

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
Сумський державний університет  
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ *Віталій ІВАНОВ*

« \_\_\_\_\_ » *червня 2022* р.

**ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ  
ВАЛА Н112.614.20.001**

Кваліфікаційна робота (проект) бакалавра  
Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»  
Освітня програма- «Технології машинобудування»

Студент

*Кирило БОЙКО*

Керівник

*Іван ДЕГТЯРЬОВ*

Нормоконтроль

*Артем ЄВТУХОВ*

## РЕФЕРАТ

Записка: 72 с., 15 рис., 21 табл., 15 літературних джерел.

Об'єкт роботи – «Вал» Н112.614.20.001 насоса НЦН – 600 – 60 – 1.

Мета роботи – проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Вал Н112.614.20.001».

В даному дипломному проекті за освітньо-кваліфікаційним рівнем «Бакалавр» був виконаний аналіз службового призначення виробу, яким є насос НЦН – 600 – 60 – 1 та деталі «Вал» Н112.614.20.001.

Визначені тип виробництва та форма його організації, а також виконано аналіз технологічності конструкції деталі. Обрано раціональний метод отримання заготовки – прокат, як найбільш раціональний. Проаналізовані технологічні операції 035 – фрезерно-центрувальна та 045 токарна з ЧПК, обґрунтовані схеми базування, вибір металорізального обладнання та технологічної оснастки на даних операціях. Також виконаний розрахунок припусків на діаметральний розмір  $\varnothing 85h6$ . Виконані розрахунки режимів різання для аналізованих операцій та їх технічне нормування.

Також спроектований верстатний пристрій для установлення і закріплення заготовки на фрезерно-центрувальну операцію, та виконана карта операційного налагодження на операцію 045 – токарна з ЧПК.

Виконано розділ охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

ВАЛ, НАСОС, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ РІЗАННЯ,  
ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ

## ЗМІСТ

	с.
ВСТУП.....	4
1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ .....	5
2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ .....	11
3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ .....	15
4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ.....	18
5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ .....	23
6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	26
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку .....	26
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки.....	28
6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата.....	32
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів .....	35
6.5 Розрахунок режимів різання .....	37
6.6. Технічне нормування операції .....	46
7 ПРОЄКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ .....	55
ВИСНОВОК .....	69
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	70

					ТМ 18510160–00 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Вал Н112.614.20.001 »			Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Бойко							3	84	
Перевір.	Дегтярьов									
Реценз.										
Н. Контр.	Євтухов							СумДУ, ТМ-81/1		
Затверд.	Іванов									

## ВСТУП

Машинобудування є однією з провідних галузей промисловості. Це пов'язано з тим, що всі процеси пов'язані з машинобудуванням. Машинобудування характеризує промисловий розвиток країни і робить великий внесок, пов'язаний зі створенням матеріальної бази суспільства. До його розвитку завжди надавалося і надається першорядне значення.

Технологія машинобудування - це галузь науки, яка займається вивченням, удосконаленням виготовлення машин необхідної якості, покращенням технологічних процесів їх виготовлення, у встановленій виробничою програмою кількості і в задані строки при найменшій собівартості.

В даний час помічається швидке і багаторазове ускладнення машин, об'єднання їх у великі комплекси, зменшення їх металоємності і підвищенням їх силової та електричної напруженості. З підвищенням зносостійкості деталей машин зменшуються витрати матеріалів на їх виготовлення, зменшується кількість працівників і трудомісткість при експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті. Розробляються способи оптимізації технологічних процесів, спрямованих на досягнення необхідної точності, продуктивності та економічності виготовлення при забезпеченні високих експлуатаційних якостей та надійності роботи машини.

Створюються і розвиваються системи автоматизованого управління ходом технологічного процесу з його оптимізацією за всіма основними параметрами виготовлення і необхідним експлуатаційним якостям. Розгортаються роботи по створенню гнучких автоматизованих виробничих систем на основі використання ЕОМ, автоматизації міжопераційного транспорту та контролю і робототехніки.

Вивчення технології машинобудування не може обійтись без знань таких дисциплін, як теорія різання, матеріалознавство, металорізальні верстати та інструменти, та ін. Розгляд всіх питань, пов'язаних з машинобудуванням без використання цих дисциплін взагалі неможливо.

										Лист
										4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

# 1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Деталь «Вал», що запропонована для розгляду у дипломному проекті є однією з найважливіших деталей насоса відцентрового.

Живильні насоси призначені для подачі чистої води в магістралі. Вони забезпечують подачу води в барабанні або прямоточні парові котли, що працюють на дровах, вугіллі, дизельному паливі. Насос рекомендується для агрегатів, тиск пари в яких становить не більше 4,5 МПа.

Живильні насоси НЦН – Е 800 – 80 – 1 (табл. 1.1) призначені для живлення парогенераторів середнього та високого тиску живильною водою з температурою не більше 448К (155 ° С), водневим показником рН 7 ... 9,5, вмістом твердих часток не більше 5 мг / л, розміром не більше 0, 2 мм, а також інших нейтральних рідин схожих з живильною водою за в'язкістю та хімічній активності.

Таблиця 1.1 Технічна характеристика насоса

Найменування параметра	Одиниця вимірювання	Числове значення
Подача	м <sup>3</sup>	270
Напір	м	1650
Частота обертання	Об/мин	2873
Потужність	кВт	1445
ККД	%	76
Допустимий кавітаційний запас	м	11

Конструкція насоса типу НЦН розроблена з урахуванням створення на одній корпусних базі насосів з напорами 1900 , 1775 , 1650 , 1525 , 1422 , 1250 , 1125 , 1000 метрів шляхом зміни кількості ступенів.

Насос типу НЦН - відцентровий, горизонтальний секційний , однокорпусний з одностороннім розташуванням коліс, підшипниками ковзання , автоматичним

розвантажувальним пристроєм і кінцевими ущільненнями валу торцевими або сальниковими .

Для розвантаження осьових сил, що виникають при роботі насоса, служить автоматичне розвантажувальний пристрій (гідролята). Робоча пара гідролят являє собою роторне і статорне кільця з релітовим наплавленням , які можна змінювати в процесі експлуатації.

Для контролю осьового переміщення ротора (при зносі деталей (гідролят ) передбачений датчик осьового зміщення.

Ущільнення валу в місці виходу його з насоса здійснюється ущільненням торця .

У конструкції торцевого ущільнення передбачена промивка його від кристалів солей , що утворюються при роботі насоса , а так же стоянці . Підведення для промивання ущільнення виробляється з штатного переказного трубопроводу. Рекомендований регламент промивання торцевого ущільнення - 1 раз на зміну.

Насос складається з корпусних та роторної частин.

Насоси та агрегати виготовляються в загальнопромисловому виконанні і можуть встановлюватися в приміщеннях класу вибухонебезпечної зони В у відповідності з ПУЕ та ВНД- 8 - 73 (наявність сірководню в зоні гранично допустимої концентрації).

Вхідний і напірний патрубок - спрямовані вертикально вгору. У уникнення перетікання води по валу , є щільний металевий контакт в стиках. У секціях по посадці посаджені направляючі апарати . Від проворота направляючі апарати стопоряться в секціях.

Ротор насоса складається з робочих коліс , посаджених на вал по посадці на шпонки, захисних втулок, гільз , і інших деталей збираються на валу . Для запобігання попадання масла до підшипників, передбачені колеса маслоотбойние на валу . Опорами ротора служать підшипники.

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Насос не може працювати в лужних умовах. Експлуатуватися агрегат повинен в закритих приміщеннях, встановлюватися в горизонтальній площині без вібрацій, закріплюватися на настановній поверхні.

Вал ротора насоса ущільнюється механічним ущільненням торця. Розвантаження осьових сил здійснюється за допомогою гідравлічної п'яти. Напрямок обертання ротора насоса - праве (за годинниковою стрілкою) якщо дивитися з боку приводного кінця вала, і зазначено стрілкою на вхідній кришці. В якості приводу насоса використовується асинхронний двигун типу 4AM275M2U3. Насос з електродвигуном з'єднується за допомогою пластинчастої напівмуфти.

Комплектно з агрегатом поставляються конструкторські прилади зокрема, манометр і манометр - вакуумметр для контролю тиску на вході і виході з насоса.

До живильних насосів пред'являється ряд специфічних вимог:

- Конструкція насоса повинна мати зовнішню і внутрішню герметичність і допускати температурне розширення при змінній температурі рідини, що перекачується.

- Насос повинен бути динамічно стійким у всьому діапазоні робочих режимів.

- Насоси повинні працювати надійно і тривало (не менше 10 тис. ч) без помітного зниження параметрів і заміни основних деталей і вузлів.

- Для запобігання зворотного обертання і недопустимого нагріву води при малих подачах насоси повинні забезпечуватися зворотними клапанами з лінією рециркуляції.

Для живильних насосів застосовується електро-і турбопривод. У вітчизняній та зарубіжній енергетиці трубопривод отримав переважне застосування для потужних живильних насосів ( $N > 8$  тис. кВт).

Специфічні вимоги щодо роботи живильних насосів:

Насоси з подачею  $0,105 \text{ м}^3/\text{с}$  і вище можуть наводитися в обертання через гідромуфту. Насоси з такими подачами повинні допускати відбір води від

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 18510160-00 ПЗ

проміжної щаблі до 10% номінальної подачі з тиском 3,9-7,4 МПа при роботі в номінальному режимі. На недогрузочних режимах допускається підвищення тиску відбору на 18-30% номінального.

Живильні насоси подають воду в барабанні і прямоточні стаціонарні парові котли з тиском пари 3,9 (40): 9,8 (100), 13,7 (140) та 25 МПа (255 ата). Тиск пари робить істотний вплив на конструктивну схему живильного насоса.

Вузол « Ротор » є однією з основних складових насоса. Ротор, в сукупності з напрямним апаратом і кільцями ущільнювачів , служить для відводу , робочої рідини , в наступний ступень насоса.

Деталь "Вал" призначена для установки робочих коліс насоса та передачі момента від напівмуфти до робочих коліс і входить до вузла "Ротор насоса - СБ" . Вал представляє собою тіло обертання циліндричної форми [2].

На рисунку 1.1 зображена деталь «Вал» з нумерацією поверхонь, а в таблиці 1.2 вказана класифікація поверхонь деталі.

Таблиця 1.2 – Класифікація поверхонь деталі

Класифікація поверхні	№ Поверхні
Виконавчі	27,30,33,20
Основні конструкторські бази	1,23,35
Допоміжні конструкторські бази	4,9,10,13,22,32,34
Вільні	2,3,5,6,7,8,11,12,14,15,16,17,18,19,21,24, 25, 26,27,29,31

Поверхні 1, 2, 3, 6, 7, 8, 11 є виконавчими, з їх допомогою деталь виконує своє службове призначення, а саме ці поверхні є базовими для робочих коліс та шпонок.

Поверхні 5, 17 є базовими, ці поверхні з'єднуються з підшипниками і визначаючи положення самої деталі у вузлі .



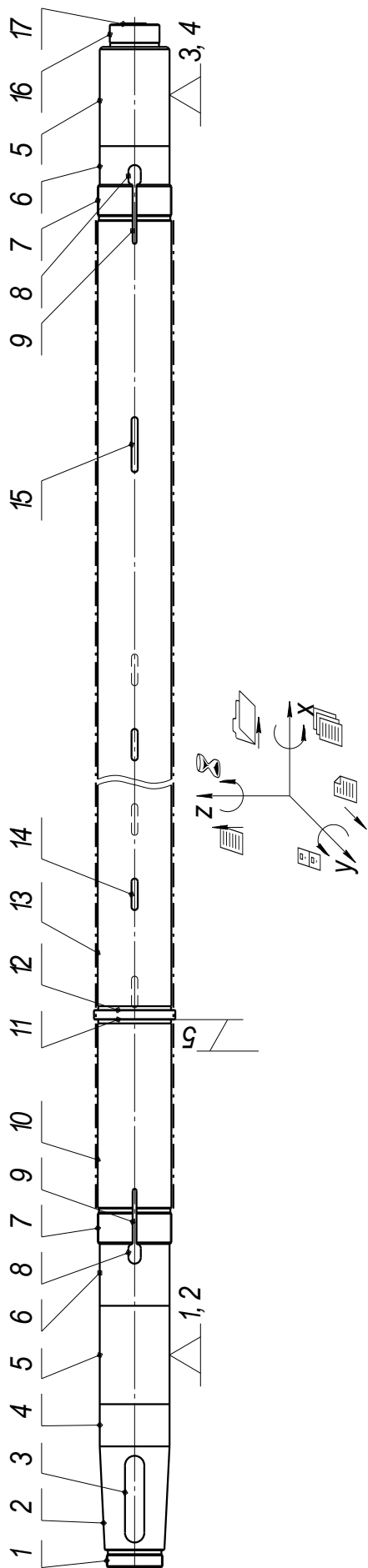


Рисунок 1.1 – Ескіз вала з базами

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 18510160-00 ПЗ

Лист

9

Таблиця 1.2 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	База
1, 2, 3, 4	II, III, V, VI	ПНБ
5	I	ОБ
6	IV	Вакансія

Таблиця 1.3 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	База
L	0	1	1	ПНБ
$\alpha$	0	1	1	
L	1	0	0	ОБ
$\alpha$	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
$\alpha$	0	0	0	
$\Sigma$	1	2	2	5

До деталі пред'явлені жорсткі вимоги конструктором для забезпечення безвідмовної роботи виробу в цілому. Експлуатується при температурі робочого середовища від 0 до 200°C з впливом агресивного перекачуемого середовищем, динамічними вібраціями і тиском.

При роботі вал має згин з крученням у сукупності зі стискаючими навантаженнями від осьової сили.

Умови експлуатації. Деталь «Вал» при роботі в вузлі відчуває ударні і циклічні навантаження. Деталь і виріб, також як насос в цілому експлуатується в помірних умовах в діапазоні температур від -25 до + 50 ° С. Сама деталь і виріб при роботі створюють шум на рівні 60-70 Дб

## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Дана деталь «Вал» відноситься до деталей типу валів, так як відношення  $l / d > 10$  ( $1420/90 > 10$ ). Деталь сама по собі є не досить нежорсткою, так як має досить велику довжину, тобто буде деформуватися під дією сил закріплення. Внаслідок того, що деталь нежорстка неможна використовувати більш інтенсивні режими обробки на чорнових операціях.

Матеріал деталі «Вал» - легвана сталь марки 14X17H2, що містить у своєму складі 0,14% вуглецю, 17% хрому, 2% нікелю, а інше – залізо. Матеріали замітники – сталь 12X18H10T, сталь 20X13, дані про фізико-механічні властивості яких наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Фізико-механічні властивості сталі 14X17H2 та її заміників

Матеріал	$\sigma_b$ , МПа	$\Psi$ , %	Твердість НВ	Хімічний склад, %					
				C	Ni	Mn	Cr	P	S
Сталь 14X17H2	650	45	163-168	0,12- 0,16	2,1- 2,3	0,5- 0,8	16- 18	дуже мала доля	
Сталь 20X13	640	40	170-179	0,19- 0,22	0,17- 0,37	0,5- 0,8	12- 14		
Сталь 12X18H10T	600	40	146-162	0,11- 0,14	10,5- 10,7	0,5- 0,8	17- 19		

Даний матеріал був обраний конструктором не випадково, а закономірно, так як деталь в процесі роботи повинна забезпечувати умови міцності, корозійної стійкості та безвідмовності у продовж певного часу, тому сталь 14X17H2 є гарним вибором. Хоча вона і дорожча ніж сталь 20X13, проте для подібних деталей її застосування з точки зору нормальної і безвідмовної роботи всього редуктора необхідно. До того ж сталь 14X17H2 погано обробляється різанням.

На кресленні деталі є точні поверхні з високим вимогою до шорсткості і допусками розташування. Поверхні  $\varnothing 80g6$ ,  $\varnothing 80h6$  та  $\varnothing 85h8$  мають малий допуск і шорсткість за критерієм Ra 0,8 мкм тому, що дана поверхня є основною

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 18510160-00 ПЗ					

конструкторською базою для деталі і допуск посадки, а отже і зазор, який впливає на точність центрування повинні бути якомога менше, тому 6-й квалітет поверхні і шорсткість за критерієм Ra 0,8 мкм цілком обгрунтовані конструктором. Також проставлені допуски радіального биття 0,03мм щодо бази Ф (вісь центрів) тому що ці поверхні є конструкторськими базами деталей типу робочих коліс і підшипників, тобто можна говорити, що дані вимоги до цих поверхонь обгрунтовані конструктором.

На кресленні також є поверхні шпонкових пазів 8N9, 16N9, 18N9 з шорсткістю за критерієм Ra 3,2 мкм і допуском паралельності 0,02 мм щодо бази Ф. Ця поверхня вирізняється конструкторська база, тому велике відхилення тут неприпустимо, так як це може привести до розбалансування та нерівномірного зношування пазів колеса.

Решта поверхонь є вільними, тобто виготовляються з допуском 14-го квалітету.

Згідно з технічними вимогами, які вказані на кресленні деталі «Вал» деталь повинна виготовлятися з поковки другої групи Гр. V зі сталі 14X17H2, твердістю до 223...262 НВ по ГОСТ 25054-81. До поковки п'ятої групи пред'являються більш жорсткі вимоги до контролю на заготівельної операції, (найменші вимоги пред'являються до поковки першої групи, які використовуються в основному для маловідповідальних деталей). Згідно ГОСТ 25054-81 до поковки п'ятої групи: контроль твердості 100% поковок. Поковки повинні бути однієї марки стали спільно пройшли термічну обробку за однаковим режимом. Дані вимоги до груп поковок проставлені конструктором обгрунтовані тим, що деталь працює в насосі і вихід з ладу деталі призведе до поломки агрегату.

Пункти 3-6 технічних вимог регламентують порядок ультразвукового контролю та особливостей виготовлення відповідальних поверхонь деталі.

Сьомим пунктом в технічних вимогах повинно було б бути зазначено, що не вказані граничні відхилення розмірів на кресленні деталі необхідно обробляти з точністю 14-го квалітету. Всі отвори або охоплюють поверхні з полем допуску

										Лист
										12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 18510160-00 ПЗ

H14, все вали або охоплюються поверхні з полем допуску h14, а все лінійні розміри з допуском 14-го квалітету і полем допуску симетричним в обидві сторони щодо номінального розміру, таким чином спростилося би креслення.

Пункти 8-14 вказують на розміри для довідок та ті розміри, що забезпечуються інструментом, бо вони порібні для виготовлення деталі. Дані розміри є невідповідальними або складальними, його величина досягається на складальній операції і вказується в якості додаткової інформації для зручності.

Маркувати позначення креслення, марку матеріалу і номер маршрутного листа ударним способом шрифтом 5 - Пр3 ГОСТ 26.020-80. Маркується на поверхні, тому що деталь відповідальна і щоб при збірці насосу не сплутати секцію з іншими, подібними за конфігурацією, деталями.

Таврувати знак ОТК. Після контролю всіх розмірів і вимог креслення, контролер таврує знак якості, який є гарантією відповідності розмірів і якості поверхонь деталі вимогам креслення. І засвідчує що виріб готовий до складання.

Базування і закріплення деталі є технологічним оскільки на токарних та шліфувальних операціях деталь базується в центрах, а крутний момент передається за рахунок повідкового патрону.

На фрезерних операціях деталь базується у призмах та у ділильній голівці. Так як деталь на операціях механічної обробки базується в центрах та призмах непотрібно проводити точну вивірку деталі при її закріпленні, що зменшує допоміжний час.

Проставлення розмірів на деталі завжди повною мірою дає можливість контролю розмірів на одному установі стандартним вимірювальним інструментом, що є добре з точки зору технологічності. Всі розміри можна проконтролювати штангенциркулем та мікрометром.

Присутність на деталі жорстких допусків форми і розташування поверхонь роблять її нетехнологічною за цим показником. Допуски, що проставлені на кресленні досягаються на шліфувальній операції.

						ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			13

На деталі є декілька нетехнологічних конструктивних елементів, а саме шпонкові пази. Для отримання їх доцільно застосовувати верстати з ЧПК та спеціальні верстатні пристрої.

Способи отримання заготовки можуть бути лише пластичне деформування, так як у технічних вимогах вказана група поковок.

В цілому ж креслення виконане з усіма вимогами ЄСКД, за винятком деяких неточностей зазначених вище. На кресленні досить видів і розрізів для подання форми деталі і можливості її виготовлення, також вказані всі розміри.

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва – це сумарна характеристика технологічних, організаційних та економічних особливостей машинобудівного виробництва, обумовлена його спеціалізацією, обсягом і сталістю номенклатури виробів, а також формою руху виробів по робочих місцях.

Тип виробництва визначається коефіцієнтом закріплення операцій  $K_{з.о.}$ , який дорівнює відношенню всіх рівних операцій, виконуваних підрозділом протягом місяця, до числа робочих місць.

Виконаємо розрахунок  $K_{з.о.}$  за [3] з урахуванням таких вихідних даних:

- річний обсяг випуску деталей –  $N_p = 500$  шт.;
- усереднене значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання –  $\eta_{з.н.} = 0,75$ ;
- кількість механічних операцій базового технологічного процесу – 9;
- штучний час обробки деталі за операціями  $T_{шт}$  – беремо відповідно до норм за базовим технологічним процесом (див. таблицю 3.1);
- режим роботи підприємства – у 2 зміни;
- дійсний річний фонд часу роботи обладнання –  $F_d = 4015$  год.

Коефіцієнт закріплення операцій розраховується за формулою:

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

де  $O$  – кількість операцій, виконуваних на даному робочому місці;

$P$  – кількість робочих на кожній операції.

Виконаємо розрахунок необхідної кількості обладнання за формулою:

$$m_p = \frac{N_{год} \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}} \quad (3.2)$$

де  $\eta_{з.н.}$  – усереднене значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання за [4],  $\eta_{з.н.} = 0,75$ .

						Лист
					ТМ 18510160-00 ПЗ	15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

№ операції	Найменування операції	$T_{шт}$	$m_p$	P	$\eta_{з.ф.}$	O
030	Токарно - гвинторізна	40	0,06	1	0,06	12,9
045	Токарно - гвинторізна	20	0,031	1	0,031	27,8
050	Вертикально-фрезерна	30	0,046	1	0,046	17,2
065	Вертикально-фрезерна	20	0,041	1	0,041	27,8
070	Круглошліфувальна	30	0,031	1	0,031	27,8
080	Круглошліфувальна	20	0,056	1	0,056	17,2
085	Токарно - гвинторізна	20	0,031	1	0,031	27,8
100	Горизонтально-фрезерна	30	0,046	1	0,046	17,2
$\Sigma$	-	210	-	9	-	186,6

Кількість робочих на кожній операції обираємо:

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = P_6 = 1 \text{ особа.}$$

Фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця по кожній операції визначимо за формулою:

$$\eta_{з.ф.} = m_p / P \quad (3.3)$$

Кількість операцій, виконуваних на даному робочому місці, визначимо за формулою:

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

В результаті коефіцієнт закріплення операцій за формулою (3.1) дорівнюватиме:

$$K_{з.о.} = \frac{186,6}{8} = 23,7$$

Таким чином умова ( $10 < K_{з.о.} < 20$ ) виконується, що відповідає середньосерійному типу виробництва.



Визначимо кількість деталей в партії для одночасного запуску у виробництво за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} \quad (3.5)$$

де  $a=24$  – періодичність запуску в днях [3].

$$n = 500 \cdot 24 / 254 = 47, \text{ приймаємо партію запуску } 47 \text{ штук.}$$

Визначити середню трудомісткість механічних операцій:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{шм}}{n} = \frac{230}{8} = 25,5 \text{ хв.}$$

$n = 8$  - число операцій.

Визначаємо добовий час роботи обладнання:

$$F_{cym} = \frac{60 \cdot F_{\partial}}{254} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ хв.}$$

Коригуємо розмір партії за рахунок визначення числа змін на виготовлення всієї партії:

$$z = \frac{T_{cp} \cdot N_{пар}}{F_z \cdot \eta_{з.н.}} = \frac{25,5 \cdot 47}{476 \cdot 0,8} = 24,7.$$

$$F_z = \frac{F_{cym}}{2} = \frac{952}{2} = 476 \text{ хв.}$$

$\eta_{з.н.} = 0,8$  - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Кількість змін округляємо до найближчого цілого значення - 25.

$$\text{Тоді число деталей в партії: } N_{пар} = \frac{F_z \cdot z_{пр} \cdot \eta_{з.н.}}{T_{cp}} = \frac{476 \cdot 25 \cdot 0,8}{25,5} = 424 \text{ шт.}$$

Цей тип виробництва характеризується обмеженою номенклатурою продукції, що випускається, при цьому вироби кожного найменування випускаються певними партіями, що повторюються через певні відрізки часу.

Серійне виробництво займає проміжне положення між одиничним і масовим виробництвом. При серійному виробництві деталі виготовляються партіями, що складаються з однойменних, однотипних деталей.

									Лист
									17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

## 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Оцінка технологічності деталі «Вал» за якісними показниками включає в себе:

- оцінка по технологічності матеріалу, з якого виготовлена деталь. Дана деталь виготовлена зі сталі марки 14X17H2 ГОСТ 5632-72, хімічний склад наведено вище в пункті 2. Матеріалом заміником для цієї сталі є сталь 12X18H10T ГОСТ 5632-72, яка близька до вихідного матеріалу за хімічним складом і фізико-механічними властивостями.

Вартість даного матеріалу висока, так як сталь легована лише 17% хрому та 2% нікелю. Даний матеріал не є дефіцитним, що добре для постатчальників.

Дана сталь легована хромом та нікелем у великій кількості, а тому погано піддається механічній обробці. Змінити матеріал на більш міцний і більш легкий не представляється можливим, так як це призведе до необґрунтованого збільшення собівартості або до того, що деталь не зможе виконувати свої функції у виробі. Так як матеріал деталі дорогий і погано обробляється різанням, то можна зробити висновок, що за цим показником вона нетехнологічна.

- оцінка по технологічності геометричної форми поверхонь.

На деталі все поверхні складні, проте які можна обробити як стандартним так і нескладним спеціальним інструментом. На кресленні є такі нетехнологічні конструктивні елементи як шийки валів з високою точністю. Також нетехнологічними елементами є закриті пази.

Також до нетехнологічним елементів можна віднести радіуси та фаски різних розмірів, які хоча і є вільними розмірами, але дещо ускладнюють процес обробки.

Отже по геометричним формам поверхонь деталь є технологічною.

- оцінка технологічності по можливості зміни форми деталі, яка дозволяла б вибрати найвигідніший розкрій матеріалу і можливості використання відходів для виготовлення інших деталей.

За цим показником деталь є нетехнологічною, так як абсолютно всі поверхні на деталі обробляються, а отже збільшити кількість поверхонь, які не

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 18510160-00 ПЗ

обробляються або зробити якісь поверхні необроблених ми не можемо виходячи зі службового призначення деталі і тих розмірів і тієї точності, які задав конструктор на кресленні.

Заготовку для даної деталі можна отримувати двома методами, а саме вільним куванням на молотах або прокатом (виходячи з конфігурації та розмірів деталі). В першому випадку заготовка має ступінчасту форму. Все що буде залишатися після обробки цієї заготовки це стружка, яка надалі піде на переплавку. Отже за даним показником деталь нетехнологічна.

- оцінка технологічності конструкції по простановці розмірів.

Базовою інформацією для оцінки технологічності конструкції по даному пункту є креслення деталі «Вал». В цілому по простановці розмірів деталь технологічна.

Також на кресленні є точні «класні» розміри:  $\varnothing 80g6$ ,  $\varnothing 80h6$  та  $\varnothing 85h8$ . Ці розміри, особливо перші два вимагають трьох - чотирьох стадій обробки замість однієї - двох, що робить деталь нетехнологічною.

Також на кресленні є допуски розташування, а саме допуски радіального і торцевого биття 0,02 мм. Витримування цих допусків також несе додаткову трудомісткість в обробку, що нетехнологічно.

У технічних вимогах зазначено, що заготовка для деталі повинна виготовлятися за вимогами V-ї групи поковок, тобто ці поковки необхідно піддавати повному контролю твердості, що збільшує вартість деталі в порівнянні з I-ю групою поковок, які не підлягають контролю. Поковки V-ї групи, які піддаються 100% - му контролю та випробуванням на міцність характеристики, зразки для яких необхідно передбачити при отриманні заготовки, що призведе до зайвої масі, зменшення коефіцієнта використання матеріалу, а отже і до збільшення вартості деталі, що є нетехнологічним. Можна зробити висновок, що конструктор проставив V групу поковок грамотно і сходячи з службового призначення деталі і виробу. В цілому вимога креслення виготовляти деталь з V-ї групи поковок вважаємо нетехнологічним.

										Лист
										19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 18510160-00 ПЗ

- оцінка технологічності за правильністю обґрунтування прийнятих значень граничних відхилень.

Дана оцінка проведена в аналізі технічних вимог докладно з усіма обґрунтуваннями в пункті 2. На основі цього можна зробити висновок, що деталь технологічна по даному показнику.

- оцінка за технологічністю заготовки.

В умовах дрібносерійного виробництва способами отримання заготовки виходячи з технічних вимог креслення деталі можуть бути або поковка штампована кована на молотах або прокат. Поковка, що отримується вільним куванням на молотах має великі припуски і напуски, що в свою чергу веде до збільшення маси, а отже і істотного збільшення вартості заготовки. Отримання поковки на молотах виконується універсальними інструментами, робочими високої кваліфікації (4-6 розряди), що також збільшує собівартість, а отримання заготовки прокатом, тобто потрібна лише операція відрізання виконується робітниками 2-го або 3-го розрядів.

Єдиним мінусом отримання поковки на молотах є висока вартість виготовлення спеціального штампа для отримання заготовки, але техніко-економічне обґрунтування методу отримання заготовки буде проводитися в наступних пунктах.

За умови забезпечення технологічності подальшої механічної обробки більш раціональним є отримання заготовки прокатом.

Деталь є недостатньо жорсткою, так як відношення  $l / d < 1$  ( $1420/90 > 10$ ) (більш докладно в пункті 2). Деталь можна обробляти в універсальних пристроях, але це веде до збільшення трудомісткості налагодження, тому на деяких операціях застосовують спеціальні пристосування. Доступ ріжучого інструменту при обробці на одношпindelних верстатах одним інструментом при послідовній схемі обробці необмежений. При обробці комбінованими інструментами, а також обробці декількома інструментами декількох поверхонь можуть виникнути проблеми.

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 18510160-00 ПЗ

В цілому ж конструкція деталі технологічна і більшого вдосконалення, ніж це зробив конструктор без шкоди для службового призначення деталі і виробу, на даному етапі розвитку науки і техніки запропонувати неможливо.

Кількісний аналіз технологічності деталі.

Визначення коефіцієнта використання матеріалу:

$$K_{им} = \frac{M}{M_з}, \quad (4.1)$$

де  $M$  – маса готової деталі,  $M = 72$  кг

$M_з$  – маса заготовки,  $M_з = 115$  кг

$$M_з = M \cdot K_p = 72 \cdot 1,6 = 115 \text{ кг} \quad (4.2)$$

$$K_{им} = \frac{72}{115} = 0,65$$

Визначення рівня технологічності конструкції по використанню матеріалу:

$$K_{yu} = \frac{K_{б\text{им}}}{K_{им}}, \quad (4.3)$$

де  $K_{б\text{им}}$  – базовий коефіцієнт використання матеріалу,  $K_{б\text{им}} = 0,45$  (за даними підприємства, на якому виготовлялася деталь);

$$K_{yu} = \frac{0,45}{0,65} = 0,7.$$

Визначаємо коефіцієнт точності обробки:

$$K_{mu} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{\sum n_i}{\sum T \cdot n_i} \quad (4.4)$$

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

де  $\sum n_i$  – число розмірів відповідного класу точності;

$T$  – клас точності обробки.

$$\sum n_i = 1 + 1 + 1 + 5 + 1 = 9.$$

$$\sum T \cdot n_i = 9 \cdot 4 + 12 \cdot 2 + 14 \cdot 10 = 200.$$

$$K_m = 1 - \frac{17}{200} = 0,91 > 0,8.$$

За цим показником деталь технологічна.

Визначаємо коефіцієнт шорсткості:

$$K_w = \frac{1}{\sum \text{Ш}_{cp}} = \frac{\sum n_{im}}{\sum \text{Ш} \cdot n_{im}}, \quad (4.5)$$

де  $\sum n_{im}$  – число поверхонь відповідного класу шорсткості

$$\sum \text{Ш} \cdot n_{im} = 0,8 \cdot 5 + 1,6 \cdot 2 + 6,3 \cdot 10 = 71,2.$$

$$K_w = \frac{17}{71,2} = 0,25 < 0,32.$$

За цим показником деталь технологічна.

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

## 5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Від вибору технологічного процесу отримання заготовки залежить кількість матеріалу, що витрачається, якість і трудомісткість подальшої механічної обробки при виготовленні деталі. Оптимальний технологічний процес вибирають на основі розрахунку і порівняння, можливих за даних умов варіантів виготовлення деталі, куди входить і вартість вихідної заготовки. Оцінку економічної ефективності нової технології, вибір найбільш економічного варіанта виробництва деталей здійснюють за допомогою порівняльного аналізу вартісних і натуральних техніко-економічних показників.

Виходячи з конфігурації заданої деталі доцільно застосувати гарячекатаний прокат (ГОСТ 2590-88) [5]. Заготовки з прокату застосовуються для деталей, по конфігурації, що наближаються до якогось виду даного прокату, коли немає значної різниці в поперечних перетинах деталі і коли можна при отриманні остаточної її форми уникнути зняття великої кількості металу.

Виходячи з маршруту технологічного процесу заводського варіанту заготівлею для деталі "Вал" є прокат Ø110 і довжиною 1430 мм. Коефіцієнт використання матеріалу такої заготовки становить.

Додатково приймаємо на довжину припуск на виготовлення зразків на механічні випробування 150 мм та припуски на відрізання 5 мм.

$$K_m = \frac{G_d}{G_z}, \quad (5.1)$$

де  $G_d$  – маса готової деталі,  $G_d = 72$  кг;

$G_z$  – витрата матеріалу на заготовку, кг:

$$G_z = \frac{\pi d^2 l}{4} \rho, \quad (5.2)$$

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

де  $\rho$  – густина матеріалу заготовки,  $\rho = 7,85$  г/см<sup>3</sup>;

$d$  – діаметр заготовки,  $d = 100$  мм;

$l$  – довжина заготовки,  $l = 1585$  мм.

$$\text{Тоді } G_3 = \frac{\pi \cdot 11^2 \cdot 158}{4} \cdot 7,85 = 97 \text{ кг.}$$

$$\text{Тоді } K_{м1} = \frac{72}{97} = 0,75.$$

Розрахунок вартості заготовки з прокату.

Собівартість заготовки з прокату визначаємо за формулою згідно [8], грн:

$$S_{\text{с\`ал}} = M + \sum C_{\text{іс}}, \quad (5.3)$$

де  $M$  – затрати на матеріал заготовки, грн;

$$M = Q_1 S - (Q_1 - q) \frac{S_{\text{іод}}}{1000}, \quad (5.4)$$

де  $Q_1$  – маса заготовки з проката,  $Q_1 = 97$  кг;

$S$  – ціна 1кг матеріалу заготовки,  $S = 30$  грн.;

$q$  – маса готової деталі,  $q = 72$  кг;

$S_{\text{отх}}$  – ціна 1т відходів  $S_{\text{отх}} = 1000$  грн.

Тоді

$$M = 97 \cdot 30 - (97 - 72) \cdot \frac{1000}{1000} = 4670 \text{ грн.}$$

$\sum C_{\text{іс}}$  – технологічна собівартість операцій правки, калібрування прутків, різання їх на штучні заготовки, грн:

$$\sum C_{\text{оз}} = \frac{C_{\text{нз}} T_{\text{ум}}}{60 \cdot 100}, \quad (5.5)$$

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24



де  $C_{пз}$  – приведені витрати на робочому місці: правки 100 грн/год., порізки 50 грн/год.;

$T_{шт}$  – штучний час на заготівельну операцію,  $T_{шт} = 60$  хв.

Тоді

$$\sum C_{оз} = \frac{(100 + 50) \cdot 60}{60} = 150 \text{ грн.}$$

Тоді  $S_{заг1} = 4670 + 150 = 4820$  грн.

Розрахунок вартості штампованої заготовки

Собівартість штампованої заготовки визначаємо за формулою згідно [8], грн:

$$S_{заг2} = \left( \frac{C_i}{1000} Q_2 K_m K_M K_c K_6 K_n \right) - (Q - q) \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (5.6)$$

де  $C_i$  – ціна 1т матеріалу заготовки,  $C_i = 50000$  грн.;

$Q_2$  – маса штампованої заготовки, кг:

$$Q_2 = q \cdot K_p, \quad (5.7)$$

де  $q$  – маса готової деталі,  $q = 72$  кг;

$K_p$  – коефіцієнт для визначення орієнтовної маси поковки, для валів  $K_p = 1,6$  [11];

$K_T$  – коефіцієнт, що залежить від точності штампування по ГОСТ 7505-89 (для нормальної точності),  $K_T = 1$ ;

$K_M$  – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу,  $K_M = 1,13$ ;

$K_c$  – коефіцієнт, що залежить від групи складності,  $K_c = 0,77$ ;

$K_6$  – коефіцієнт, що залежить від матеріалу штампування,  $K_6 = 0,7$ ;

$K_n$  – коефіцієнт, що залежить від обсягу виробництва заготовок,  $K_n = 1$ ;

$S_{отх}$  – ціна 1т відходів,  $S_{отх} = 1000$  грн.

Тоді  $S_{заг2} = \left( \frac{50000}{1000} \cdot 95 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,13 \cdot 0,77 \cdot 0,7 \cdot 1 \right) - (115 - 72) \cdot \frac{1000}{1000} = 5650$  грн.

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

$$K_{м2} = \frac{72}{115} = 0,7.$$

Таким чином бачимо, що  $Q_1 > Q_2$ ,  $K_{м1} > K_{м2}$ ,  $S_{зар1} < S_{зар2}$ .

На підставі отриманих результатів, можна зробити висновок: отримання заготовок з прокату вигідніше, тому що собівартість заготовки нижче, а форма заготовки максимально наближена до форми деталі.

Згідно [10], вибираємо  $\varnothing 100 (+0,4; -1,7)$  мм.

Призначаємо технічні вимоги на виготовлення заготовки:

1. Прокат  $\frac{100 - В \text{ ГОСТ } 2590 - 88}{14X17H2 \text{ ГОСТ } 5632 - 72}$ .
2. Піддати термообробці для зняття внутрішніх напружень.
3. Овальність прокату не повинна перевищувати 75% суми граничних відхилень по діаметру.
4. Кривизна прокату не повинна перевищувати 0,2% довжини.
5. Кривизна різку прутка не повинна перевищувати 1 мм.
6. Кривизну прокату вимірюють на ділянці довжиною не менше 1 м на відстані не менше 100 мм від кінця прутка.
7. Діаметр і овальність прокату вимірюють на відстані не менше 100 мм від кінця прутка.
8. Відсутність внутрішніх дефектів перевіряти методом УЗД. Максимальна еквівалентна площа допускається дефекту - 10 мм<sup>2</sup>. Сума еквівалентних площ всіх зафіксованих дефектів на ділянці довжиною 1000 мм контрольованої заготовки вала не повинно перевищувати 50 мм<sup>2</sup>, при цьому найменша відстань між сусідніми дефектами має бути не менше 30 мм.
9. Контролю піддати кожен заготовку. Відбір проб і значення технічних властивостей як для поковки Гр. V ГОСТ 25054-81.
10. Маркувати ударним способом: номер замовлення і номер деталі.
11. \* Розмір для довідок.

										Лист
										26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 18510160-00 ПЗ

## 6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

### 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Виконаємо розрахунок припусків та знайдемо розміри на обробку циліндричної поверхні  $\varnothing 85h6$  мм по принципу професора Кована В.М.

Розрахунок проведений на ЕОМ та показаний в додатку Б.

Розрахункова формула для знаходження припуску зовнішньої циліндричної поверхні має вигляд:

$$2z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (6.1)$$

де  $R_{z_{i-1}}$  – величина мікронерівностей поверхні отриманої на попередній операції (переході);

$T_{i-1}$  – глибина дефектного шару поверхні отриманої на попередній операції (переході);

$\rho_{i-1}$  – величина просторового відхилення форми поверхні отриманої на попередній операції (переході);

$\varepsilon_i$  – похибка на виконуваний операції (переході).

Перераховані показники є величинами табличними окрім  $\rho_{i-1}$ , яка розраховується як

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{екс}}^2 + \rho_{\text{см}}^2} = 1000 \text{ мкм},$$

а  $\rho_{i-1}$  знаходиться в відсотковому відношенні від  $\rho_{\text{заг}}$  тоді

$$\rho_{\text{черн}} = \rho_{\text{заг}} k_y,$$

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

де  $k_y=0,04-0,06$ , в залежності від переходу. Знайдемо для кожного з переходів:

$$\rho_{\text{чер}} = 1000 \cdot 0,06 = 60 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{\text{н/ч}} = 1000 \cdot 0,05 = 50 \text{ мкм.}$$

Вихідні данні для розрахунку припусків на ЕОМ приведені в табл. 6.1, а самі результати розрахунку у додатку.

Таблиця 6.1 – Вихідні данні

Найменування переходу	Точність	Граничні відхилення	Допуск Т, мкм	Елементи припуску, мкм				
				$R_{zi-1}$	$h_{i-1}$	$\rho_{i-1}$	$\varepsilon_{y, \text{мкм}}$	
							$\varepsilon_6$ мкм	$\varepsilon_3$ мкм
-	Т4 ГОСТ 7505-89	+0,4 -1,7	2100	200	300	1104	-	-
Точіння чорнове	h14	0 -0,87	870	125	120	66	50	50
Точіння напівчистове	h11	0 -0,22	220	32	30	44	0	0
Точіння чистове	h8	0 -0,054	54	10	20	22	0	0
Шліфування	h6	0 -0,022	22	3,2	6	11	0	0

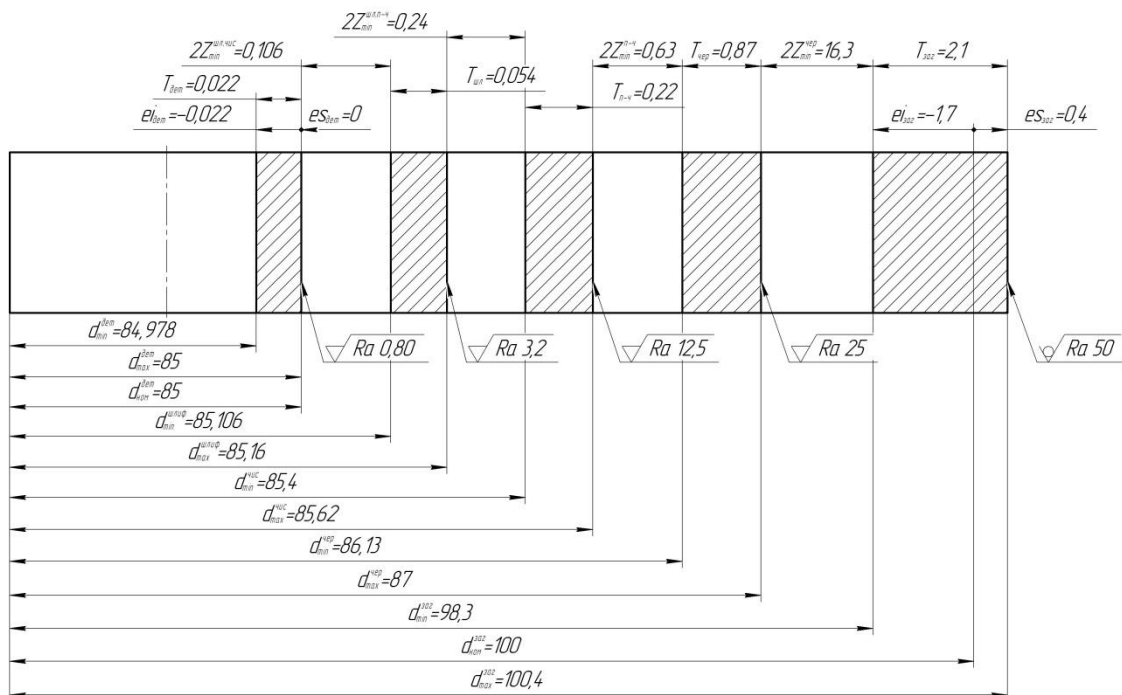


Рисунок 6.1 – Схема розміщення припусків на обробку діаметрального розміру  $\varnothing 85h6$  мм

Порівнюючи розмір, визначений аналітичним методом та за допомогою ДСТУ робимо висновок, що вони майже не відрізняються, тому розрахунки проведені вірно.

## 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки

Якість виготовлення деталі у великій мірі залежить від правильності встановлення та закріплення заготовки на верстаті. Установка складається з базування, тобто орієнтації заготовки щодо виконавчих органів верстата, інструменту або траєкторії його переміщення, і закріплення, а саме докладання зусиль до заготівлі для фіксації положення заготовки, досягнутого при базуванні.

Поверхня, використовувана для базування, повинна відповідати таким вимогам:

- великі розміри, геометрично правильна форма;
- низька шорсткість поверхні (без задирів, напливів, буртиков, залишків ливникової системи і т.д.);
- безпосередня розмірна зв'язок з оброблюваною поверхнею, близьке розташування до оброблюваної поверхні;
- відсутність значущих деформацій і низькою жорсткості базових поверхонь;
- використання принципу сталості баз;
- можливість простого і зручного закріплення заготовки.

Для розгляду та аналізу у цьому пункті було обрано фрезерно-центрувальну та токарну з ЧПК операції:

Для двох аналізованих операцій розглянемо дві різних схеми базування для отримання точності лінійних розмірів. Точність діаметральних розмірів буде досягатися за рахунок точності позиціонування робочих елементів верстата.

Схеми базування заготовки на фрезерно-центрувальній операції 035 приведені на рисунках 6.2-6.3.

Для визначення, який варіант з точки зору досягнення точності краще розрахуємо похибку базування.

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

На даній операції виконується одночасне фрезерування обох торців вала в розмір  $L = 1420h_{11} (-0,87)$  мм, а потім одночасна зацентровка обох торців вала - отвори типу В6.3 ГОСТ 14034-74. Тому дана операція полягає - з одного установка - однієї позиції - двох технологічних переходів: 1) фрезерування торців; 2) зацентровка торців.

Як варіанти базування можна запропонувати два варіанти: заготовка встановлюється на призми і притискається двома прихватами (рис.6.2) та заготовка встановлюється на самоцентрувальні призми (рис.6.3).

Розглянемо перший варіант

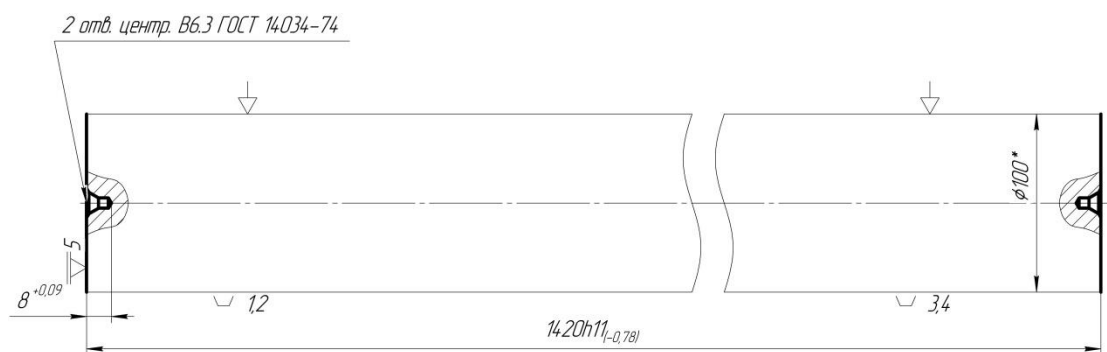


Рисунок 6.1 - Схема установки заготовки на призми з притиском прихватами

Похибки базування, на виконавчі розміри даної операції:

- лінійні розміри: для розміру  $L = 1420 h_{11} (-0,78)$  мм дорівнює нулю  $\varepsilon_{\delta} = 0$  тому, що він виходять методом автоматичної настройки інструменту на розмір;
- для глибини центрових отворів дорівнює нулю  $\varepsilon_{\delta} = 0$  тому вже оброблені торці вала є настроювальної базою;
- в радіальному напрямку - ексцентриситет розташування центрових отворів В6.3 ГОСТ 14034-74 [5]:

$$e = 0,5Td \frac{1}{\sin \alpha/2}, \quad (6.4)$$

де  $Td$  – допуск на діаметр установочної поверхні,



(рис. 6.3) приймаємо базування за допомогою плаваючого і обертового центрів, а у другому – жорсткого і обертового (рис. 6.4).

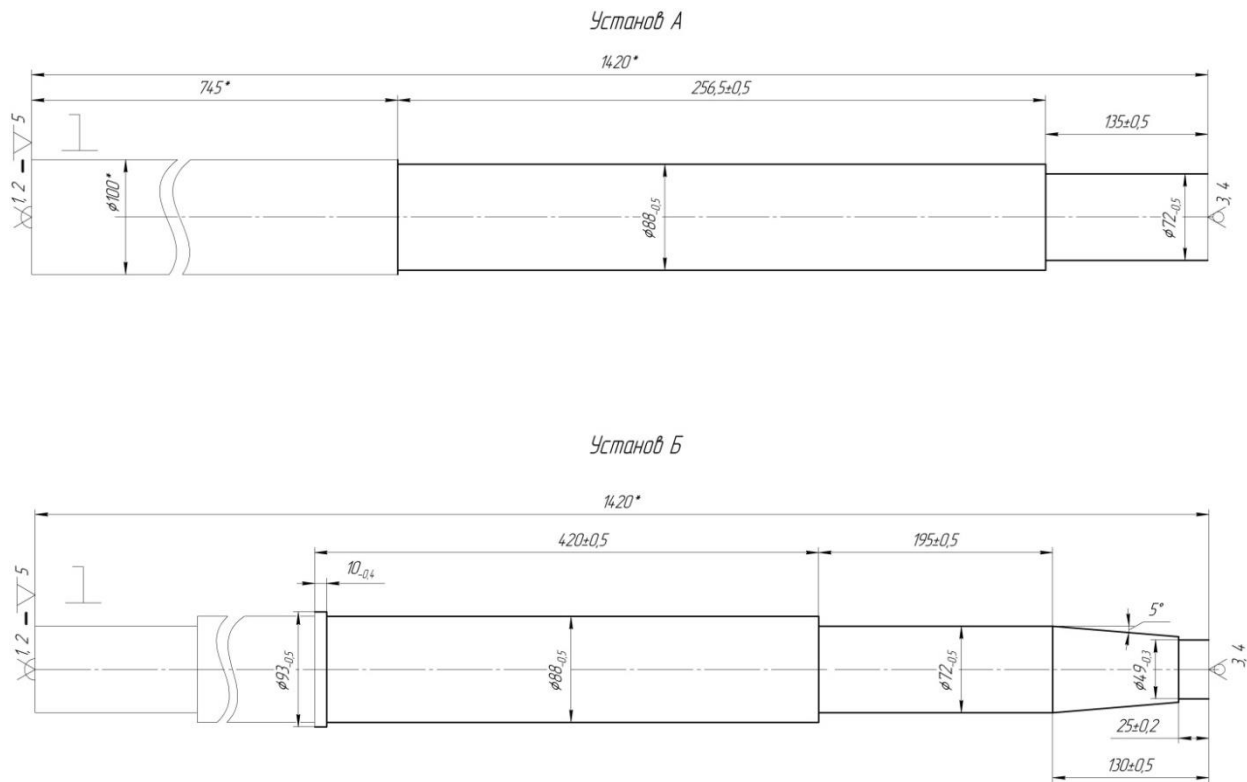


Рисунок 6.3 – Схема базування вала із плаваючим центром

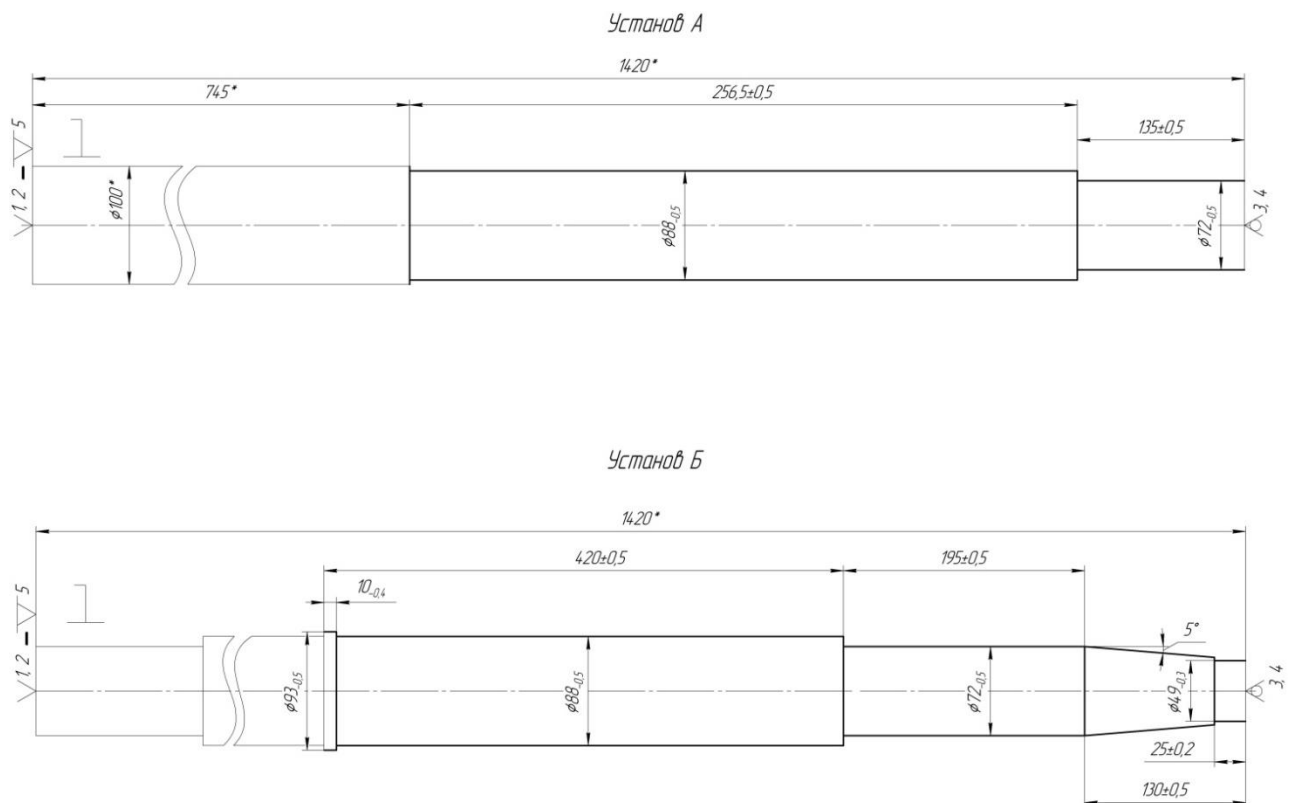


Рисунок 6.4 – Схема базування вала із жорстким центром

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 18510160-00 ПЗ

Лист

31



У даному випадку точність лінійних розмірів визначається похибкою базування тому розглянемо похибку на найбільш точний лінійний розмір 25 мм:

- за варіантом 1:  $\varepsilon_{\phi 25} = 0,05 < T_{25} = 0,4$  мм, - браку не виникатиме;

- за варіантом 2:  $\varepsilon_{\phi 25} = 0,05 + 0,78 = 0,83 > T_{25} = 0,4$  мм, - брак може виникати.

Отже приймаємо варіант базування 1 з плаваючим центром.

У даних варіантах:

- 0,05 мм – похибка позиціонування верстата;

- 0,78 мм – похибка на довжину деталі;

- 0,4 мм – допуск на розмір 25 мм

### 6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата

Металорізальний верстат вибирається виходячи з вимог до якості поверхні, яку необхідно отримати, необхідної потужності двигунів, габаритів, типу виробництва, кількості інструментів на даній операції.

#### Фрезерно-центрувальна операція 035

Так як тип виробництва дрібносерійний, деталь типу тіла обертання з точністю оброблюваних поверхонь на даній операції не більше IT12, якістю Ra не більше 3,2 мкм, методи обробки поверхонь - фрезерування і свердління, для обробки необхідно чотири ріжучих інструменту - тому приймаємо фрезерно-центрувальний напівавтомат моделі МР-75М [8].

Дане обладнання було вибрано з урахуванням наступних показників:

- технологічні методи обробки поверхонь: для обробки вищевказаних поверхонь було розглянуто перелік фрезерно-центрувальних верстатів, проаналізувавши, був обраний верстат моделі МР-75М;

- потужність двигуна: верстат даної моделі оснащений 30 кВт двигуном, якого достатньо для фрезерування, тому що саме при фрезеруванні на даній операції необхідно найбільша потужність різання;

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

- габарити робочого простору: дане обладнання дозволяє обробляти заготовки діаметром - до 150 мм, і довжиною - до 2500 мм, що дозволить встановити заготовку, найбільший хід головки фрези - 250 мм, що дозволить обробити торцеві поверхні заготовки вала;

- тип виробництва: при дрібносерійному виробництві перевага віддається універсального обладнання, таким обладнанням є верстат моделі МР-75М (напівавтомат);

- встановлену кількість інструментів: верстат дозволяє встановити дві торцеві фрези і два центрових свердла, чого необхідно і достатньо для здійснення обробки з одного установа і однієї позиції всіх поверхонь.

Технічна характеристика верстата:

а) діаметр оброблюваної заготовки, мм - 25-150

б) довжина оброблюваної заготовки, мм - 500-2500

в) число швидкостей фрезерних шпинделів - 6

г) частота обертання фрезерних шпинделів, об / хв. - 125-725

д) найбільший хід фрезерної головки, мм - 250

е) робочі подачі фрезерної головки з б / с регулюванням, мм / хв - 20-400

ж) кінець фрезерного шпинделя по ГОСТ 836-72 50

з) число швидкостей свердлильних шпинделів - 6

і) частота обертання свердлильних шпинделів, об / хв - 225-1125

к) найбільший хід сверлильної головки, мм - 75

л) потужність всіх електродвигунів, кВт - 30

м) габаритні розміри верстата, мм - 4000 × 1700

Токарна з ЧПК операція 045

Для обробки циліндричних поверхонь на підприємстві застосовувався токарно-гвинторізний верстат моделі 1М63. Враховуючи умови дрібносерійного виробництва, більш доцільно застосовувати верстат, який дозволить проводити обробку більш продуктивно, а саме 16М30РФ3 з системою ЧПК «WL4».

						ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			33

Пристрій числового програмного керування «WL4» -це адаптивна контурна система управління сімейства WL, призначена для управління фрезерними, токарні, свердлильні верстатами, які оснащені регульованими кроковими приводами подач. Ця система призначена для обслуговування зовнішніх пристроїв, введення - виведення, редагування КП та її обробки, розрахунок циклів обробки та видачі керуючих сигналів на технологічне обладнання.

Цей верстат призначений для різних типів токарної обробки заготовок. Головною перевагою є можливість установки різних типів ЧПК - замкнуті, розімкнуті. Для цього в конструкції передбачені контактні роз'єми. Число керованих координат при виконанні формоутворення обмежено двома.

Верстат 16М30РФ3 призначений для токарної обробки деталей типу тіл обертання в замкнутому напівавтоматичному циклі в умовах серійного та малосерійного виробництва. При потребі систему можна вмонтовувати в гнучкий виробничий модуль (ГВМ) за умови модернізації коробки швидкостей. Клас точності верстата – Н за ГОСТ 8 – 82.

Технічна характеристика верстата:

- а) найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом– 300 мм;
- б) найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною– 600 мм;
- в) найбільша довжина оброблюваної заготовки - 2000мм;
- г) частота обертання шпинделя- 16...1600хв-1;
- д) число частот обертання шпинделя - 25;
- е) межі робочих подач (поздовжніх та поперечних): 0,01-16 мм/об;
- ж) потужність електродвигуна головного привода, кВт – 22;
- з) найбільша допустима сила приводу подач верстата по осям X,Z – 15000 Н
- і) точність позиціонування по осям X, Z – 0,05 мм.
- к) маса з шафою ЧПК, кг: 5800

#### 6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Операція 035 - фрезерно-центрувальна.

Вибір верстатного пристосування.

Вибір верстатного пристосування залежить від типу виробництва, такту випуску і коефіцієнта завантаження верстата, від прийнятої схеми базування заготовки, від можливості забезпечення точнісних вимог операції і від обраного верстата.

При виборі перевага віддається багатомісним, стандартним і нормалізованим пристосуванням, що пов'язано з типом виробництва - дрібносерійне. Вибір пристосування здійснювався за довідниками [12 - 15].

В даний час заготовка обробляється з використанням нормалізованих призм і прихватів. Застосування спеціалізованого пристосування з механізованим приводом, дозволить знизити трудомісткість операції, зменшити штучний час, підвищити стабільність точностних параметрів операції. Орієнтовно в заданих умовах слід визнати найбільш раціональної систему нерозбірних спеціальних пристосувань (НСП). З цього приймаємо спеціальне пристосування для фрезерно-центрувальної операції, яке складається з призм і прихватів з механізованим приводом - що знизить допоміжний час виконання операції.

Вибір металорізального та допоміжного інструментів

Вибір інструмента залежить від таких факторів: моделі верстата; методу обробки; матеріалу заготовки, її розмірів і конфігурації; необхідної точності обробки і шорсткості оброблених поверхонь; типу виробництва (одиничне, серійне, масове).

Вибір інструмента починають з вибору матеріалу ріжучої частини в залежності від матеріалу заготовки, етапу обробки, її термічної обробки.

Оскільки оброблювана заготовка виготовлена зі сталі 14X17H2, то в якості матеріалу для ріжучої частини приймемо твердий сплав для фрез і

						ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			35

швидкорізальної сталь для осьового інструменту, які за більшістю критеріїв підходить і для обробки цього матеріалу [12 - 15].

Для обробки даної заготовки на фрезерно-центрувальному верстаті вибираємо наступний ріжучий і допоміжний інструмент:

Для фрезерування торців вала - дві фрези торцеві з механічним кріпленням багатогранних пластин з твердого сплаву Т14К8, з числом зубів  $z = 10$  і  $\varnothing 160$  2214-0399 по ГОСТ 26595-85, діаметр фрез прийнятий зі співвідношення  $D = (1,25 \div 1,5) B$ , де  $B$  - ширина фрезерування тобто дорівнює діаметру заготовки вала  $\varnothing 100$ ; для установки фрез в шпиндель верстата - необхідно дві оправки для насадних торцевих фрез 6222-0138 по ГОСТ 26538-85;

Для свердління центрових отворів - два свердла центровочних комбінованих з швидкорізальної сталі Р6М5  $\varnothing 6,3$  2317-0020 по ГОСТ 14952-75; для установки в верстат свердел - необхідно два патрона цангових 191-113-050 по ГОСТ 25557-82.

Вибір контрольно-вимірювального інструмента

Для дрібносерійного виробництва характерне застосування універсальних вимірювальних інструментів [12]. На даній операції необхідно перевірити шорсткість оброблених поверхонь згідно ескізу, перевірити лінійні і діаметральні розміри. Для контролю цих параметрів вибираємо такі контрольно-вимірювальні інструменти:

- лінійка ЛП-2500 ГОСТ 427-75;
- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;
- зразки шорсткості ГОСТ 9378-93.

Операція 045 – токарна з ЧПК.

Для установки і закріплення деталі «Вал» на операції 035 в якості пристроїв використовуємо універсальне пристосування – центр плаваючий ГОСТ 2576-79, центр обертовий А-1-5-Н ГОСТ 8742-75. Центра були обрані, враховуючи дрібносерійний тип виробництва. В даному пристосуванні шляхом нескладного переналагодження можуть оброблятися деталі подібні заданої (штоки, вали з  $l / d > 5$ ).

						ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			36

Люнет 6046-0011 ГОСТ 21190-75. Так як жорсткість вала недостатня зважаючи на порівняно велику його довжину, то з метою уникнення прогину, вібрацій і пружних деформацій при обробці, що знижує якість обробленої поверхонь застосовуємо лунет.

Для обробки заданих поверхонь на операції застосовуємо такі прогресивні ріжучі інструменти, взамін інструментів з напайними пластинами:

- Різець прохідний упорний PCLNR2525K12 з T5K10 - для точіння зовнішніх поверхонь і підрізання торців;

При обробці застосовуємо мастильно - охолоджуюча рідина 7-10% Укрінол-1 ТУ 38 - 101197 - 76 для можливості здійснення обробки з більш високими швидкостями різання.

Допоміжні інструменти для даної не потрібні так як всі ріжучі інструменти безпосередньо встановлюються в рсцетримач верстата.

Для контролю розмірів на операції 030 - токарна з ЧПК застосовуємо універсальний шкальний інструмент:

- лінійка ЛП-2500 ГОСТ 427-75;
- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;
- зразки шорсткості ГОСТ 9378-93.

### 6.5 Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання виконуємо для одного - першого переходу фрезерування торців вала розрахунково-аналітичним методом, а для другого переходу - свердління центрових отворів здійснюємо вибір режимів різання табличним методом.

Операція 035 Фрезерно-центрувальна.

Перехід 1 - фрезерування торців вала (рис. 6.2) Ø100 мм з глибиною різання  $t = 4,5$  мм. Ширина фрезерування буде дорівнює діаметру заготовки

$B = 100$  мм.

Вибираємо подачу на зуб фрези по [5]:  $S_z = 0,1$  мм / об.

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Розраховуємо швидкість різання за емпіричною формулою згідно [5], м / хв:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} \cdot K_V, \quad (6.7)$$

де  $T$  - середнє значення періоду стійкості інструменту, хв; згідно [5]:

$$T = 240 \text{ хв.}$$

Коефіцієнти для даної формули рівні згідно [5]:  $C_V = 332$ ,  $q = 0,2$ ,  $x = 0,1$ ,  
 $y = 0,4$ ,  $u = 0,2$ ,  $p = 0$ ,  $m = 0,2$ .

$K_V$  - загальний поправочний коефіцієнт що враховує якість оброблюваного матеріалу і визначається за формулою:

$$K_V = K_{MV} K_{ПВ} K_{IV}, \quad (6.8)$$

де  $K_{MV}$  - коефіцієнт що враховує якість оброблюваного матеріалу і визначається за формулою згідно [5]:

$$K_{MV} = K_{\bar{A}} \left( \frac{750}{\sigma_{\bar{A}}} \right)^{n_V}, \quad (6.9)$$

де  $\sigma_{\bar{A}} = 685$  МПа - межа міцності оброблюваного матеріалу, сталь 14X17H2;

$K_{\bar{A}}$  - характеризує групу стали по оброблюваності,  $K_{\bar{A}} = 0,95$ , сталь хромиста;

$n_V$  - показник ступеня,  $n_V = 1$ .

Отже:

$$K_{MV} = 0,95 \cdot \left( \frac{750}{685} \right)^{1,0} = 1,04;$$

$K_{ПВ}$  - враховує стан поверхні заготовки,  $K_{ПВ} = 0,9$ , прокат з коркою [5];

$K_{IV}$  - враховує матеріал інструменту,  $K_{IV} = 0,8$ , Т14К8 [5].

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Таким чином:

$$K_v = 1,04 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 0,75.$$

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{332 \cdot 160^{0,2}}{240^{0,2} \cdot 4,5^{0,1} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 110^{0,2} \cdot 10^0} \cdot 0,75 = 194 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою, об / хв:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (6.10)$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 194}{\pi \cdot 160} = 385 \text{ об/мин.}$$

Коригуємо частоту обертання шпинделя, тобто приймаємо:  $n = 325$  об / хв.

Визначаємо фактичну швидкість різання, м / хв:

$$V = \frac{\pi D n}{1000}. \quad (6.11)$$

$$V = \frac{\pi \cdot 110 \cdot 325}{1000} = 112 \text{ м/мин.}$$

Визначимо хвилинну подачу по формулі, мм / хв:

$$S_m = S_z z n. \quad (6.12)$$

$$S_m = 0,1 \cdot 10 \cdot 325 = 325 \text{ мм/хв.}$$

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39



Розрахуємо силу різання. Основною складовою сили різання є тангенціальна складова, значення якої знаходимо за формулою згідно [5]:

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{ip} . \quad (6.13)$$

Коефіцієнти для даної формули визначаються згідно [5]:  $C_p = 825$ ,  $x = 1$ ,  $y = 0,75$ ,  $u = 1,1$ ,  $q = 1,3$ ,  $w = 0,2$ .

Поправочний коефіцієнт  $K_{MP}$  враховує вплив якості оброблюваного матеріалу визначаємо за формулою [5]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_{\hat{A}}}{750} \right)^n, \quad (6.14)$$

$$K_{MP} = \left( \frac{685}{750} \right)^{0,75} = 0,93$$

Тангенціальна сила різання дорівнює:

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 4,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 110^{1,1} \cdot 10}{160^{1,3} \cdot 325^{0,2}} \cdot 0,93 = 4655 \text{ Н.}$$

Визначаємо крутний момент на шпинделі за формулою [5], Нм:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100}. \quad (6.15)$$

$$M_{кр} = \frac{4655 \cdot 160}{2 \cdot 100} = 3724 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Визначаємо ефективну потужність різання за формулою [5], кВт:

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$$N_{\dot{a}} = \frac{P_z V}{60 \cdot 1020}. \quad (6.16)$$

$$N_{\dot{a}} = \frac{4655 \cdot 112}{60 \cdot 1020} = 8,54 \text{ кВт.}$$

Так як операція фрезерно-центровальна і перехід - фрезерування торців проводиться одночасно з обох сторін заготовки, то потужність витрачається на різання буде дорівнює:

$$N_p = 2N_c = 2 \cdot 8,54 = 17,09 \text{ кВт.}$$

Для можливості реалізації різання на верстаті повинно виконуватися умова:

$$N_p < N_d \cdot \eta, \quad (6.17)$$

де  $N_d$  - потужність двигунів верстата, 30 кВт;

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії верстата, 0,75.

Перевіряємо умову:

$$N_d \cdot \eta = 30 \cdot 0,75 = 22,5 \text{ кВт.}$$

Так як  $17,09 < 22,5$ , то умова (6.17) виконується на верстаті і процес різання здійснюється.

Основний час роботи верстата на переході визначаємо за формулою, хв:

$$T_i = \frac{L}{S_i} i, \quad (6.18)$$

де  $L$  - довжина шляху інструменту, що враховує довжину врізання;

$S_m$  - хвилинна подача, мм / хв;

$i$  - кількість проходів.

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Тоді:

$$T_{o,фр} = \frac{100 + 50}{325} \cdot 1 = 0,49 \text{ хв.}$$

Результати розрахунку режимів різання наведені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 - Режими обробки на переходи операції 035

Номер і текст переходу	Параметр режимів обробки					L, мм	T <sub>o</sub> , хв
	t, мм	S, мм/хв	n, об/хв	V, м/хв	i		
1 Фрезерувати торці	4,5	325	325	112	1	160	0,49
2 Центрувати торці	3,15	22,5	225	14	1	20	0,89

Режими різання аналітичним способом для операції 045 - токарна чорнова:

Дано: D = 100 мм, d = 88 мм, L = 540 мм, матеріал – 14X17H2, ріжучий інструмент із матеріалу Т5К10.

Алгоритм визначення режиму різання: t → S → V → n → T<sub>o</sub>.

Глибина різання, мм:

$$t = \frac{D - d}{2}, \quad (6.19)$$

де D – діаметр заготовки до обробки, D = 100 мм;

d – діаметр деталі після обробки, d = 88 мм.

Тоді  $t = \frac{100 - 88}{2} = 6 \text{ мм.}$

Вибираємо подачу по [5]: S<sub>m</sub> = S<sub>o</sub> = 0,2 мм/об.

Розраховуємо швидкість різання за емпіричною формулою згідно [5], м/хв:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, \quad (6.20)$$

де  $T$  – стійкість інструменту, хв; згідно [5]:  $T = 60$  хв;

Коефіцієнти для даної формули рівні згідно [5]:  $C_V = 220$ ,  $x = 0,15$ ,  $y = 0,2$ ,  
 $m = 0,2$ ;

$K_V$  – загальний поправочний коефіцієнт що враховує якість оброблюваного матеріалу і визначається за формулою:

$$K_V = K_{MV} K_{ПВ} K_{ИВ}, \quad (6.21)$$

де  $K_{MV}$  – коефіцієнт що враховує якість оброблюваного матеріалу і визначається за формулою згідно [5]:

$$K_{MV} = K_{\bar{A}} \left( \frac{750}{\sigma_{\bar{a}}} \right)^{n_V}, \quad (6.22)$$

де  $\sigma_{\bar{a}} = 685$  МПа - межа міцності оброблюваного матеріалу, сталь 14X17H2;

$K_{\bar{A}}$  - характеризує групу стали по оброблюваності,  $K_{\bar{A}} = 0,95$ , сталь хромиста;

$n_V$  - показник ступеня,  $n_V = 1$ .

Отже:

$$K_{MV} = 0,95 \cdot \left( \frac{750}{685} \right)^{1,0} = 1,04;$$

$K_{ПВ}$  - враховує стан поверхні заготовки,  $K_{ПВ} = 1,0$ , прокат без корки [5];

$K_{ИВ}$  - враховує матеріал інструменту,  $K_{ИВ} = 1,0$ , Т5К10 [5].

Таким чином:

$$K_V = 1,04 \cdot 1 \cdot 1 = 1,04.$$

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{220}{60^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1,04 = 87,5 \text{ м/хв.}$$

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою, об / хв:

$$n_{\delta} = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (6.22)$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 87,5}{\pi \cdot 88} = 460 \text{ об/мин.}$$

Коригуємо частоту обертання шпинделя, тобто приймаємо  $n = 500$  об/хв.

Визначаємо фактичну швидкість різання, м / хв:

$$V = \frac{\pi D n}{1000}. \quad (6.23)$$

$$V = \frac{\pi \cdot 88 \cdot 500}{1000} = 91,6 \text{ м/хв.}$$

Визначимо хвилинну подачу по формулі, мм / хв:

$$S_m = S_{\delta} n. \quad (6.24)$$

$$S_m = 0,2 \cdot 500 = 100 \text{ мм/хв.}$$

Розрахуємо силу різання. Основною складовою сили різання є тангенціальна складова, значення якої знаходимо за формулою згідно [5]:

$$P_z = 10 C_p^x S^y V^n K_p. \quad (6.25)$$

Коефіцієнти для даної формули визначаються згідно [5]:  $C_p = 300$ ,  $x = 1$ ,  $y = 0,75$ ,  $n = -0,15$ .

Поправочний коефіцієнт  $K_{mp}$  враховує вплив якості оброблюваного матеріалу визначаємо за формулою [5]:

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_{\dot{a}}}{750} \right)^n, \quad (6.26)$$

$$K_{MP} = \left( \frac{685}{750} \right)^{0,75} = 0,93.$$

Тангенціальна сила різання дорівнює:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 289^{-0,15} \cdot 0,93 = 222 \text{ Н.}$$

Визначаємо ефективну потужність різання за формулою [5], кВт:

$$N = \frac{P_z V}{60 \cdot 1020}. \quad (6.28)$$

$$N = \frac{222 \cdot 182}{60 \cdot 1020} = 3,05 \text{ кВт.}$$

Для можливості реалізації різання на верстаті повинно виконуватися умова:

$$N_p < N_{\delta} \cdot \eta, \quad (6.29)$$

де  $N_{\delta}$  - потужність двигунів верстата, 22 кВт;

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії верстата, 0,75.

Перевіряємо умову:

$$N_{\delta} \cdot \eta = 22 \cdot 0,75 = 16,5 \text{ кВт.}$$

Так як  $3,05 < 16,5$ , то умова виконується на верстаті і процес різання здійснюється.

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Дані розрахунків режимів різання та основного часу по даній операції зводимо в таблицю 6.4.

Таблиця 6.4 – Параметри режимів обробки на операцію 045

Найменування переходу	Параметри режимів обробки					L, мм	T <sub>o</sub> , хв.
	t, мм	s, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	i		
1	2	3	4	5	6	7	8
Установ А							
Точіння Ø72	2	0,2	500	87,2	2	137	2,5
Точіння Ø88	2	0,2	500	91,6	2	258	5,25
Підрізання торця Ø100/Ø88	2	0,2	500	94,2	1	8	0,21
Установ Б							
Точіння Ø49	2	0,2	500	50,9	4	27	1,23
Точіння конуса	2	0,2	500	50,9	5	105	5,61
Точіння Ø72	2	0,2	500	75	4	197	5,45
Підрізання торця Ø88/Ø72	2	0,2	500	75	1	8	0,21
Точіння Ø88		0,2	500	91,6	2	412	6,2
Підрізання торця Ø93/Ø88		0,2	500	94,2	1	5	0,11
Точіння Ø93		0,2	500	97,6	1	14	0,42
Всього							28,32

#### 6.6. Технічне нормування операції

Технічне нормування операцій здійснюємо по вибору з відповідної літератури норм допоміжного часу.

Метою даного нормування є визначення норм штучно - калькуляційного часу на операції.

Дані про режими різання беремо з попереднього пункту.

Основний час на операції складається з сум основних часів на окремих переходах.

						ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			46

Визначаємо допоміжний час, для операції 035, за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{уп} + T_{вим}, \quad (6.33)$$

де  $T_{уст} = 2,5$  хв - час на установку і зняття заготовки [5];

$T_{уп} = 1,4$  - допоміжний час з управління верстата [5];

$T_{вим} = 1,7$  хв - час на вимірювання [5].

$$T_d = 2,5 + 1,4 + 1,7 = 5,6 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d, \quad (6.34)$$

$$T_{оп} = 5,6 + 1,38 = 6,98 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу [5]:

$$T_{доп} = T_{оп} \cdot 4\% = 6,98 \cdot 0,04 = 0,3 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_v. \quad (6.35)$$

$$T_{шт} = 6,98 + 0,3 = 7,28 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{пз}/N, \quad (6.36)$$

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47



де  $T_{п.з} = 35$  хв - підготовчо-заклучний час, що складається з часу: отримання креслення і наряду, ознайомлення з роботою, кресленням, інструктаж майстра, настроювання пристрою подачі ЗОР;

$N = 47$  шт. - кількість деталей у партії.

$$T_{шт-к} = 7,28 + 35/47 = 7,87 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час, для операції 045, за формулою:

де  $T_{уст} = 2,2$  хв - час на установку і зняття заготовки (на один установ) [5];

$T_{уп} = 2,1$  - допоміжний час з управління верстата [5];

$T_{вим} = 2,5$  хв - час на вимірювання [5].

$$T_{д} = 4,4 + 2,1 + 2,5 = 9 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час за формулою:

$$T_{оп} = 28,32 + 9 = 37,32 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу [5]:

$$T_{доп} = T_{оп} \cdot 4\% = 37,32 \cdot 0,04 = 1,5 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою:

$$T_{шт} = 37,32 + 1,5 = 38,82 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

де  $T_{п.з} = 30$  хв - підготовчо-заклучний час, що складається з часу: отримання креслення і наряду, ознайомлення з роботою та кресленням, інструктаж майстра, настроювання пристрою подачі ЗОР;

$N = 47$  шт. - кількість деталей у партії.

$$T_{шт-к} = 37,32 + 30/47 = 37,95 \text{ хв.}$$

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

## 7 ПРОЄКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

Проектування верстатного пристрою на фрезерно-центрувальну операцію.

В даний час заготовка обробляється на універсальному обладнанні в призмах з ручним зажимом прихватами. Застосування спеціального пристрою з механізованим приводом дозволить знизити трудомісткість, підвищити якість параметрів операції. Орієнтовно в заданих умовах слід визнати найбільш раціональної систему нерозбірних пристосувань (СНП) [10].

Уточнення мети технологічної операції. Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції.

Точність розмірів оброблюваних поверхонь.

Довжина  $1420h11_{(-0,78)}$  – лінійний розмір, що повинен бути оброблений з точністю IT11,  $T = 780$  мкм. Відхилення на нього задано конструктором у відповідності зі стандартом ГОСТ 25346-82, так як на даного роду розмірів відхилення задаються у тіло деталі, тому усе вірно.

Точність розмірів центрових отворів розглядати не доцільно, оскільки вона забезпечується інструментом – центровочним свердлом.

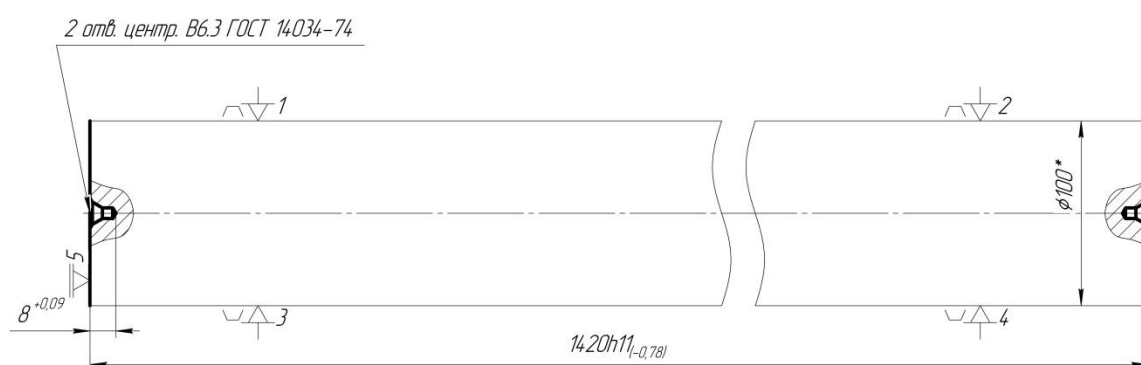


Рисунок 7.1 - Схема базування заготовки на операції

Точність форми оброблюваних поверхонь

На кресленні не позначені допуски форми, тому приймаємо їх рівними 60% від допуску на розмір, який зумовлює цю поверхню.

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Відхилення від площинності торців вала приймаємо в межах допуску на розмір 1420, і він становить 60% від поля допуску

$$T_{\angle, \nabla} = 0,6 \cdot 780 = 476 \text{ мкм згідно [10] допуск дорівнює } 0,476 \text{ мм.}$$

По таблиці [10] визначаємо відносну геометричну точність. Для 14 квалітету - 15 ступінь точності.

Порівнюємо отримане значення відхилення від площинності з табличним значенням по ГОСТ 24643 - 81 [10]. Табличне значення дорівнює 0,4 мм.

Точність розташування оброблюваних поверхонь.

На кресленні не позначені допуски розташування, тому приймаємо їх рівними 0,6 допуску на розмір.

Допуск паралельності стінок паза в межах допуску на розмір 1420 він становить 60% від поля допуску і він дорівнює 0,478 мм. Порівнюємо отримане значення з табличним значенням по [10]. Табличне значення дорівнює 0,4 мм. Приймаємо, що допуск паралельності стінок паза дорівнює 0,4 мм, що відповідає 14-му ступеню точності.

Шорсткість оброблюваних поверхонь.

Шорсткість оброблюваних поверхонь, яка вказана на кресленні, має значення 3,2 мкм за критерієм Ra, а центрових отворів за ГОСТ 14034-74, що регламентує шорсткість на кожну з поверхонь.

З'ясування кількісних і якісних даних про заготовку, що надходить на операцію. На дану операцію заготовка надходить з необробленими базовими поверхнями. Маса заготовки - 103 кг.

Матеріал - сталь 14X17H2 ГОСТ 5632-72. Заготовка має циліндричну форму, цілком жорстка, оброблюваність її задовільна. До базових відносимо поверхні на які буде встановлена заготівля в пристосуванні.

Уточнимо точності параметри поверхонь, що можуть бути базовими.

Точність розмірів базових поверхонь.

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Номинальний діаметр проката  $\varnothing 100(+0,4;-1,7)$  – зовнішня циліндрична поверхня, що відповідає точності IT16,  $\varnothing 100^{+0,4}_{-1,7}$ ,  $T\varnothing 100 = 2100$  мкм. Відхилення на нього задано конструктором за ГОСТ 2590-88.

Точність форми базових поверхонь.

Відхилення циліндричних поверхонь  $\varnothing 100$  характеризуються відхиленням від циліндричності і круглості. Оскільки циліндричність і круглість не обумовлені, приймаємо допуск на них в межах 30% від допуску на діаметри, тобто допуск циліндричності і круглості для розміру  $\varnothing 100$  становить 0,61 мм. Скорегувавши за довідником отримаємо, що відхилення від циліндричності і круглості для розміру  $\varnothing 100$  становить  $T = 0,6$  мм, що відповідає 12 ступеню точності [10].

Точність розташування базових поверхонь.

На кресленні не позначені допуски розташування, тому приймаємо їх рівними 0,6 допуску на розмір, тобто допуск радіального биття для розміру  $\varnothing 100$  становить 1,22 мм. Скорегувавши за довідником отримаємо, що відхилення по радіальному биттю для розміру  $\varnothing 100$  становить  $T = 1,2$  мм, що відповідає 15 ступеню точності [10].

Шорсткість базових поверхонь.

Шорсткість поверхні, зазначена на кресленні заготовки (проката) та відповідає за критерієм Ra 50 мкм, що є достатнім досягнення необхідної точності на даній операції.

Визначення умов в яких буде виготовлятися і експлуатуватися проєктований пристрій.

У проєктованому пристосуванні планується обробляти заготовки з базовими поверхнями саме такими або в межах  $\pm 100$  мм розмірів з вказаними параметрами точності. Іншими словами, адаптивні властивості настановних елементів пристосування повинні знаходитися в межах допусків зазначених розмірів.

									Лист
									57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 18510160-00 ПЗ

Річна програма випуску визначена в 500 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості передбачає дрібносерійний тип виробництва. Але проектування даного пристосування проводиться з метою навчання.

Заготівля буде оброблятися на фрезерно-центрувальному верстаті МР-75. Паспортні дані верстата наведені раніше у розділі 6.4.

Обробка на даній операції здійснюється торцевими фрезами та центровочними свердлами. Пристосування має обслуговуватися верстатником 3-го розряду.

Складання переліку реалізованих функцій

0. Переміщення і попередня орієнтація заготовки.

1. Базування заготовки.

2. Закріплення заготовки.

3. Базування пристосування на верстаті.

4. Закріплення пристосування на верстаті.

5. Підведення і відведення енергоносія.

6. Освіта вихідної сили для закріплення.

7. Управління енергоносієм.

8. Об'єднання функціональних вузлів (корпус).

9. Обробка поверхонь згідно ескізу.

10. 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 та обґрунтування схеми базування виконано у розділі 6.2.

На дану операцію можливо запропонувати одну схему базування і закріплення заготовки, так як інше закріплення нераціональне з конструктивних точок зору досягнення точності - базування в призмах.

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Дана схема передбачає подвійну-напрямну базу, заготовка буде полишена чотирьох ступенів вільності.

Остаточний аналіз структури зв'язків зробимо, побудувавши таблицю односторонніх зв'язків, використовуючи систему координат на рис. 7.2.

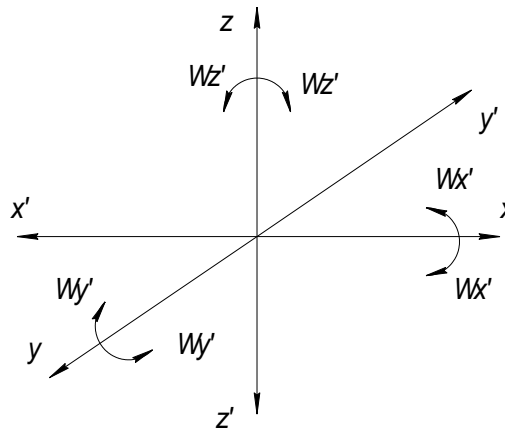


Рисунок 7.2 - Система координат

Таблиця 7.1 – Таблиця односторонніх зв'язків

Індекс зв'язку		X	X'	Y	Y'	Z	Z'	$\omega_x$	$\omega_x'$	$\omega_y$	$\omega_y'$	$\omega_z$	$\omega_z'$
Спосіб реалізації	Реакція	R	R	R	R	-	-	R	R	R	R	R	R

З таблиці 7.1 видно, що на заготовку накладено 10 односторонніх зв'язків, причому усі повні, що обумовлено відсутністю зазору між деталлю і пристроєм.

Щоб система стала врівноваженою під час обробки, необхідно позбавити заготовку можливості переміщатися по координаті Z.

Побудова функціональної структури і загальної компоновання пристрою.

З набору функцій, наведених у п.5, виділимо ті, які реалізуються в перебігу оперативного часу: 0,1,2,5,6,7. 3,4 Функції впливають на підготовчо-заклучний час; 9 функція прямого впливу на штучний час не робить.

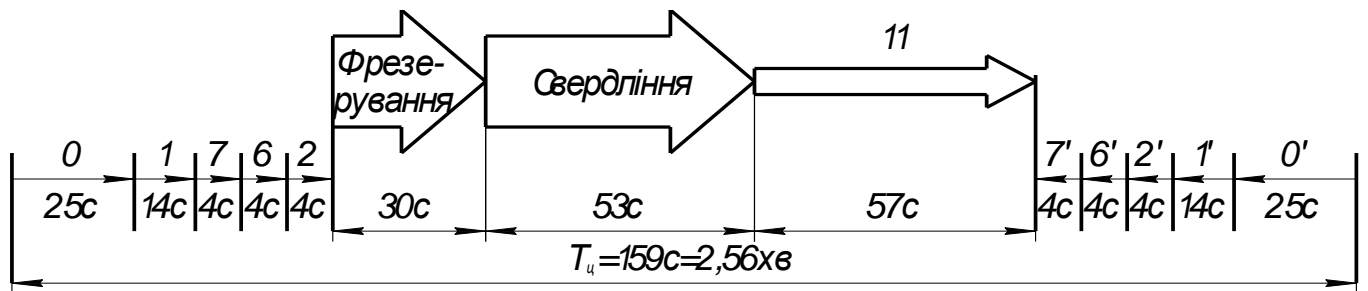


Рисунок 7.3 - Схема послідовної реалізації функцій

Керуючись нормативами часу, складемо структуру потоку функцій при їх послідовній реалізації (рис. 7.3).

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

Функціональна структура проектного пристосування представлена на рис. 7.4.

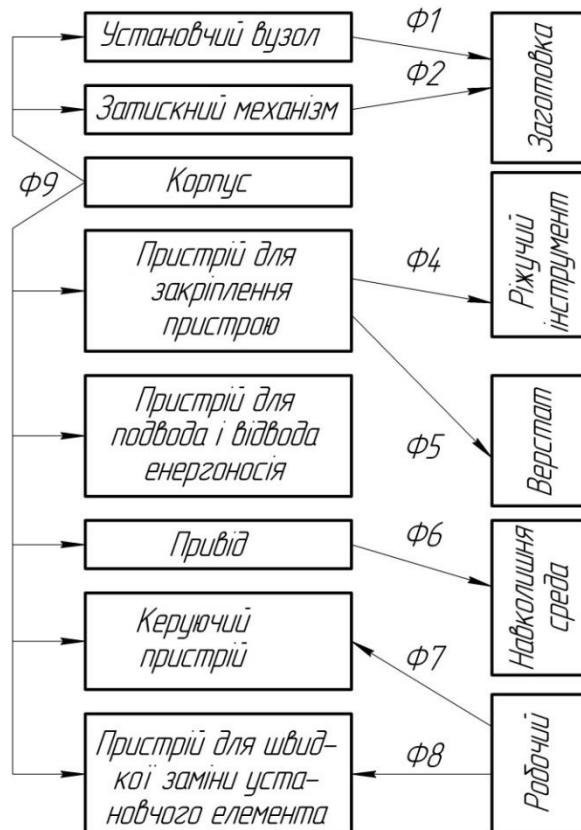
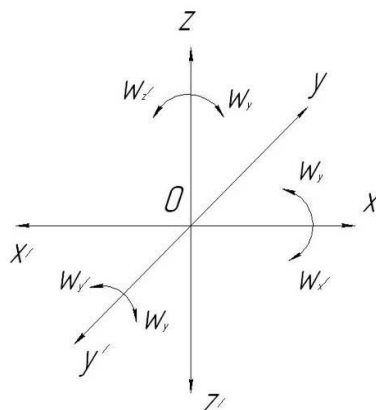


Рисунок 7.4 - Функціональна структура проектного пристосування





Однак достатня маса заготовки і висока її характеристика жорсткості, за рахунок застосування настановних елементів гасять ці напруги і не викликають деформацій, які деформують заготовку. В таких умовах не виникає особливих вимог до структурної однорідності силових полів.



Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	$\omega_x$	$\omega'_x$	$\omega_y$	$\omega'_y$	$\omega_z$	$\omega'_z$
Спосіб Реаліза- ції	Реакція			R	R		R			R	R	R	R
	Сила закріплення					W							
	Сила тертя	F(W)	F(W)					F(W)	F(W)				

### Розрахунок сил закріплення

Розрахуємо коефіцієнт запасу за формулою з [12]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad , \quad (7.1)$$

де  $k_0$  - коефіцієнт гарантованого запасу.  $k_0 = 1,5$ ;

$k_1$  – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях ( $k_1 = 1,1$ );

$k_2$  – коефіцієнт, що характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту ( $k_2 = 1,7$ );

$k_3$  – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні ( $k_3 = 1$ );

$k_4$  – коефіцієнт, що характеризує сталість сили закріплення механізму ( $k_4 = 1,2$ );

$k_5$  – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних ЗМ ( $k_5 = 1$ );

$k_6$  - коефіцієнт враховує моменти, що прагнуть повернути заготовку;

За формулою 7.1:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,8 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 3,888$$

Режими різання розраховані у пункті 6.5, сила різання складає 4655 Н.

Складемо рівняння моментів сил і визначимо силу закріплення  $W$ .

$$W = \frac{KP_z}{f_2 + \frac{f_1}{\sin \alpha/2}} \quad (7.2)$$

Коефіцієнт тертя згідно [12] :  $f_1 = 0,25$ ;

$f_2$  – коефіцієнт тертя між заготовкою і зажимними механізмами,  $f_2 = 0,7$ .

$$W = \frac{3,888 \cdot 4655}{0,7 + \frac{0,25}{\sin 45^\circ}} = 17179 \text{ Н.}$$

Згідно силі закріплення 17179 Н, визначимо силу, що виникає на штоку пневмоциліндра за формулою:

$$Q = \frac{W}{1,5} = \frac{17179}{1,5} = 11453 \text{ Н}$$

Так як деталь досить довга, тому раціонально застосувати два пневмоциліндри, що будуть безпосередньо діяти на шийки деталі.

									Лист
									63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 18510160-00 ПЗ

Іншим способом силу на штоку пневмоциліндра визначаємо за формулою:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot P \cdot \eta$$

Тоді площа поршня дорівнюватиме:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot P \cdot \eta}}$$

де  $D$  - діаметр поршня;

$P = 0,4$  МПа – тиск у мережі;

$\eta = 0,8$  - КПД пневмоциліндра.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 11453}{\pi \cdot 0,63 \cdot 10^6 \cdot 0,8}} = 0,17 = 170 \text{ мм.}$$

Вибираємо діаметр найближчого більшого стандартного значення поршня:  
 $D=200$  мм.

Робимо перерахунок сили, що виникає на штоку та сили закріплення.

Сила, що виникає на штоку:

$$Q = \frac{\pi \cdot (200 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 0,63 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 17813 \text{ Н.}$$

Сила закріплення:

$$W = 1,5 \cdot Q = 1,5 \cdot 17812,83 = 26720 \text{ Н.}$$

Розрахунок на міцність. Розраховуємо на міцність різьблення штока. По конструктивних міркувань і попередньої компонованні пристосування приймемо

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

різьбу на штоку М12х1,75-6g. Сила на штоку  $W = 26720$  Н, матеріал гвинта - Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Внутрішній діаметр різьби розраховується за формулою:

$$d_B = d_H - (0,541P) \cdot 2 \quad (7.3)$$

де  $d_H$  – зовнішній діаметр різьби;

$P$  – шаг різьби.

$$d_g = 12 - (0,541 \cdot 1,75) \cdot 2 = 10,2065 \text{ мм}$$

Мінімальна площа поперечного перерізу різьби розраховується за формулою:

$$S_{\min \text{рез}} = \frac{\pi d_g^2}{4} \quad (7.4)$$

де  $d_B$  – внутрішній діаметр різьби.

$$S_{\min \text{рез}} = \frac{\pi \cdot 10,2065^2}{4} = 60,22 \text{ мм}^2$$

Межа текучості для Сталі 45 дорівнює 300 МПа.

Допустимі напруги розтягування визначається за формулою:

$$[\sigma_p] = 0,5 \cdot \sigma_T \quad (7.5)$$

Тобто

$$[\sigma_p] = 0,5 \cdot 300 = 150 \text{ МПа.}$$

Запишемо умова міцності на розтяг:

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

$$\sigma_P = \frac{W}{S_{\min \text{pez}}} \leq [\sigma_P] \quad (7.6)$$

$\sigma_P = \frac{26720}{\pi d^2} = 138 < 150 \text{ МПа}$  – отже міцність штока забезпечується, так як міцність забезпечується навіть в його мінімальному перетині (на різьовій ділянці).

Обґрунтування вибору приводу.

В даний час заготовка обробляється на універсальному обладнанні: в тисках з ручним приводом. Застосування спеціального пристрою з механізованим приводом дозволить знизити розряд верстатника на операції, знизити трудомісткість оброблення, підвищити стабільність точнісних параметрів на операції.

Точнісіні розрахунки пристрою.

З інформаційної точки зору розрахунки допусків на виготовлення елементів пристрою являють собою перетворення інформації про обробку поверхонь деталі на операції в точність пристрою.

Перш ніж приступити до розрахунку точності, визначимо розрахункові параметри, які більшою мірою впливають на досягнення заданих допусків обробляє деталі. При обробці заданої деталі на операції до розрахунковим параметрам слід віднести жорсткий допуск на кресленні 1420<sub>-0,78</sub> мм.

Деталь базується на даній операції по поверхні Ø100 тобто можна говорити про те що технологічна та вимірювальна бази збігаються.

Визначимо допустиму похибку на паралельність верхнього торця склянки до настановної поверхні плити за формулою [14]:

$$\varepsilon_{np} = T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_{\theta})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2}, \quad (7.7)$$

де T - допуск розміру T<sub>1420</sub> = 0,78 мм = 780 мкм;

						Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$K_T$  - коефіцієнт, що враховує можливе відступ від нормального розподілу окремих складових, приймаємо  $K_T = 1,2$ ;

$K_{T1}$  - коефіцієнт, який враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування, що приймається до уваги, коли похибки базування не дорівнюють нулю, в даному випадку  $K_{T1} = 0,85$ ;

$\varepsilon_\delta$  - похибка базування заготовки,  $\varepsilon_\delta = 0,25 \text{ мм} = 250 \text{ мкм}$  (визначена раніше).

$\varepsilon_z$  - похибка закріплення заготовки, тому привід механізований і похибка закріплення буде постійною, то враховуємо її один раз при налаштуванні верстата, приймаємо  $= 0$ ;

$\varepsilon_y$  - похибка установки пристрою на верстаті, враховує зазори між установочними елементами пристосування і посадочними елементами верстата (шпонками). Але величина зазору на похибку отримуваних розмірів не впливає, так як вони вимірюються в різних напрямках.

$\varepsilon_n$  - похибка перекоосу інструменту. Обробка вестиметься фрезами, що не мають перекоосу. Тобто похибка перекоосу  $= 0$ .

$\varepsilon_u$  похибка, що виникає внаслідок зносу настановних елементів пристосування. Величина зносу залежить від програми випуску деталей і форму настановної поверхні.

Похибка зносу настановних елементів пристосування визначаємо за формулою :

$$\varepsilon_u = \beta_1 \cdot N^n, \quad (7.8)$$

де  $\beta_1 = 0,001$  - постійний коефіцієнт, узятий за рекомендаціями [9];

$N$  - Число контактів заготовки з опорою. Річний випуск деталей = 500 шт. Пристосування передбачається експлуатувати без ремонту і заміни деяких настановних елементів 2 роки, тому

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

$$N = N_r \cdot n = 500 \cdot 2 = 1000 \text{ штук.}$$

$$\varepsilon_u = 0,001 \cdot 1000^2 = 0,2 \text{ мм} = 200 \text{ мкм.}$$

$K_{T2}$  - коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки, приймаємо за рекомендаціями [14]  $K_{T2} = 0,6$ ;

$w$  - середня економічна точність обробки, по [14] при фрезеруванні площин середня економічна точність - 11 квалітет. Отже в розрахунках приймаємо допуск по 11-му квалітету тобто  $w = 150 \text{ мкм}$ ;

$\varepsilon_{noz}$  - похибка позиціонування верстата. З паспорта верстата МР-75 = 5 мкм.

Виконуємо розрахунок допустимої похибки пристосування, яку не можна перевищити при виготовленні його деталей і їх складанні.

$$\varepsilon_{np} = 780 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,85 \cdot 0)^2 + 0^2 + 250^2 + 0^2 + 200^2 + (0,6 \cdot 150)^2 + 5^2} = 88 \text{ мкм}$$

За ГОСТ 24643-81 приймаємо допуск площинності настановних елементів пристосування  $T=80 \text{ мкм}$

Отже, на кресленні пристосування проставляємо допуск площинності настановних елементів рівний 0,08 мм.

Опис пристрою і принципу дії пристрою.

Пристрій складається з плити на якій встановлені пневмоциліндри і призми

Подача стисненого повітря в нижні і верхні порожнини циліндрів відбувається через триходовий розподільний кран.

При надходженні повітря в нижню порожнину циліндра, поршень піднімаючись вгору через шток створює тиск на прихват який закріплює деталь. При надходженні повітря в верхню порожнину циліндра відбувається зворотний процес - з нижньої порожнини повітря виходить в атмосферу за допомогою перемикачання триходового крана. подача повітря здійснюється через триходовий розподільний кран.

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68



## ВИСНОВОК

У ході виконання дипломного проекту було виконано наступний обсяг робіт.

При аналізі службового призначення були відображені основні технічні характеристики і призначення машини. Що стосується самої деталі, також був проведений аналіз усіх її поверхонь, а також функцій, виконуваних ними.

При аналізі технічних вимог описані властивості сталі 14X17H2, а також були проаналізовані вимоги, пропоновані при виготовленні деталі конструктором, їх відповідність загальноприйнятим стандартам. Виконано аналіз технологічності конструкції згідно ЕСТП.

Був визначений тип виробництва - дрібносерійний - і визначена партія запуску  $n = 47$  штук.

В якості заготовки була прийнята заготовка з прокату, так як вона більш економічно вигідна, ніж вільна ковка.

Під час виконання роботи було проаналізовано заводський технологічний процес виготовлення деталі та внесено зміни спрямовані на його вдосконалення, а саме змінена послідовність операцій, замінено універсальне устаткування на обладнання з ЧПК. Розраховані похибки базування на аналізовані операції.

У розділі «Охорона праці» були розглянуті питання характеристики електромагнітних полів, їх дія на організм людини та засоби захисту.

Також виконано комплект технологічної документації, маршрутний технологічний процес на обрані операції, розроблено верстатний пристрій на фрезерно-центрувальну операцію, що має пневматичний привід. До операції 045 токарна з ЧПК розроблена карта операційного налагодження.

										Лист
										69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. **Євтухов, В.Г.** Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» / укладач В.Г. Євтухов. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 44 с.
2. **Горбацевич, А.Ф.** Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пос. [Текст] / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. — 4-е изд., перераб. и доп. — Минск : Высшая школа, 1983. — 256 с.
3. **Косилова, А. Г.** Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т.1 [Текст] / А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1986. — 656 с.
4. **Косилова, А. Г.** Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т.2 [Текст] / А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. —М.: Машиностроение, 1986. — 496 с.
5. **Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резанья для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть I. Нормативы времени.** – Москва : Экономика, 1990.
6. **Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ, часть II (нормативы режимов резания).** – Москва : Экономика, 1990.
7. **Добриденьов І.С.** Курсове проектування по предмету «Технологія машинобудування»: Учб. посібник для технікумів за спеціальністю «Обробка металів різанням». - М.: Машинобудування, 1985. 184 с., іл.
8. **Гжиров Р.И.** Краткий справочник конструктора: Справочник-Л.: Машиностроение, Ленингр. отд - ние, 1983.- 464 с.
9. **ГОСТ 7505-89** Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски

									Лист
									70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 18510160-00 ПЗ

10. ГОСТ 24643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения.

11. **Приходько В.П.**, Литвин О.В. Проектування оснащення верстатів, роботів і машин: Навч. посіб. – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 212 с.

12. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам

13. **Кушніров, П.В.** Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Технологічна оснастка» / Укладач П.В. Кушніров. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – Ч.1. – 52с.

14. **Кушніров, П.В.** Лабораторний практикум з курсу “Технологічна оснастка”/Укладач П.В. Кушніров, А.В. Євтухов, І.М. Дегтярьов. – Суми: Сумський державний університет, 2019.– 158с.

15. **Жидецький, В.Ц.** Основи охорони праці. // В. Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников — Вид. 2-е, стереотипне. — Львів: Афіша, 2000. — 348 с.

					ТМ 18510160-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71