучого зробимо для двох технологічних операцій – фрезерно-центрувальної 010 і токарно-гвинторізної 025.

Поперше будемо розглядати фрезерно-центрувальну операцію, де робиться торцевання та центрування вала. Тут у регульованій призми установлюємо заготовку вала ведучого з упором в торець (рисунк 6.2). При цьому заготовку полишають 5-ти ступенів свободи, тобто реалізується подвійна напрямна з опорною бази. Вакансія - один зв'язок залишився.

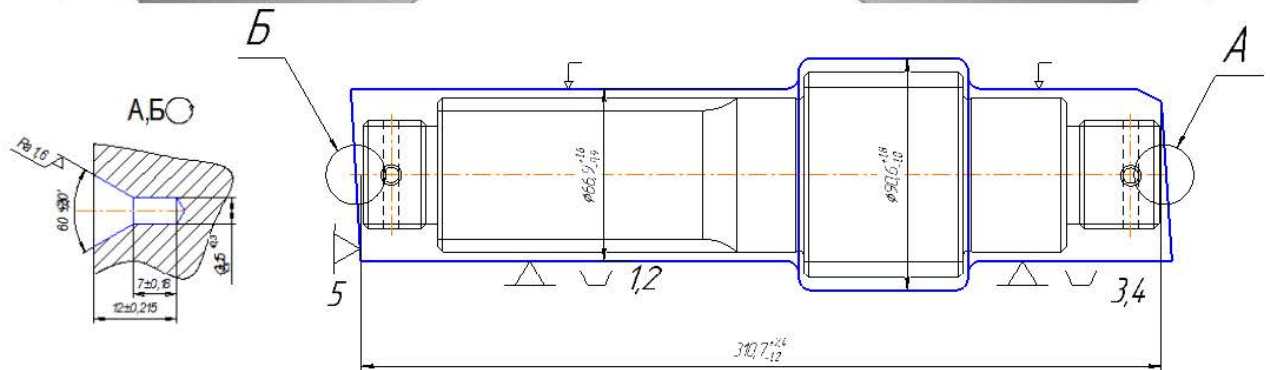


Рисунок 6.2 – Базування вала ведучого на фрезерно-центрувальній операції 010

На лінійні розміри похибки базувань дорівнюють нулю, оскільки заготовка базується за упором. Відносно осей центрів вала ведучого похибки базувань на розташування центральних отворів дорівнюватиме

$$\varepsilon_{616,6} = \frac{T_{51}}{2} \left(\frac{1}{\sin_2^{d1}} - 1 \right) = \frac{1,4}{2} \left(\frac{1}{\sin 45,0} - 1 \right) = 0,290 \text{ мм.}$$

Це є допустимим, оскільки наступні операції виконуватимуться в цих же центрах, тому співвісність досягатиметься на токарних і круглошліфувальній операціях.

							ТМЗ 18190039-00 ПЗ	Лист
Ізм.	Ліст	док. №	Підпи	Дат				27

Похибки базування для діаметральних розмірів отвору приймаємо рівною нулю, бо одержуються відразу геометричними параметрами ріжучого інструмента, а саме свердлом.

Розглянемо з метою порівняння базування вала ведучого в рухомих призмах, що дозволяє центрувати заготовку (рисунок 6.3). Оскільки ця схема досить складна в реалізації, що потребує привод руху двох призм, тоді ми прийнемо перший варіант базування.



Рисунок 6.3 – Варіант базування вала ведучого в рухомих призмах

Тепер будемо розглядати токарно-гвинторізну операцію 025.

Якщо розглянути базування вала ведучого для порівняння в плаваючих та обертальних центрах (див. рисунок 6.4), а також базування вала ведучого в жорстких та обертальних центрах (див. рисунок 6.5), то можна зробити наступні висновки.

Обоє варіантів базування передбачають використання подвійної напрямної і опорної баз. Тому в результаті вал ведучий позбавлений 5-ти степенів свободи. При цьому залишається вакантною одна степінь - обертання заготовки навколо осі Z (див. таблицю 6.1 і таблицю 6.2). Похибка базування за першою схемою на виконуваних розміри буде дорівнювати величині допуску на розмір, що з'єднує

технологічну та вимірвальну бази: $308_{-1,2}$ мм. Тоді маємо $E_6 = 1,2$ мм. Ця схема передбачає наявність опорної бази у плаваючому центрі.

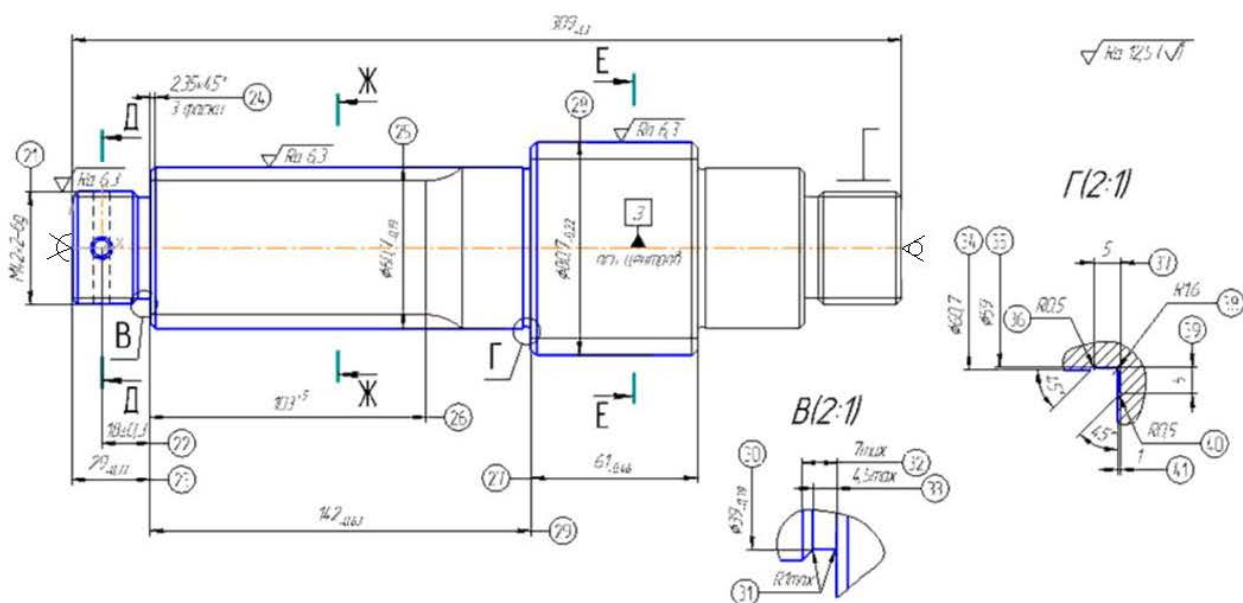


Рисунок 6.4 – Варіант схеми базування в центрах з плаваючим центром
**Кафедра технології машинобудування,
 верстатів та інструментів**

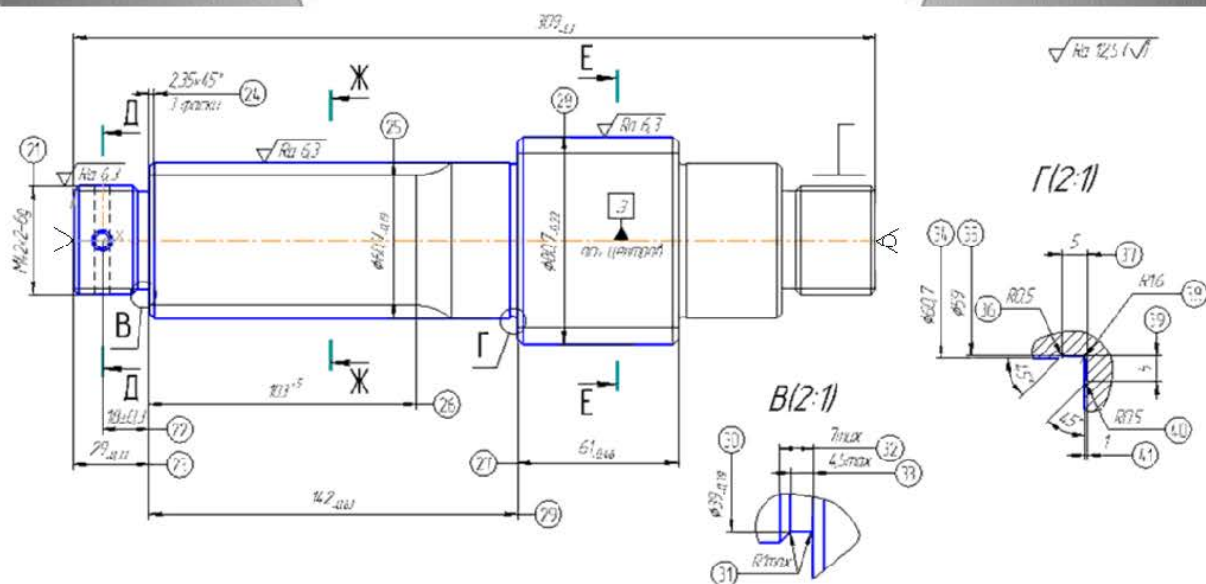


Рисунок 6.5 – Варіант схеми базування в жорсткому з обертальним центрах

Другий варіант схеми базування передбачає опорну базу, що реалізована центрами (жорстким, обертовим), тому в похибки базувань увійде також похибка зацентрування $E_{\text{центр}} = 0,21$ мм, і також допуск на розмір 308 мм. При цьому для розміру 26 мм похибка базування становитиме $E_6 = 1,2 + 0,21 = 1,41$ мм, і це більше в зрівнянні з першим варіантом базування.

Таким чином, оскільки похибка базування є меншою у першому варіанті, то вибираємо саме цю схему.

В таблиці 6.1 наведена матриця зв'язків, а в таблиці 6.2 - матриця відповідностей.

Таблиця 6.1 – Матриця відповідностей при базуванні вала ведучого

Зв'язок	Степені вільності	Бази
2, 1, 3, 5+4	III, II, IV, I+V	ПНБ+О (ОБаз)
6	VI	Вакансія

Таблиця 6.2– Матриця зв'язків при базуванні вала ведучого

	Z	Y	X	Бази
1	1	1	1	ОБ + ПНБаз
α	0	1	1	
1	0	0	0	Вакансія
α	1	0	0	

6.3 Вибір з обґрунтуванням металорізального верстата

Здійснивши аналіз різних моделей фрезерно-центрувальних верстатів, обираємо верстат мод. 2637ГФ1 (див. таблицю 6.3).

Таблиця 6.3 - Технічна характеристика верстата фрезерно-центрувального мод. 2637ГФ1

Характеристика верстата	Чисельне значення
Кількість шпінделів на верстагі	4
Максимальна довжина оброблених заготовок, мм	110x1200
Частоти обертань шпінделів, об/хв	
свердлильний	285-2400
фрезерний	10-745
Потужність електричного двигуна головного привода, кВт	7,8
Внутрішній шпіндельний конус	50
Безступеневі подачі шпінделю, мм/хв.	
свердлильний	18-2200
фрезерний	18-2200

Для токарно-гвинторізної 025 операції застосовуємо верстат мод. 1М63.

Верстат має такі характеристики:

Найбільший діаметр обробки, мм:

над станиною 630;

над супортом 360;

Клас точності Н за ГОСТом 1453-79;

Центр у шпинделі передньої бабки – Морзе № 6;

Найбільша довжина обробки, мм – 2850;

Кількість швидкостей шпинделя – 24;

Частоти обертів шпинделя, об/хв. ... 12 – 1280;

Діаметр прутка в отворі шпинделя, мм – 64;

Кількість подач – 33;

I ряд продольних ... 0,07—1,01

поперечних ... 0,023—0,38

різцевих салазок ... 0,017—0,33

II ряд продольних ... 0,083—1,3

поперечних ... 0,033—0,517

різцевих салазок ... 0,026—0,432

Найбільша маса деталі обробки в центрах, кг 1900

Шаг різі:

метричних, мм ... 1 – 226;

модульних, модуль ... 0,24 – 58;

дюймових, число ниток на дюйм ... 26 - 0,24;

пітчевих, пітч діаметральний ... 114 - 0,6;

Найбільше зусилля різання P_x механізму подачі при подачах, кгс:

продольної ... 690;

поперечної ... 380;

Маса з електрообладнанням, кг

РМЦ 2800 ... 5650;

РМЦ 1400 ... 4350;

Габарит верстага (довжина X ширина X висота), мм

РМЦ 2800 ... 4960 X 1790 X 1560;

РМЦ 1400 ... 3560 X 1790 X 1560.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

Ізм	Ліст	док. №	Підпи	Дат

ТМЗ 18190039-00 ПЗ

Ліст

32

6.4 Вибір з обґрунтуванням верстатних пристроїв, вимірювального та металорізального інструментів

Розглянемо 010 операцію фрезерно-центрувальну. Вибираємо технологічну оснастку згідно [6].

Таблиця 6.4 – Технологічна оснастка для 010 операції

Найменування переходу операції	Різальні інструменти	Вимірювальні інструменти	Допоміжні інструменти
Торцеве фрезерування торців вала ведучого	Фреза 2214-0152 Р6М5 ГОСТ 9472-89: фреза торцева насадна $\phi 125$ мм	Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,1 ГОСТ 166-89: для контролювання лінійних розмірів	Оправка 622-0192 ГОСТ 13042-85 для установлення фрези в шпинделі
Центрування отворів вала ведучого	Свердло 2316-0118 Р6М5 ГОСТ 14956-79: свердло центрове А3,15	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89, конусний шаблон	Патрон 6152-0053 ГОСТ 17202-79 патрон цанговий свердлильний

Розглянемо 025 операцію токарно-гвинторізню.

Пропонуємо використати упорний прохідний прямий різець 18x25x130 з твердим сплавом Т5К10. В якості вимірювальних інструментів можна використовувати штангенциркуль з діапазоном 125 мм, а саме ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 165-89. Також пропонуємо використати обертальний центр ГОСТ 8743-79, поводковий патрон ГОСТ 2572-78 та центр плаваючий ГОСТ 13212-79 [5].

6.5 Розрахунок та визначення режиму різання

Розглянемо 010 операцію фрезерно-центрувальну.

Переход: торцеве фрезерування торців Фреза оснащена твердим сплавом Т15К6. Матеріал обробки – сталь 45, межа міцності $\sigma_B = 515$ МПа.

Розрахунки робимо аналітичним методом згідно з [5].

Глибину різання вибираємо $t = 2,0$ мм. Ширину фрезерування вибираємо $B = 52$ мм.

Подача на зуб фрези S_Z знаходиться як $S_Z = 0,25$ мм/зуб, враховуємо поправочний коефіцієнт на оброблюваний матеріал $K_{Mобр} = 1$. Тоді

$$S_{гр} = K_{Mобр} S_Z = 0,25 \cdot 1 = 0,25 \text{ (мм/зуб)}.$$

Швидкість різання знаходимо по формулі:

$$V = \frac{D^g \cdot C_{v1}}{T^m \cdot t^x \cdot S_Z^{y1} \cdot Z^p \cdot B^u} K_v, \quad (6.7)$$

де показники у формулі швидкості різання $C_{v1} = 12,5$; $g = 0,26$; $x = 0,10$; $y1 = 0,4$; $u = 0,16$; $p = 0$; $m = 0,21$;

$D = 125$ мм - діаметр торцевої фрези;

$T = 40,1$ хв. - стійкість різального інструмента;

K_v - поправковий коефіцієнт швидкості різання, враховуючий умови різання, що визначимо по формулі:

$$K_v = K_{IV} K_{MV} K_{PV}, \quad (6.8)$$

де $K_{IV} = 0,82$ - поправковий коефіцієнт, враховуючий вплив інструментального матеріала на величину швидкості різання;

$K_{MV} = 0,96$ - поправковий коефіцієнт, враховуючий вплив фізико-механічних властивостей матеріала обробки;

$$K_{MV} = K_r (752/\sigma_B)^{n1}, \quad (6.9)$$

де $K_r = 1,6$ – поправковий коефіцієнт, враховуючий групу сталі;

$n1 = 0,90$ – додатковий показник степені.

Маємо:

$$K_{MV} = 1,1(752/510)^{0,90} = 1,41;$$

$$T_{01} = \frac{L}{S_{M1}} i, \quad (6.13)$$

де довжина обробки з урахуванням величини врізань й перебіга $L = 31 + 11 = 42$ мм;

Подача на зуб переводиться в хвилинну по формулі:

$$S_{zd} = S_{Z1} \cdot z \cdot n,$$

де $z = 12$ - кількість ножей фрези;

$n = 65$ об/хв - оберти фрези у хвилину;

$$S_{zd} = 0,25 \cdot 12 \cdot 65 = 195 \text{ (мм/хв.)};$$

Маємо $i = 1$ – це кількість проходів інструмента,

Тоді знаходимо основний час на оброблення:

$$T_{01} = \frac{40}{195} \cdot 1 = 0,20 \text{ (хв.)}$$

Розглянемо 025 операцію токарно-гвинторізу.

Розрахунок проведемо на точіння поверхні вала ведучого діаметром

$60^{+0,021}_{-0,002}$ за методикою [5].

Вибиремо різальний інструмент. Твердий сплав марки Т15К6 – це матеріал різальної частини. Геометричні параметри ріжучої частини різця: $\varphi = 94^\circ$; $\gamma = 13^\circ$; $\varphi_1 = 41^\circ$; $\alpha = 7^\circ$. Глибина різання дорівнюватиме $t = 0,50$ мм.

Згідно [5] прийемо подачу на оберт $S_{01} = 0,53$ мм/об.

При зовнішньому поздовжньому точінні вала ведучого швидкість різання знаходимо як [8]:

$$V = \frac{C_{v2}}{T^{m2} \cdot t^{x2} \cdot S^{y2}} K_{v2} \quad (6.14)$$

де K_{v2} – поправковий коефіцієнт на величину швидкості різань;

C_{v2} – табличний поправковий коефіцієнт;

T – це стійкість різця у хвилинах;

$$K_{v2} = K_{IV2} K_{MV2} K_{PV2}, \quad (6.15)$$

де K_{MV2} , $K_{Пv2}$, $K_{Иv2}$ – поправкові коефіцієнти, що залежать от матеріалу вала ведучого, стану поверхні й матеріалу різця.

$$K_{MV2} = K_r (754/\sigma_B)^{n2}, \quad (6.16)$$

де $K_r = 1,60$ – поправковий коефіцієнт групи сталі;

σ_B – межа витривалості сталі 45, МПа; $\sigma_B=695$ МПа.

По [8] приймаємо $T=62$ хв; $C_v=352$; $m_2=0,20$; $x_2=0,14$; $y_2=0,33$; $K_r=1,0$; $K_{Пv}=1,1$; $n_v=1,1$; $K_{Иv}=1,16$.

$n2 = 0,91$ – додатковий показник степені.

Тоді маємо:

$$K_{MV} = 1,1(754/695)^{0,91} = 1,1;$$

$$K_v = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,16 = 1,31. \text{ Тоді маємо}$$

$$V = \frac{352}{62^{0,20} \cdot 0,5^{0,14} \cdot 0,25^{0,33} \cdot 32^{0,2} \cdot 12^0} \cdot 1,31 = 138,7 \text{ (м/хв.)}$$

Частота обертів згідно формули (6.10):

$$n = \frac{1000 \cdot 138,7}{3,14 \cdot 61,2} = 647,2 \text{ (об/хв.)}$$

Корегуємо: згідно до паспорту верстата $n = 750$ об/хв. З урахуванням прийнятого значення обертів маємо швидкість різання згідно формули (6.11):

$$v = \frac{3,14 \cdot 61,2 \cdot 750}{1000} = 144,2 \text{ (м/хв.)}$$

Визначити силу різання:

$$P_z = 10t^x v^n C_p S^y K_p, \quad (6.17)$$

По [8] приймаємо $C_p=312$; $n=-0,13$; $x=1,1$; $y=0,74$; $K_p=0,88$.

Перемноживши, отримуємо $P_z = 325$ Н.

Потужність різання при точінні вала ведучого:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{325 \cdot 144,2}{1020 \cdot 60} = 0,77 \text{ (кВт)},$$

що менше потужності двигуна верстата.

Визначимо величину основного часу при точінні вала ведучого згідно формули (6.13). Довжина робочого ходу $L_{рхид}$ згідно [6]:

Ізм	Ліст	док. №	Підпи	Дат
-----	------	--------	-------	-----

Знаходимо величину штучного часу за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод.}$$

$$T_{шт} = 9,02 + 0,63 = 9,6 \text{ (хв.)}$$

Знаходимо величину штучно-калькуляційного часу за формулою [8]:

$$T_{шт-калк} = T_{шту} + \left(\frac{T_{пз}}{n} \right), \text{ (хв.)} \quad (6.23)$$

де $T_{пз} = 14$ хв – величина підготовчо-заключного часу: отримання наряду та креслення деталі вала ведучого, ознайомлення робочим з цим кресленням, інструктаж майстра на робочому місці, налагодження пристрою, подавання ЗОР та ін. Тоді маємо при умові $N=114$ шт. (кількості деталей вала ведучого у партії):

$$T_{шт-калк} = 9,6 + 14/114 = 9,7 \text{ (хв.)}$$



**Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів**

Ізм	Ліст	док. №	Підпи	Дат

7 ПРОЕКТУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЯ

7.1 Обґрунтування вибору систем проектованого пристроя

Проектуємо верстатний спеціальний пристрій для свердління отворів $\varnothing 6$ мм у деталі «Вал ведучий 5710238-04». Так, як дана деталь є однією з відповідальних складових частин коробки передач автомобіля, тому для неї ставляться дещо високі вимоги щодо точності розмірів, форми та розташування поверхонь. Згідно із завданням приймаємо систему компонування пристроїв – «нерозбірних спеціальних пристроїв», або «НСП».

7.2 Визначення якісного й кількісного результату заданої операції

Точність розмірів оброблюваних поверхонь вала ведучого.

На операції з одного установа проводять обробку отворів (рисунок 7.1). Необхідно точно збазувати заготовку в пристрої для досягнення точності обробки, так як шпиндель верстага буде до центру пристрою попередньо прив'язаний. Також точність оброблюваних поверхонь буде залежати від якісного базування деталі на верстатному пристрої. Аналізуючи креслення деталі, робимо висновок, що до оброблюваних отворів не пред'явлено жорстких вимог. На операції виконують такі поверхні та з такою точністю:

- $\varnothing 6^{+0,3}$ мм, допуск складає $T=0,3$ мм, $EI=0$ мм і $ES=+0,3$ мм згідно з ГОСТ 25348-85, що відповідає 15-му квалітету точності.

Розглядати глибину свердління отворів $\varnothing 6$ не будемо, так як обробка виконується на прохід.

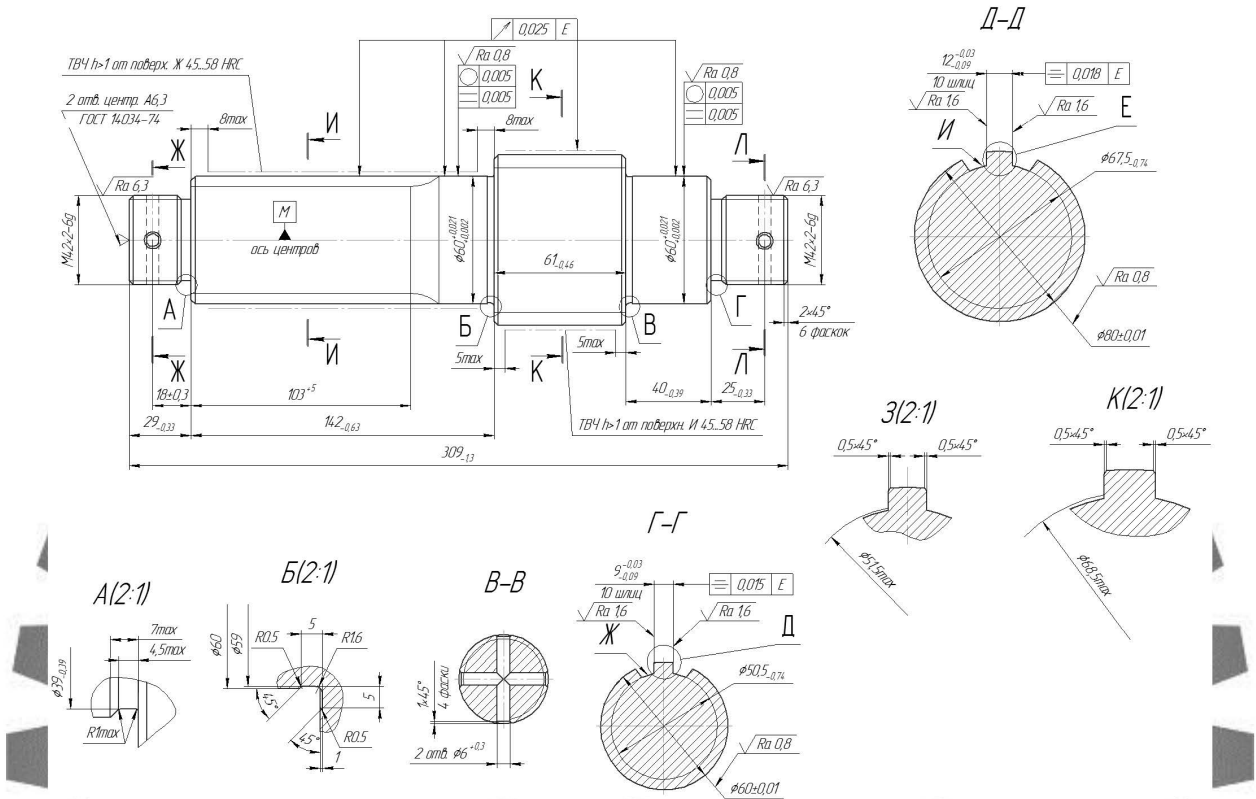
Точність форми оброблюваних поверхонь вала ведучого.

Точність форми отриманих поверхонь конструктором не зазначено, тому назначаємо його відповідно до нормальної відносної геометричної точності – А,

						ТМЗ 18190039-00 ПЗ	Лист
Ізм	Лист	док. №	Підпи	Дат			41

згідно з ГОСТ 24643-81 (60%, від допуску на розмір або 30% для допуску циліндричності, круглості та профілю повздовжнього січення).

$\sqrt{Ra 125 (\sqrt{V})}$



верстатів та інструментів

Рисунок 7.1 – Ескіз операції свердління вала ведучого

Такі відхилення назначимо в відсотковій частині від допуску на розміри.

Допуск циліндричності або ж профілю повздовжнього січення, котрі складають 30% від допуску для розміру $\phi 6$ мм, $T=0,3 \cdot 0,3=0,09$ мм. Прийmemo 10 мкм – 8 ступінь точності згідно з ГОСТом 24643-85.

Відхиленнями від циліндричності можуть бути такими як: еліптичність або огранка. Відхилення від профіля продольного перерізу можуть бути: конусо-, бочко-, сідлоподібність.

Точність розташування поверхонь оброблюваних поверхонь вала.

Допуски розміщення оброблюваних поверхонь на кресленні вала ведучого не вказані. Тому допуски паралельності осі отвору відносно осі заготовки складатимуть 60% від допуску на відповідні розміри.

										Лист
										42
Ізм.	Ліст	док. №	Підпи	Дат						

- $\phi 6$ мм, тоді $T=0,6 \cdot 0,3=0,18$ мм. Приймаємо $T=250$ мкм, що відповідає 10-му ступеню точності.

Допуски радіального биття для отвору $\phi 10$ мм, складають $T=0,6 \cdot 0,3=0,18$ мм. Прийmemo 250 мкм, що відповідає 10-му ступеню точності.

Шорсткість оброблених поверхонь вала ведучого.

На кресленні деталі загальна шорсткість обробки поверхонь зазначена та має $R_a=12,5$ мкм величини. Так як отвори $\phi 6$ оброблюються попередньо, то пред'явлено не дуже жорсткі вимоги до них і це є досить об'ґрунтованим.

7.3 З'ясування якісних й кількісних даних про заготовку вала ведучого, що надходить на задану операцію

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

Поверхні вала ведучого, що мають різні параметри шорсткості й оброблені з різною точністю, розділені канавками. Деталь має значні діаметри ступенів. Чітко розмежовуються поверхні оброблені та необроблені. Тому приймаємо за потенціально базові торець $\phi 42$ та циліндричні поверхні $\phi 60$.

Вал ведучий відноситься до класу валів. Всі поверхні мають доступ для обробки, існує можливість продуктивної багаторіцевої обробки на напівавтоматах. Економічній точності обладнання відповідає задана точність поверхонь деталі. Сталь 45, матеріал деталі, легко обробляється лезвійним та іншим інструментом. Можна отримати необхідну структуру й твердість при термічній обробці такої сталі. Вал ведучий виготовляється із штучних заготовок.

Точність розмірів базових поверхонь вала ведучого.

На кресленні до базових поверхонь конструктором пред'явлена така точність: допуск базового торця, виконаний в розмір $309_{-1,3}$ мм, дорівнює $T=1,3$ мм, де $es=0$, $ei=-1,3$ мм, що відповідає 15-му квалітету точності.

						ТМЗ 18190039-00 ПЗ	Лист
Ізм	Лист	док. №	Підпи	Дат			43

Циліндрична поверхня, $\varnothing 60^{+0,021}_{+0,002}$ мм, допуск складає $T=0,019$ мм, $ES=+0,021$, $EI=0,002$ мм, що відповідає 7-му квалітету точності.

Точність форми базових поверхонь вала ведучого.

Розглянемо допуск плоскості базового торця. Можливе відхилення від плоскості – випуклість або вогнутість. Допуск складе $T=0,6 \cdot 1,3=0,78$ мм, приймаємо 1000 мкм, що відповідає 14-му ступеню точності.

Для отвору розглянемо допуск профілю повздовжнього січення та циліндричності, котрі знаходим як 30% від допуску розміру $\varnothing 60$ мм, $T=0,019 \cdot 0,3=0,0057$ мм. Тоді приймаємо 6 мкм, що відповідає 5 ступеню точності згідно з ГОСТом 24643-85.

Точність розташування базових поверхонь вала ведучого.

Розглянемо допуск перпендикулярності торця відносно осі заготовки, котрий буде складати $T=1,3 \cdot 0,6=0,78$ мм. Прийємо 1000 мкм, що відповідає 14-му ступеню точності.

Для отвору розглянемо допуск радіального биття, що складає $T=0,6 \cdot 0,019=0,0057$ мм. Приймаємо 6 мкм, що відповідає 5 ступеню точності.

Шорсткість базових поверхонь вала ведучого.

Шорсткість торця складає $Ra=12,5$ мкм, а отвору - складає $Ra=0,8$ мкм.

7.4 Умови, де буде виготовлятися та експлуатуватися спеціальний пристрій, що проектується

Річна програма випуску деталей – 1300 шт., відповідно пристрій за 2 роки повинен виконати до 2600 циклів.

Пристрій буде використовуватися на свердлильному верстаті із ЧПК мод. 2Н135Ф2. Верстат має якісну систему охолодження. Із зони різання стружка

						ТМЗ 18190039-00 ПЗ	Лист
Ізм	Лист	док. №	Підпи	Дат			44

видаляється при виключеному обладнанні. Оператор обслуговування - 3-4-го розряду.

Температура навколишнього середовища в цеху $t=20^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря не більше 82%, атмосферний тиск складає $P_{\text{ат}}=86\dots 105\text{кПа}$, освітлення приміщення (місцеве освітлення) 1600 Люкс, швидкість руху повітря в цеху – 0,4 м/с, частота вібрації, що виникли в результаті роботи обладнання в цеху $f=20\div 35\text{ Гц}$.

7.5 Функції що реалізують в спеціальному пристрої

- 0 Переміщення та попередня орієнтація вала ведучого
- 1 Базування пристрою на свердлильному верстаті
- 2 Підведення і відведення стисненого повітря у пристрій
- 3 Закріплення вала ведучого
- 4 Базування вала ведучого
- 5 Закріплення пристрою на свердлильному верстаті
- 6 Керування верстатним енергоносієм
- 7 Об'єднання вузлів за функціями пристроя
- 8 Обробка отворів
- 9 Утворення сили вихідної для закріплення вала ведучого
- 11 Створення безпечніших умов на роботі

Здійснюватимемо пошуки розроблювачами аналогів пристрів із фонду накопичених конструкторських рішень за умов реалізації наведених спеціальних функцій. Розроблення ж нових конструкторських вузлів різноманітного функціонального призначення вимагатиме додаткового обґрунтування та додаткових розрахунків. Тому віддавати переваги потрібно апробованим та перевіреним часом технічним носіям функцій пристроя.

7.6 Обґрунтування і розробка схем базування заготовки

Вибір подвійної напрямної та опорної базових поверхонь.

Із усього комплекту поверхонь, утворюючих заготовку, на головну базову поверхню може претендувати тільки одна поверхня, а саме $\varnothing 60$ мм.

Циліндрична поверхня $\varnothing 60$ мм, що прийнята нами за головну базову, буде позбавляти заготовку 4-х степенів свободи, тобто буде згідно із класифікацією баз - подвійною напрямною базою. А торець – позбавлятиме заготовку 1 ступеня свободи, буде згідно із класифікацією баз опорною базою.



Рисунок 7.2 – Базування вала ведучого на операції

Аналіз зв'язків остаточно зробимо після побудови таблиці зв'язків [15].

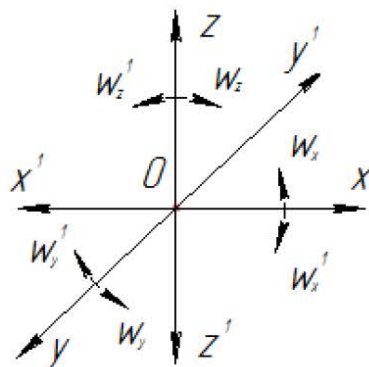


Рисунок 7.3 – Схема однобічних зв'язків, що покладають до вала ведучого

Таблиця 7.1 – Однобічні зв'язки при базуванні важеля

Індекс зв'язку	X'	X	Y'	Y	Z'	Z	ω_x'	ω_x	ω_y'	ω_y	ω_z	ω_z'
Реакція	R	-	R	R	R		-	-	R	R	R	R

7.7 Побудова функціональних структур спеціального верстатного пристрою

Функціональну структуру проєктованого пристрою показано на рисунку 7.4 [15].

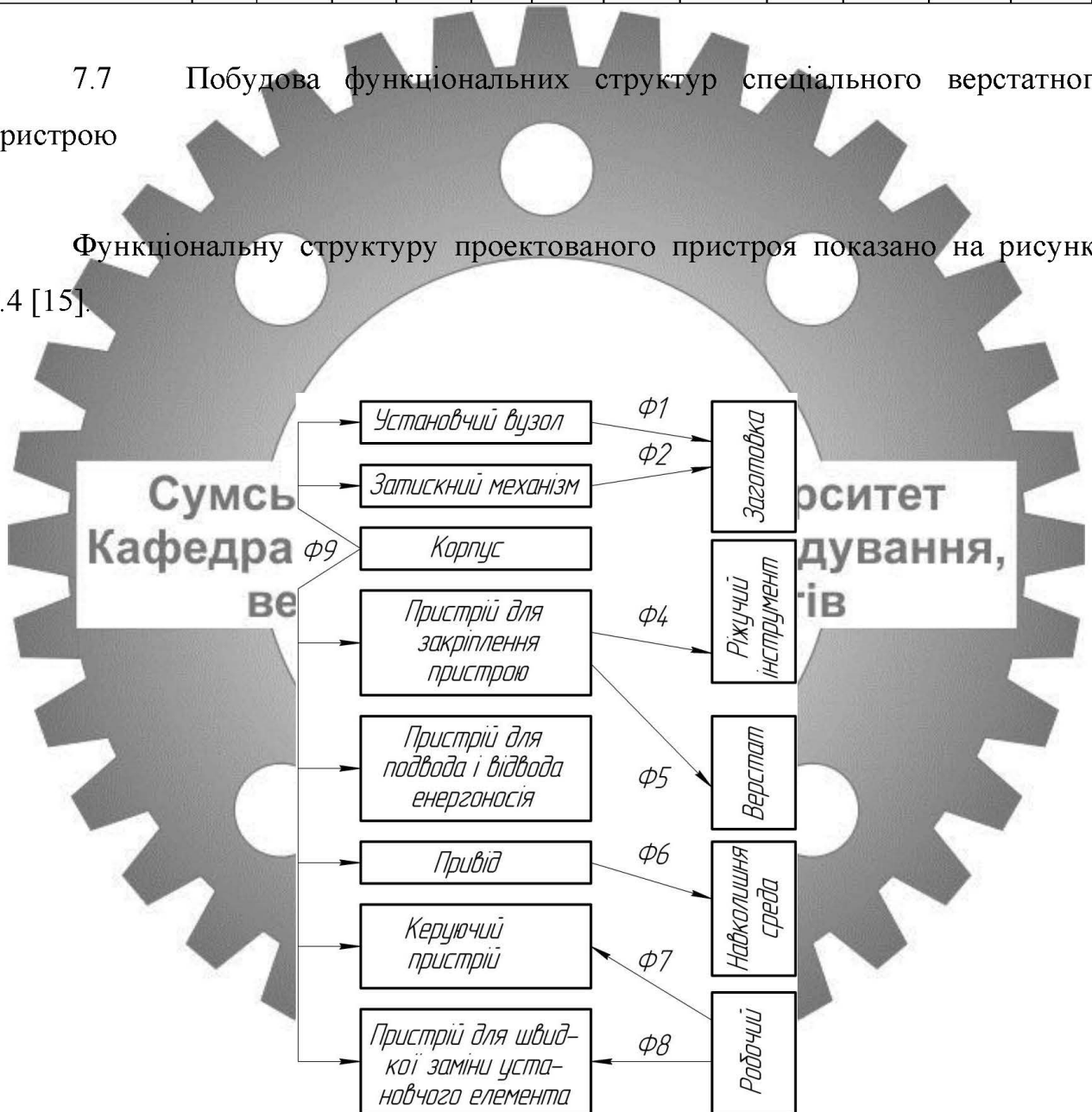


Рисунок 7.4 – Структура функціональна пристрою, що проєктується

7.8 Обґрунтування схем закріплення заготовки у спеціальному пристрої

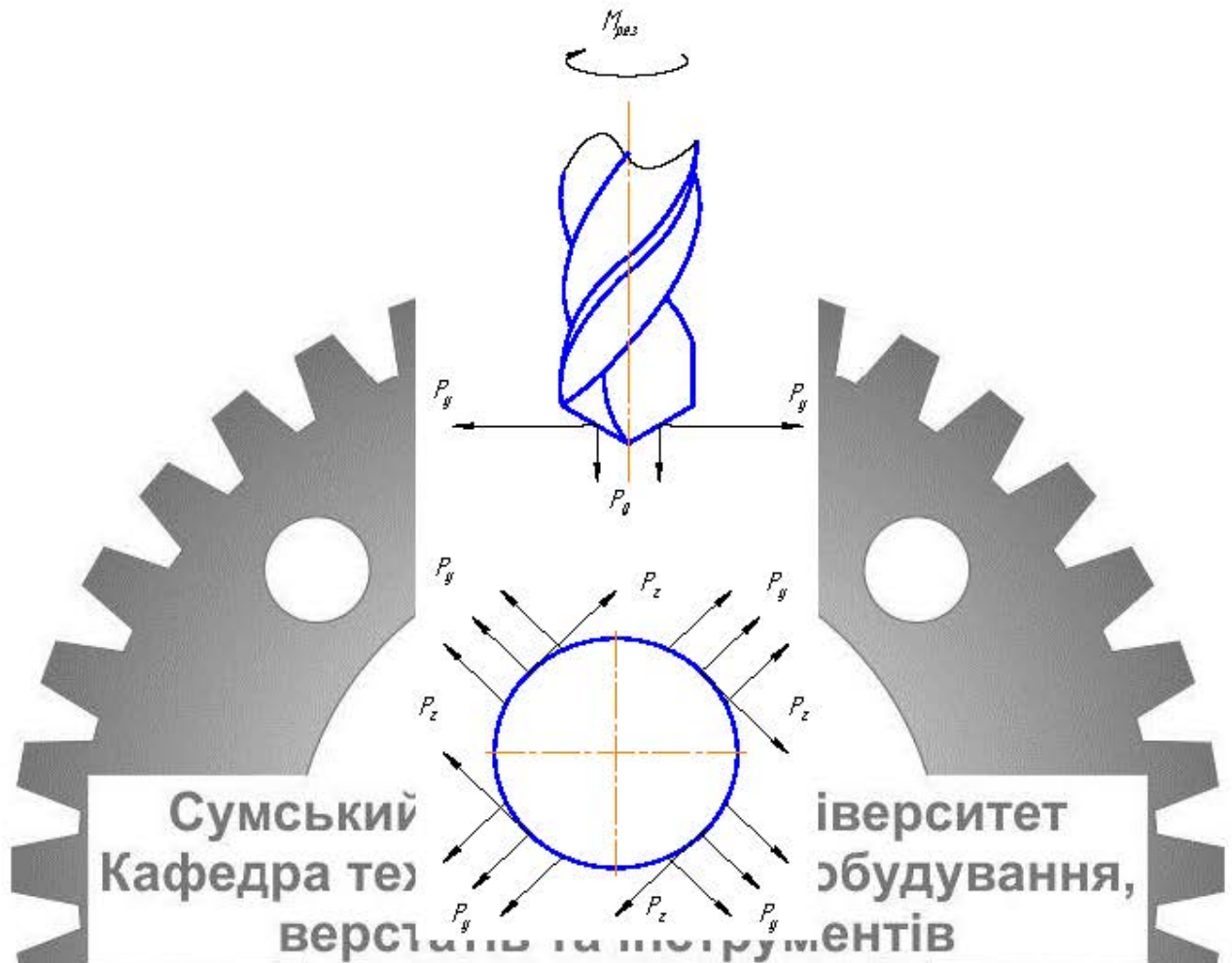


Рисунок 7.5 – Структури полів збурюючих сил

Для визначення взаємного впливу полів збурюючих сил та полів зрівноважуючих сил будуюмо графічну модель збурюючих сил (рисунок 7.5) во взаємозв'язках з прийнятою схемою базування вала ведучого [15].

З рисунку 7.5 видно, що складові полів збурююючих сил не зрівноважуються R_x реакціями. Складові поля збурююючих сил є незрівноваженими та вони потребують прикладання додагових сил закріплення. За даною схемою базування доцільно застосовувати механізований привод, що створить поле зрівноважувальних сил, представлене на рисунку 7.6 [16].

Величину сумарної сили необхідно розраховувати за умови неповертання від збурюючої сили, яка створює момент.

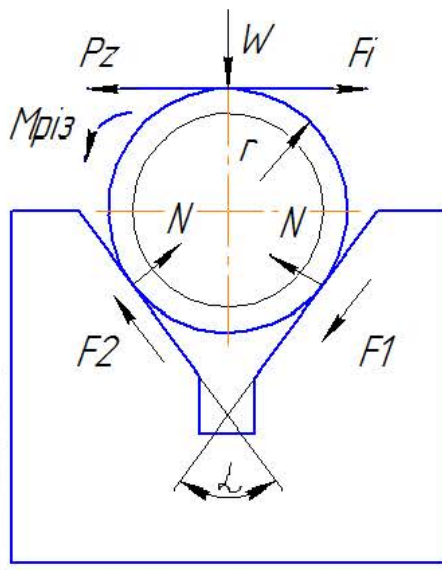


Рисунок 7.6 – Структури полей зрівноважувальних сил

Таблиця 7.2 – Таблиця однобічних зв'язків при закріпленні вала ведучого

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω_y	ω_z	ω_y'	ω_z'	ω_z
Спосіб реалізації	Реакції	-	R		R		R	R	R	R		R	R
	Сили закріплення	-				W							
	Сили тертя	F											

Розрахунок сил затиску у спеціальному пристрої.

Проведемо розрахунок сил при свердлінні отвору $\varnothing 6$ мм. Вихідні данні: матеріал ріжучої частини свердла P6M5, оброблюємий матеріал сталь 45 з межою міцності $\sigma_v = 695$ МПа, верстат – вертикально-свердлильний мод. 2Н135Ф2, СОЖ – це емульсія, заготовка вала ведучого попередньо оброблена.

Подача буде $S_T = 0,3$ мм/об, з урахуванням коефіцієнтів

Глибина різання $e t = 6/2 = 3$ мм.

$K_0 = 0,8$ – коефіцієнт на якість поверхні вала ведучого;

$K_1 = 1,0$ – коефіцієнт глибини свердління;

$K_t=1,0$ – коефіцієнт, що враховує матеріал різального інструмента;

$K_{ж}=0,75$ – коефіцієнт жорсткості Т-системи.

Маємо: $S=0,3 \cdot 1,0 \cdot 0,76 \cdot 0,8 \cdot 1,0=0,18$, прийємо $S_{пр}=0,20$ мм/об.

Тоді стійкість різального інструмента $T=32$ хв.

В результаті знайдемо швидкість різання по формулі [5]

$$V = \frac{C_v D^g}{T^m S^y} K_v, \quad (7.1)$$

де $g=0,4$, $C_v=7,0$, $m=0,2$, $y=0,7$ – показники та коефіцієнти у формулі швидкості різання [5, с.278];

K_v – поправковий коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичну умову різання та знаходиться за формулою [5, с.283]:

$$K_v = K_{mv} K_{mv} K_{nv}, \quad (7.2)$$

де K_{mv} – поправковий коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивості оброблюемого матеріала сталь 45;

$K_{mv} = 0,64$ – поправковий коефіцієнт, враховуючий інструментального матеріалу [3];

$K_{nv} = 1,00$ – поправковий коефіцієнт, що враховує поверхню заготовки [5].

Коефіцієнт K_{mv} знаходимо за формулою [5]:

$$K_{mv1} = K_r (751/\sigma_B)^{n_v}, \quad (7.3)$$

де $K_r = 1,00$ – поправковий коефіцієнт, що враховує групу сталі [5];

$n_v = 1,00$ – показник степені [5, таблиця 2]. Тоді маємо:

$$K_v = 0,82 \cdot 1,00 \cdot 2,09 = 0,89;$$

$$K_{mv1} = 1,00 \cdot (751/690)^{1,0} = 1,09.$$

Знаходимо швидкість різання з урахуванням цих показників:

$$V = \frac{7,0 \cdot 6^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} 0,88 = 20,53 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо частоту обертання шпинделя по формулі

$$n_{ш} = \frac{1000V}{\pi \cdot D} \quad (7.4)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 20,57}{3,14 \cdot 6} = 1092,81 \text{ об/хв.}$$

Зкорегуємо значення обертань шпинделя з паспортним $n_{\text{н}} = 1250$ об/мин.

Розрахуємо фактичну швидкість різання з урахуванням прийнятого значення за формулою

$$V_{\text{ф}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (7.5)$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 1200 \cdot 6}{1000} = 21,62 \text{ м/хв.}$$

Тоді знайдемо крутящий момент за формулою [5, с. 275]:

$$M_{\text{кр}} = 10 C_M K_p D^q S^y, \quad (7.6)$$

де $q = 2,00$, $C_M = 0,0346$, $y = 0,80$ – показники і коефіцієнти в формулі [5, табл.31];

K_p – поправковий коефіцієнт, що враховує вплив оброблюваного матеріалу [5, табл.9];

$$K_p = (\sigma_B / 751)^{0,3},$$

де $n = 0,30$ – поправковий показник [5, табл.9];

$$K_p = (\sigma_B / 751)^{0,3} = (691 / 751)^{0,3} = 0,97.$$

З урахуванням поправкових коефіцієнтів маємо:

$$M_{\text{кр}} = 0,0345 \cdot 10 \cdot 6^{2,0} \cdot 0,98 \cdot 0,2^{0,8} = 3,67 \text{ Нм.}$$

Визначимо силу загибку при умові непровертання:

$$W = \frac{K \times M_{\text{кр}}}{f_1 \times r + f_2 \times r \times \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}} \quad (7.7)$$

де W – це радіальна сила закріплення;

K – коефіцієнт запасу, який залежить від умов обробки вала ведучого.

$$K = K_0 K_5 K_1 K_2 K_3 K_4 K_6, \quad (7.8)$$

де $K_0 = 1,50$ - гарантований коефіцієнт запасу, для усіх випадків обробки;

$K_1 = 1,20$ - коефіцієнт, що залежний від поверхні чи оброблена, чи не оброблена;

$K_2 = 1,60$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при зношенні різального інструмента;

$K_3 = 1,00$ коефіцієнт, що враховує сили різання при непреривчастій обробці;

$K_4 = 1,30$ – коефіцієнт, що враховує постійність сил різання привода;

$K_5 = 1,00$ – коефіцієнт, що враховує ергономіку проектного пристрою;

$K_6 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує сили, що намагаються повернути заготовку вала ведучого;

тоді, $K = 1,5 \cdot 1,6 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 5,6$;

$f_1 = 0,18$ – коефіцієнт тертя між заготовкою та поверхнею зажима;

$f_2 = 0,2$ – коефіцієнт тертя між заготовкою вала ведучого та установочною поверхнею;

$\alpha = 90^\circ$ - це кут призми.

Знаходимо силу, що необхідно прикласти до заготовки:

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

$$W = \frac{5,6 \cdot 3,66}{0,16 \cdot 0,225 + 0,2 \cdot 0,225 \cdot \frac{1}{\sin 45^\circ}} = 214,3 \text{ Н}$$

Обґрунтування вибору привода спеціального пристрою.

Вибираємо пневмоциліндр в якості приводу верстатного пристрою з приводом двохсторонньої дії. Він необхідний для створення вихідних сил двох напрямків: що штовхає - при подачі повітря в нижню частину циліндру, та що тягне - сила у протилежному напрямку. Тоді визначимо силу на штоці пневмоциліндра:

$$Q = W \cdot (\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \operatorname{tg} \varphi_{np}), \quad (7.9)$$

де φ_{np} - це приведений кут тертя кочіння на поверхні контакту;

α - це кут підйому,

$$Q = 215,5 \cdot (\operatorname{tg}(5^\circ + 3^\circ) + \operatorname{tg} 3^\circ) = 2509 \text{ Н}$$

Розрахуємо діаметр пневмоциліндра виходячи з розрахованої сили затиску по формулі:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad (7.10)$$

де Q - величина сили затиску в Н [9];

p - це величина тиску повітря в МПа;

η - це загальний ККД пневмоприводу;

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2509}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 94,2 \text{ мм}$$

Прийmemo $D=100$ мм, тоді дійсне сила на штоці дорівнюватиме:

$$Q = 3,14/4 \cdot 100^2 \cdot 0,4 \cdot 0,9 = 2826 \text{ (Н)}.$$

Згідно зі схемою дії важеля, маємо силу затиску у два рази більшу, ніж сила на штоці:

$$W = 2 \cdot Q = 2 \cdot 2827 = 5654 \text{ (Н)}$$

**Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів**

7.9 Точнісний розрахунок спеціального пристроя

Визначимо розрахункові параметри, які в більшій мері впливають на досягнення заданих допусків оброблюваної деталі. У цьому випадку до розрахункових параметрів варто віднести допуск співвісності призм.

$$E_{np} \leq T - K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot E_{\delta 1})^2 + E_{\delta 1}^2 + E_{H1}^2 + E_{V1}^2 + E_{П1}^2 + (K_{T2} \cdot \alpha_1)^2 + E_{noz1}^2} \quad (7.11)$$

де $T=250$ мкм - найбільш жорсткий допуск розміру, що витримується на заданій операції;

K_T - коефіцієнт нормального розподілу, $K_T=1,2$ [15];

K_{T1} - коефіцієнт, що дорівнює 0,85-0,86;

ε_6 - похибка базування заготовки, $\varepsilon_6=0$ (див. раніше);

$\varepsilon_z = 0$ – похибка закріплення заготовки, оскільки затискання є механізованим;

ε_y – похибка установки пристрою на верстаті; $\varepsilon_y = 12$ мкм [15];

$\varepsilon_{\pi} = 0$ – похибка перекоса інструмента, бо у нас напрямні елементи відсутні;

$\varepsilon_{\text{и}}$ – похибка зносу установлювальних елементів; при рівномірному зносі $\varepsilon_{\text{и}} = 0$;

$$E_{\text{изн}} = \beta_1 \cdot N^n \quad (7.12)$$

де $\beta_1 = 0,5$; $n = 0,45$.

$$E_{\text{з}} = 0,5 \cdot 1400^{0,45} \approx 13,02 \text{ (мкм)}$$

$K_{\Gamma_2} = 0,6$ – коефіцієнт похибки обробки [15];

ω – середньою економічною точністю обробки, $\omega = 21$ мкм [15].

$\varepsilon_{\text{поз}}$ – це позиційна похибка шпиндельного блока, $\varepsilon_{\text{поз}} = 0$.

Тоді будемо мати:

$$E_{\text{гр}} \leq 250 - 1,2 \sqrt{(0,85 \cdot 740)^2 + 0^2 + 10^2 + 0^2 + 13,02^2 + (0,6 \cdot 21)^2 + 0^2} = 101,2 \text{ мкм}$$

Порівнюючи значення, що отримане, зі стандартним допуском на співвісність $T = 120$ мкм бачимо, що наша похибка менше стандартної величини.

Технічні характеристики і технічні вимоги на виготовлення пристрою записуємо на складальному кресленні розробленого пристрою.


7.10 Конструкція спеціального пристрою з принципом його дії

Пристрій є механізованим затискним, на якому встановлене спеціальне налагодження для свердління циліндричних деталей, а саме вала ведучого.

Принцип роботи цього механізму полягає в наступному: деталь встановлюється на призми 8, коли вона впирається базовим торцем в торець призми. Стиснене повітря через штуцери 9 і кран управління 1 із мережі подається в верхню камеру пневмоциліндра. Стиснене повітря впливає на

поршень 6, що рухається, в результаті цього сила передається через шток з гайкою 5 на важіль 4, що опускається та затискає заготовку. Потім проводиться обробка – свердління отвору у заготовці.

Після завершення процесу обробки стиснене повітря подається в нижню камеру пневмоциліндра, стиснене повітря з натиском впливає на поршень 6, сила передається в результаті цього на важіль 4 через шток, який піднімається і відкріплює деталь, що встановлена на призмі. Потім у призму встановлюють наступну заготовку вала ведучого і процес закріплення й оброблення повторюється знову.



**Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів**

Ізм	Ліст	док. №	Підпи	Дат

ВИСНОВКИ

Дана кваліфікаційна робота бакалавра містить розробку фрезерно-центрувальної операції 010, а також токарно-гвинторізної операції 025 виготовлення «Вала ведучого 5710238-04». У кваліфікаційній роботі бакалавра проведено аналізування технічних вимог виготовлення деталі «Вал ведучий 5710238-04» з метою оцінювання виконання креслення вала ведучого вимогам діючих державних стандартів. Крім того, ми зробили аналіз службових призначень виробу - коробки передач автомобіля.

Було визначено тип виробництва за допомогою коефіцієнта закріплення операцій - середнесерійний. Також ми обґрунтували спосіб одержання заготовки штампуванням на ГKM. Такий метод штампування призводить до зменшення витрат металів в ході механічних обробок вала ведучого порівняно з гарячекатаним прокатом круглого перетину нормальної точності - існуючим методом заготовки.

Аналіз технологічності відповідно до завдання ми провели тільки за якісними ознаками вала ведучого.

Для циліндричної поверхні $\varnothing 60k6$ здійснено розрахунок припусків та допусків, також були розглянуті принципи базування деталі «Вала ведучий» для двох операцій (фрезерно-центрувальної операції 010 та токарно-гвинторізної 025). На цих двох операціях розглянуто обладнання, різальні та вимірювальні інструменти з технологічною оснасткою.

Також для двох вищевказаних операцій було розраховано аналітичним методом режими різання, зроблено технічне нормування.

Заповнені карти технологічного процесу виготовлення «Вала ведучого 5710238-04».

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Маталін А. А. Технологія машиностроєння. Ленінгр.: Маш-нне, 1987. – 499 с.
2. Руденко П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – Київ: Вища шк., 1995. – 249 с.
3. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / В.А. Шкред, А. Ф. Горбацевич. – Минск: Вышэйшая шк., 1986. – 259 с.
4. Егоров М.В. Технологія машиностроєння.– Москва: Высш. школа, 1979. – 535 с.
5. Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. Том 2 / Под ред. Р.К.Мещерякова и А.Г.Косиловой. – Москва: Машиностр-е, 1987. – 499 с.
6. Панов А.А. Справочник технолога: Обработка металлов резанием / Под ред. А.А. Панова. – Москва: Машиностр-е, 1990. – 739 с.
7. Топоров О.О. Методичні вказівки з аналізу службового призначення деталей в дипломному проекті: для студентів спеціальностей: 6.090220, 7.090202, 6.090203, 6.090520 / О.О. Топоров. – Суми: СумДУ, 2000. – 28 с.
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени на работы на станках с ЧПУ. – Москва: НИИ труда, 1985. – 218 с.
9. Кушніров, П. В. 4352 Методичні вказівки до практичної роботи «Визначення параметрів пневмо- та гідроприводів верстатних пристроїв»: для студ. спец. 6.05050301 та 6.05050302 усіх форм навчання / П. В. Кушніров. – Електронне видання каф. ТМВІ. – Суми: Сумський державний університет, 2018. – 23 с.
10. Руденко О. Б. Методичні вказівки «Визначення режимів різання та технічне нормування» / Укладачі: О.О. Топоров, О. Б. Руденко. – Харків: ХІП, 1992. – 39 с.
11. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Технологічна оснастка» з напрямків підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» та 6.050503 «Машинобудування» за фаховим спрямуванням «Технологія машинобудування» та «Металорізальні верстати та системи» для всіх форм навчання /укл.: П. А. Каморкін, О. С. Смирнов – Запоріжжя: ЗНТУ, 2015. – 70 с.

12. Иванов И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие / И. С. Иванов. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 197 с.
13. Рахимьянов, Х. М. Технологическая оснастка: учеб. пособие / Х. М. Рахимьянов, Б. А. Красильников, Э. З. Мартынов, В. В. Янгольский. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 265 с.
14. Гевко Б. М., Дичковський М. Г., Матвійчук А. В. Технологічна оснастка. Контрольні пристрої. – К.: Кондор, 2009. – 220 с.
15. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Технологічна оснастка»/ Укладач П.В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – Ч.1. – 52с.
16. Чумаков Г.С. Методические указания по проектированию станочных приспособлений / Г.С.Чумаков. – Сумы: СумГУ, 1999. – 37 с.
17. Ермолаев В. В. Технологическая оснастка: учебник – 4-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 256 с.
18. Приходько В. П., Литвин О. В. Проектування оснащення верстатів, роботів і машин: Навч. посіб. – Київ: НГУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 212 с.
19. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Курс лекцій: навч. посіб. для студ. машинобуд. спец. техн. вищ. навч. закл. освіти – Херсон: Олді-плюс, 2011. – 324 с.
20. Пашкевич М. Ф., Мрочек Ж. А., Кожуро Л. М., Пашкевич В. М. Технологическая оснастка: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2002. – 320 с.
21. Євтухов В. Г. Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студ. спец. 6.05050201 «Технології машинобудування» / В. Г. Євтухов. – Суми: СумДУ, 2017. – 45 с.

