

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

«_____» _____ 2022 р.

**ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВИГОТОВЛЕННЯ ШТОКА РТ 117.234.02-03**

Кваліфікаційна робота (проект) бакалавра

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма – «Технології машинобудування»

Студент

Дмитро МАКАРЕНКО

Керівники

Артем ЄВТУХОВ

Міхал ГАТАЛА

Нормоконтроль

Віталій КОЛЕСНИК

РЕФЕРАТ

Записка: 64 с., 7 рис., 11 табл., 9 джерел посилань.

Мета роботи: підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення штока РТ 117.234.02-03.

Об'єкт роботи: шток РТ 117.234.02-03 центрифуги безперервної дії з вивантаженням пульсуючим поршнем, технологічний процес виготовлення штока.

Предмет: структура та параметри технологічного процесу виготовлення штока.

У роботі був проведений аналіз службового призначення машини (центрифуги безперервної дії з вивантаженням пульсуючим поршнем) та деталі (штока РТ 117.234.02-03). Проаналізовано технічні вимоги на виготовлення деталі. Визначено тип виробництва й організаційні умови роботи. Виконано обґрунтування способу отримання заготовки. Проведено аналіз технологічності конструкції деталі. Виконано детальний аналіз технологічної операції 030 фрезерно-центрувальної та 045 токарної з ЧПК: обґрунтовано схему базування і закріплення заготовки на операції, вибір металорізального верстата й технологічної оснастки, розраховані режими різання, виконано технічне нормування операції.

ЦЕНТРЕФУГА, ШТОК, ПОКОВКА, ФРЕЗЕРНО-ЦЕНТРУВАЛЬНА ОПЕРАЦІЯ, ФРЕЗЕРУВАННЯ, СВЕРДЛІННЯ, ТОЧІННЯ.

ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	4
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі й умов її експлуатації	5
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	10
3 Визначення типу виробництва та форми організації робіт	13
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	17
5 Вибір способу одержання вихідної заготовки	20
6 Аналіз технологічного процесу механічного оброблення заготовки	26
6.1 Розрахунок припусків на оброблення поверхні обертання	26
6.2 Обґрунтування вибору схеми базування та закріплення заготовки	28
6.3 Обґрунтування вибору металорізального устаткування.....	33
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, ріжучого та вимірювального інструменту	36
6.5 Визначення режимів різання.....	37
6.6 Технічне нормування операції.....	47
7 Проектування верстатного пристрою	52
Висновки	63
Перелік джерел посилань	64

					<i>ТМ 20510114-00.ПЗ</i>						
Змін.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<i>Проектування технологічного процесу виготовлення штока РТ 117.234.02-03</i>			Літ.	Аркуш	Аркушів	
Розроб.	<i>Макаренко</i>									3	64
Перевір.	<i>Євтухов</i>										
Н. контр.	<i>Колесник</i>							<i>СумДУ</i>			
Затв.	<i>Іванов</i>										

ВСТУП

Об'єктом дипломної роботи є шток РТ 117.234.02-03, що входить до складу центрифуги безперервної дії з вивантаженням пульсуючим поршнем. Дана центрифуга горизонтально автоматичної періодичної дії з ножовим вивантаженням осаду, що застосовується для розділення суспензії. Тож удосконалення технологічного процесу виготовлення шток РТ 117.234.02-03 є актуальним завданням, що ставить на меті забезпечення технічних вимог, зазначених робочим кресленням деталі.

Для обґрунтування запропонованих нововведень в роботі виконаний аналіз вихідних даних, зокрема, аналіз службового призначення машини, вузла, деталі, конструктивних особливостей деталі й умов її експлуатації, технічних вимог на її виготовлення, типу виробництва, аналіз технологічності конструкції деталі.

Виконано обґрунтування способу отримання заготовки. Виконано детальний аналіз технологічної операції 030 фрезерно-центрувальної та 045 токарної з ЧПК: обґрунтовано схему базування і закріплення заготовки на операції, вибір металорізального верстата й технологічної оснастки, розраховані режими різання, виконано технічне нормування операції. Спроектовано верстатне пристосування для операції 085 горизонтально-розточувальній

						Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

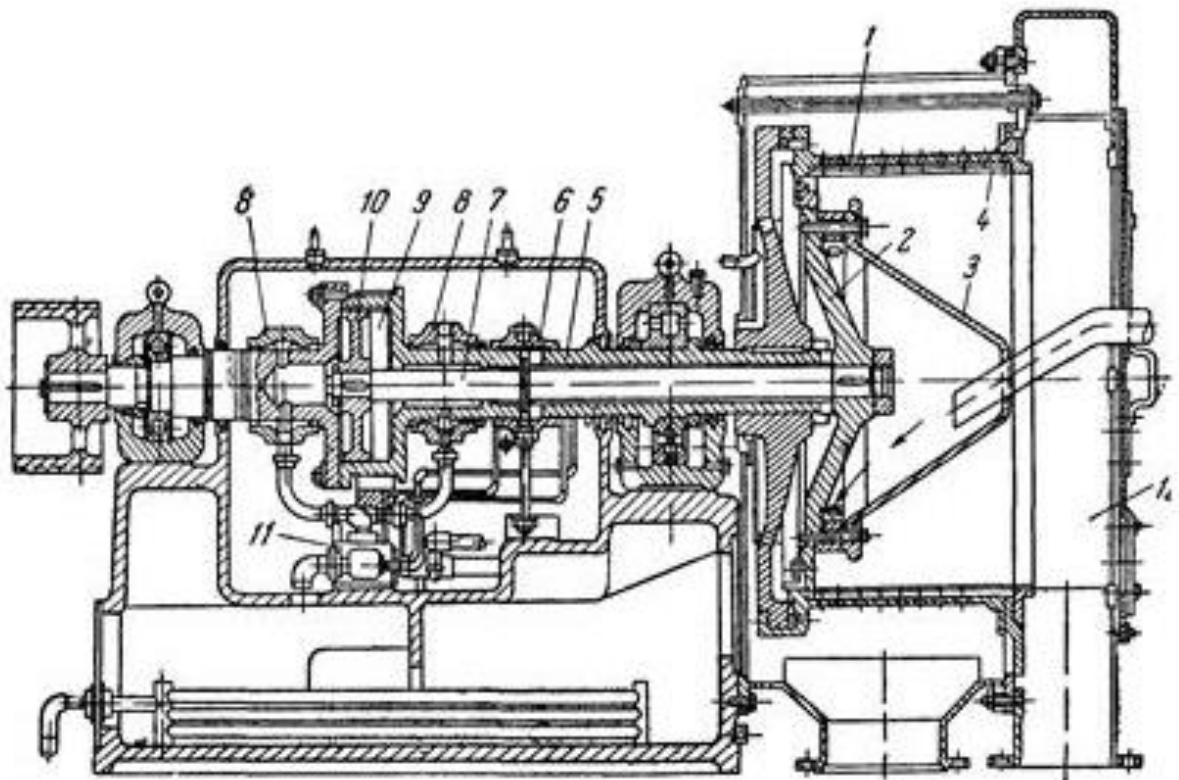


Рисунок 1.1 – Схема центрифуги безперервної дії з вивантаженням пульсуючим поршнем

На рисунку 1.1 наведені: 1 – барабан; 2 – поршень-штовхач; 3 – приймальний конус; 4 – сито; 5 – повний вал; 6 – повзун; 7 – шток; 8 – розподільник; 9 – циліндр; 10 – поршень; 11 – шестерний насос; 12 – кожух.

Усередині барабана 1 вздовж його осі переміщається поршень штовхач 2, який укріплений на кінці штока 7. шток знаходиться всередині порожнього вала 5, обертається разом з ним і одночасно здійснює зворотно-поступальний рух. Суспензія підводиться в конус 3 і через отвори в ньому надходить у барабан, покритий зсередини металевим щілинним ситом 4. шар осаду, що відкладається на ситі, переміщується поршнем-штовхачем 2 до відкритого кінця барабана, через який частина осаду вивантажується в кожух 12.

За кожен робочий хід вивантажується така кількість осаду, яка відповідає довжині поршня. Коли поршень рухається у зворотному напрямку, на поверхні, що звільняє при цьому сита 4 утворюється новий шар осаду. При наступному

					Арк.
					6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	

робочому ході поршня з барабана виштовхується нова порція осаду тощо. по 10 - 16 ходів за хвилину.

Напрямок руху поршня змінюється автоматично за допомогою повзуна 6, який, переміщуючись зі штоком 7, відкриває і закриває клапан, що перемикається; через цей клапан у золотник надходить олія. Золотник, у свою чергу, керує надходженням масла в два розподільники 8. Масло, що нагнітається шестерним насосом 11, надходить через розподільники поперемінно в праву і ліву порожнини циліндра 9 і тисне на поршень 10, викликаючи зворотно-поступальний рух штовхача. У разі потреби барабан через спеціальну трубу підводиться вода для промивання осаду.

Крім безперервної дії, основною перевагою описаних центрифуг є менше подрібнення осаду або розрізання волокон, при розвантаженні іншими механічними способами (ножем, шнеком).

Недоліки цих центрифуг:

- забруднення фугата осадом;
- значна витрата енергії на переміщення осаду;
- порівняно швидке зношування фільтрувальної перегородки.

Умови експлуатації деталі.

Шток при роботі ізолюваний від впливу зовнішнього середовища. Потужність, що передається на валу становить 40 кВт. Частота обертання валу 1230 об/хв. Основний вид руйнування – втома металу вала в місцях концентрації напружень. Абразивного зношення поверхні вала відчувати під дією зовнішнього середовища не буде, тому що в місцях тертя з елементами підшипника ковзання встановлені лабіринтові шайби і втулки.

Підводячи підсумок, можна сказати таке: робота вала здійснюється в умовах динамічних, знакозмінних, циклічних навантажень при високих частотах обертання, при нормальній температурі без впливу зовнішнього середовища. При роботі вал відчуває вигин з крученням в сукупності з навантаженнями стиснення, що виникають від осьової сили при невеликих температурах. Дана деталь передбачена для роботи в горизонтальному положенні.

						Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Ескіз деталі і нумерація поверхонь вала представлені на рисунку 1.2.

Класифікація поверхонь, див. рисунок 1.2:

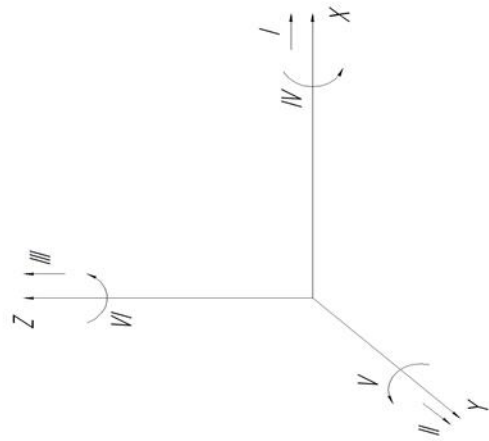
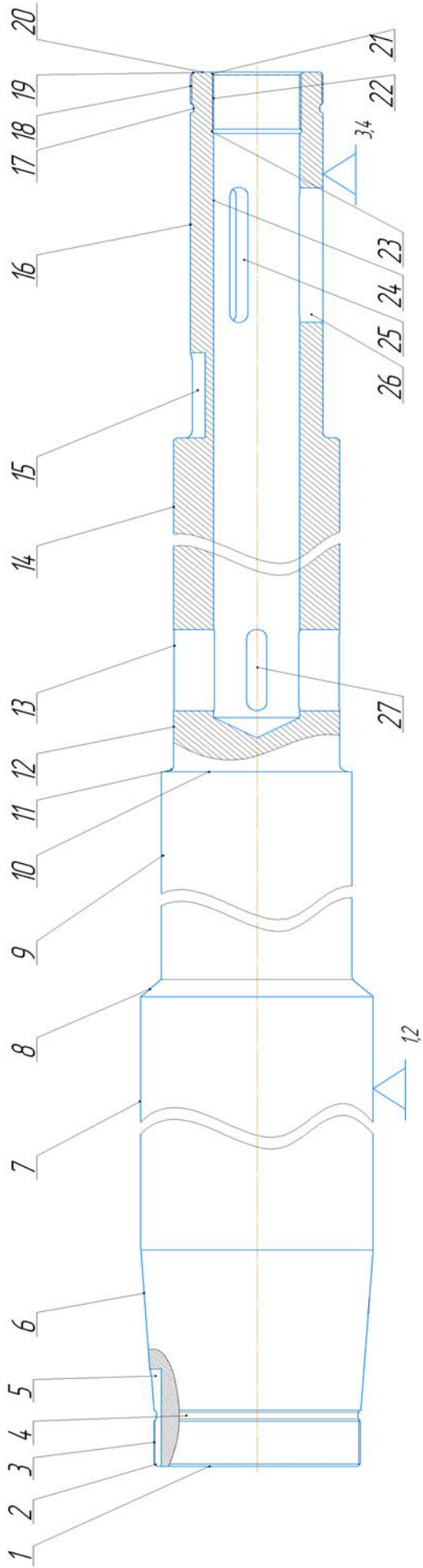
- виконавчі поверхні: 3, 5, 15, 18, 22;
- основні конструкторські бази: 16, 7;
- допоміжні конструкторські бази: 3, 5, 15, 18, 22, 6, 9, 16, 7, 1, 20, 8.
- вільні поверхні: інші.

Поверхня 16, 18, 20 і 22 використовуються для закріплення поршня штовхача. Циліндричні поверхні 16 і 7 та шпонка, що встановлюється в пазу 15 через бокову поверхню паза, передають обертовий та зворотно поступальні рухи на порожнистий вал.

Паз 5, торець 1 та різьбова поверхня 3 призначені для закріплення стопорного кільця, для забезпечення зворотно поступального руху.

Конусна поверхня 6 та 8 використовуються для закріплення повзуна та розподільвача, які натягаються на конус.

						Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



Зв'язок	Ступінь вільності	Найменшня база
1,2,3,4	II, III, V, VI	ПНБ
-	-	-
Вказані	-	-

Зв'язок	X	Y	Z	Бази
l	0	1	1	ПНБ
a	0	1	1	
l	0	0	0	-
a	0	0	0	-
l	0	0	0	-
a	0	0	0	-

Рисунок 1.2 – Ескіз деталі

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Шток РТ 117.234.02-03 представляє собою тіло обертання типу шток ступінчастий з глибоким отвором.

Габарити деталі: $\varnothing 140 \text{ max} \times 1787 \text{ мм}$.

Маса деталі – $m = 139 \text{ кг}$.

Велика протяжність вала за відносно малих діаметрів ступенів робить його конструкцію нежорсткою.

Матеріал: сталь 40Х ГОСТ 4543-71, див. таблиці 2.1, 2.2.

Матеріали-замінники: сталь 45Х, сталь 38ХА, сталь 40ХН, сталь 40ХС, сталь 40ХФА, сталь 40ХГТР [1].

Призначення: осі, вали, вал-шестерні, плунжери, штоки, колінчаті і кулачкові вали, кільця, шпинделі, оправки, рейки, губчасті вінці, болти, півосі, втулки та інші покращувані деталі підвищеної міцності [1].

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 40Х, у відсотках

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	до 0,3	до 0,035	до 0,035	0,8-1,1	до 0,3

Таблиця 2.2- Механічні властивості при підвищених температурах сталі 40Х

t випробування, °C	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_b , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, Дж/м ²
Закалка 830 °C, масло. Отпуск 550 °C					
200	700	880	15	42	118
300	680	870	17	58	
400	610	690	18	68	98
500	430	490	21	80	78

						Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Матеріал деталі – сталь 45 може бути замінена сталлю 45Х, 38ХА, 40ХН, 40ХС, 40ХФА, 40ХГТР тому з точки зору матеріалу її можна вважати технологічною.

Для базування деталі конструктором передбачені центрові отвори, які не несуть ніякого функціонального призначення, але є технологічними базами під час оброблення заготовки штока.

Проставлення розмірів відповідає діючим нормам та стандартам.

До деяких поверхонь деталі надані жорсткі вимоги щодо допусків форми та взаємного розташування:

- допуск круглості вала d140 мм – 0,02 мм;
- допуск круглості вала d80 мм – 0,03 мм;
- допуск круглості вала d100 мм – 0,1 мм;
- допуск циліндричності вала d140 мм – 0,02 мм;
- допуск циліндричності вала d140 мм – 0,02 мм;
- допуск циліндричності вала d100 мм – 0,1 мм;
- допуск циліндричності вала d80 мм – 0,03 мм;
- допуск співвісності вала d140 мм відносно осі центрів – 0,03 мм;
- допуск співвісності вала d80 мм відносно осі центрів – 0,03 мм;
- допуск співвісності вала d100 мм відносно осі центрів – 0,03 мм.

Зазначені допуски форми відповідають поверхням d140f7, d100 мм d80h9, що пояснюється їх функціональним призначенням: усі перелічені поверхні є основними чи допоміжними конструкторськими базами, високі вимоги щодо їх точності дозволяють забезпечити їх правильне розташування у вузлі та ефективність під час експлуатації виробу.

Всі поверхні деталі є технологічними і доступні для обробки простими методами формоутворення поверхонь.

Точність конструкторських баз – d140f7, D52H7 свідчить про взаємозамінність деталі.

						Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Відповідно до технічних вимог згідно з ГОСТ 4.070.014 на деталі не допускаються: тріщини, розшарування матеріалу, сліди корозії, задирки, рвані і гострі кромки; забоїни, відколи, вм'ятини і ризики, що виходять за межі класів шорсткості поверхонь. Так як деталь є відповідальною і працює при знакозмінних циклічних навантаженнях, то вищевказані дефекти можуть привести до поширення тріщин, деформації і розриву деталі.

Технічні вимоги регламентують розмірну точність вільних поверхонь:

- отворів – H14;
- валів – h14;
- інших поверхонь – $\pm IT14/2$.

На підставі викладеного можна зробити висновок, що шток є відповідальним виробом, що працює в умовах важких циклічних навантажень.

Основні завдання щодо оброблення поверхонь. Допускається виготовлення з прокату в термічно обробленому стані. Контролю необхідно піддати кожну заготовку. Матеріал повинен бути стійким проти міжкристалічної корозії. Заготовка пройшла після термічного оброблення правку в холодному або підігрітому стані повинна бути піддана відпустці для зняття внутрішніх напружень. Надрізи, ризики та гострі переходи на поверхні вала не допускаються з метою уникнення можливих концентраторів напруги.

						Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБІТ

Згідно з ГОСТ 3.1108-74 тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о}$, який показує відношення всіх різних операцій, виконуваних підрозділом впродовж місяця, до числа робочих місць [2, 3].

Виконаємо розрахунок $K_{з.о}$ з урахуванням таких вихідних даних:

- річний обсяг випуску – $N_p = 600$ шт.;
- нормативний коефіцієнт завантаження обладнання для дрібносерійного – $\eta_{з.н.} = 0,75$ [3];
- кількість механічних операцій базового технологічного процесу – 8;
- штучний час обробки деталі за операціями – обираємо 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. [2].

Таблиця 3.1 – Розрахунок $K_{з.о}$

№ операції	Найменування операції	$T_{шт}$	m_p	P	$n_{з.ф}$	O
1	2	3	4	5	6	7
1	Фрезерно-центрувальна	12,78	0,0424	1	0,0424	17,67
2	Токарно-гвинторізна	20,92	0,0695	1	0,0695	10,80
3	Токарно-гвинторізна	18,28	0,0607	1	0,0607	12,35
4	Токарна з ЧПК	25,28	0,0840	1	0,0840	8,93
5	Токарно-гвинторізна	15,01	0,0498	1	0,0498	15,05
6	Круглошліфувальна	14,40	0,0478	1	0,0478	15,68
7	Горизонтально- розточувальна	52,95	0,1758	1	0,1758	4,27
8	Шпонково- фрезерна	47,83	0,1588	1	0,1588	4,72
Сума:				8		89,47

Виконаємо розрахунок необхідної кількості обладнання за формулою [2]:

$$m_p = N_p \cdot T_{шт} / (60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}).$$

					Арк.
					13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	

Кількість робочих на кожній операції:

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

Фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця по кожній операції визначимо за формулою [2]:

$$\eta_{з.ф} = m_p / P.$$

Кількість операцій, виконуваних на даному робочому місці, визначимо за формулою [2]:

$$O = \eta_{з.н} / \eta_{з.ф}.$$

В результаті коефіцієнт закріплення операцій буде дорівнювати:

$$K_{з.о} = \Sigma O / \Sigma P = 89,47 / 8 = 11,18.$$

Звідси маємо

$$10 < K_{з.о} = 11,18 < 20,$$

що відповідає середньосерійному типу виробництва [2, 3].

Цей тип виробництва характеризується обмеженою номенклатурою випуску продукції, при цьому вироби кожного найменування випускаються 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 за конструкцією і однакових по розмірам виробів, що запускаються у виробництво одночасно.

						Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

В даному типі виробництва використовують універсальне і спеціалізоване, частково, спеціальне обладнання. Використовуються верстати з ЧПК, обробні центри, знаходять застосування гнучкі автоматизовані системи верстатів з ЧПК, пов'язаних автоматизованими транспортними пристроями керованим від ЕОМ. Технологічне оснащення в основному універсальне, однак, у багатьох випадках створюється високопродуктивне спеціальне оснащення. При цьому доцільність його створення повинно бути попередньо обґрунтовано техніко-економічним розрахунком. Велике поширення має універсально-збірне, переналагоджуване технологічне оснащення, що дозволяє істотно підвищити коефіцієнт оснащеності серійного виробництва. В якості вихідних заготовок використовують гарячий і холодний прокат, лиття другого класу точності, точні види лиття і штампування, доцільність застосування яких також обґрунтовується техніко-економічними розрахунками. Необхідна точність досягається як методами автоматичного отримання розмірів, так і методами пробних ходів і промірів з частковим застосуванням розмічування.

Кваліфікація робітників вище, ніж у масовому виробництві, але нижче, ніж в одиничному.

Технологічна документація детально розробляються для найбільш складних і відповідальних виробів при одночасному застосуванні спрощеної документації та дослідно-статистичному нормуванню робіт для найпростіших виробів.

Беремо групову форму організації робіт, яка є характерною для умов дрібносерійного виробництва. В умовах групової форми організації робіт передбачено формування предметно-замкненої ділянки для виготовлення групи виробів, подібних за своїми конструктивно-технологічними ознаками.

Згідно з [2] визначимо партію запуску виробів за спрощеною формулою

$$n_{\text{зап}} = a \cdot N_p / F,$$

						Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

де $a = 24$ доби – число робочих днів на місяць (для умов помісячного запуску партії деталей у виробництво);

$F = 259$ діб – число робочих днів у 2021 році.

$$n_{\text{зап}} = 24 \cdot 600 / 259 = 56 \text{ шт.}$$

						Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Шток має форму багатоступінчастого тіла обертання з великою кількістю конструктивних елементів у вигляді шпонкових пазів, наскрізних щілин, канавок під вихід різьблень. Зовнішні поверхні обертання представлені як гладкими циліндричними так і гладкими конічними ступенями. Особливістю конструкції деталі також є наявність довгого глухого циліндричного отвору, на який виходять зазначені наскрізні щілини.

До нетехнологічних ознак конструкції деталі можна віднести її низьку поперечну жорсткість, що визначається відношенням загальної довжини деталі до найменшого діаметра циліндричного ступеня $L / D = 1787 \text{ мм} / 76 \text{ мм} > 23$.

Матеріал деталі – сталь 40Х ГОСТ 4543-71, є досить поширеним і дешевим матеріалом, який крім іншого, також відносно легко обробляється різанням та має багато заміників (технологічна ознака). У зв'язку з відповідальним призначенням деталі до її матеріалу пред'являються підвищені вимоги щодо якості.

Заготовка – циліндричний прокат, має просту форму циліндра. Враховуючи різницю між максимальним (140 мм) та мінімальним діаметрами (76 мм) циліндричних ступенів деталі спосіб одержання заготовки у вигляді циліндричного прокату можна вважати нетехнологічною ознакою для умов серійного виробництва.

До нетехнологічних ознак конструкції деталі можна також віднести відносно велику загальну довжину (1787 мм) та масу (139 кг) деталі. Велика довжина та маса деталі викликає певні труднощі під час транспортування, зберігання заготовки, під час установки заготовки на верстаті тощо. Велика маса заготовки, зокрема, потребує використання механізованих підйомно-транспортних засобів.

З точки зору механічного оброблення поверхонь деталей є досить простою і відкритою. До всіх оброблюваних поверхонь є вільний доступ. Певні труднощі

						Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

викликає оброблення глухого циліндричного отвору діаметром 48 мм на глибину 755 мм. Оброблення такого отвору потребує використання спеціальних різальних інструментів. Процес різання під час оброблення такого глибокого отвору утруднений з точки зору видалення стружки та охолодження ріжучої частини інструменту. З точки зору забезпечення точності під час оброблення такого отвору можливі утворення специфічних геометричних похибок у вигляді відхилень від прямолінійності осі отвору, відхилень від співвісності осі отвору та центральної осі деталі, відхилень форми тощо.

У конструкції деталі має місце ряд «класних» поверхонь, наявність яких є нетехнологічною ознакою, тому що оброблення заготовки стає більш трудомістким, вимагає введення додаткових чистових етапів оброблення, застосування обладнання підвищеної точності тощо:

- зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 140f7$ ($Ra = 0,8$ мкм, допуск круглості – 0,02 мм, допуск циліндричності – 0,02 мм, допуск співвісності вала щодо осі центрів – 0,03 мм);
- зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 80h9$ ($Ra = 1,6$ мкм допуск круглості – 0,03 мм, допуск циліндричності – 0,03 мм, допуск співвісності щодо осі центрів – 0,03 мм);
- зовнішня конічна поверхня з конусністю 1:10AТ9 ($Ra = 0,8$ мкм, допуск співвісності вала щодо осі центрів – 0,03 мм);
- шпонкові пази шириною 18H9 ($Ra = 1,6$ мкм, допуски симетричності (0,08 мм) та паралельності (0,02 мм) бокових поверхонь пазів).

Для підвищення технологічності деталі можна запропонувати збільшити рівень шорсткості бокових поверхонь шпонкових пазів з 1,6 мкм Ra до 3,2 мкм Ra , що відповідає загальноприйнятим рекомендаціям.

Проставлення розмірів деталі виконано вірно, що дозволяє сумістити конструкторські, технологічні й вимірювальні бази, тим самим, усунути похибки базування під час механічного оброблення заготовки, дає змогу підвищити

						Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

стабільність забезпечення точності оброблення поверхонь деталі, що також є технологічним фактором.

Для оброблення заготовки на токарних та круглошліфувальних операціях конструктором передбачено центрувальний отвір В10 згідно з ГОСТ 14034-74. Наявність такого отвору дозволяє забезпечити принцип постійності технологічних баз під час оброблення заготовок, що сприяє стабілізації точності оброблюваних поверхонь.

На кресленні деталі використовується комбінований метод проставлення розмірів, що надає певну зручність під час їх контролю в процесі механічного оброблення заготовки. В цілому розмірні ланцюги забезпечують однозначне визначення всіх конструктивних елементів деталі.

						Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ВИХІДНОЇ ЗАГОТОВКИ

Вимоги, що пред'являють до заготовки.

Крім мінімальної металоємності і трудомісткості виготовлення заготовки, до неї пред'являються ряд вимог, обумовлених наступною механічною обробкою. До числа таких вимог відносяться:

- мінімальні припуски на обробку – знижується собівартість обробки за рахунок зменшення кількості проходів та переходів;
- раціональне розташування ливарних та штампувальних ухилів;
- підвищена точність розмірів;
- мінімізація або повне усунення дефектного шару, який призводить до збільшення припусків та витрат на різальний інструмент.

У базовому технологічному процесі заготовка отримується шляхом відрізання з циліндричного прокату. Запропонуємо метод отримання заготовки – поковки, отримуваної штампуванням на КГШП, та порівняємо його з базовим.

Коефіцієнти використання заготовки та матеріалу визначимо для двох методів отримання заготовки – відрізанням з прокату та поковки штампуванням на КГШП.

Коефіцієнт використання заготовки визначають за формулою

$$K_3 = \frac{m_0}{m_3},$$

де m_0 – маса деталі;

m_3 – маса заготовки.

За попередніми розрахунками маса заготовки, отримуваної відрізанням з прокату становить 261 кг.

В результаті коефіцієнт використання заготовки з прокату становить

$$K_3^{\text{пр}} = \frac{139}{261} = 0,53 < 0,7.$$

						Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

де 0,7 – рекомендований рівень [2].

Таким чином, метод одержання заготовки відрізанням з прокату не відповідає рекомендованому рівню.

Виконаємо розрахунок допусків та розмірів на заготовку, одержувану методом штампування на КГШП. Для того, щоб призначити допуски та розміри на заготовку необхідно визначити такі її характеристики [4]:

$T = 4$ – клас точності;

$C = 2$ – ступінь складності;

$M = 2$ – група сталі;

$I = 18$ – вихідний індекс.

Таблиця 5.1 – Визначення розмірів заготовки, у міліметрах

Характер поверхні	Ra, мкм	Припуск			Допуск	Розмір заготовки		Фактичний
		Основний	Додатковий	Загальний		Розрахунковий	Прийнятий	
d140	0,8	3,5	0,7+1,6	5,7	$5,0^{+3,3}_{-1,7}$	$151,4^{+3,3}_{-1,7}$	$151^{+3,3}_{-1,7}$	5,5
L1787	6,3	5,7	0,7+1,6	8	$10,0^{+6,7}_{-3,3}$	$1803^{+6,7}_{-3,3}$	$1803^{+6,7}_{-3,3}$	8
d115	6,3	3,2	0,7+1,6	5,5	$5,0^{+3,3}_{-1,7}$	$125^{+3,3}_{-1,7}$	$125^{+3,3}_{-1,7}$	5,5
d80	1,6	3	0,7+1,6	5,3	$4,5^{+3,0}_{-1,5}$	$90,6^{+3,0}_{-1,5}$	$91^{+3,0}_{-1,5}$	5,5
M125	3,2	3,2	0,7+1,6	5,5	$5,0^{+3,3}_{-1,7}$	$136^{+3,3}_{-1,7}$	$136^{+3,3}_{-1,7}$	5,5

Відповідно таблиці 5.1 розробляємо ескіз заготовки (див. рисунок 5.1).

Виходячи з розмірів заготовки, маса поковки, одержуваної штампуванням на КГШП становить 180 кг:

$$K_3^{\text{пок}} = \frac{139}{180} = 0,77 > 0,7,$$

						Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$\sqrt{Ra\ 25\ (\text{N})}$

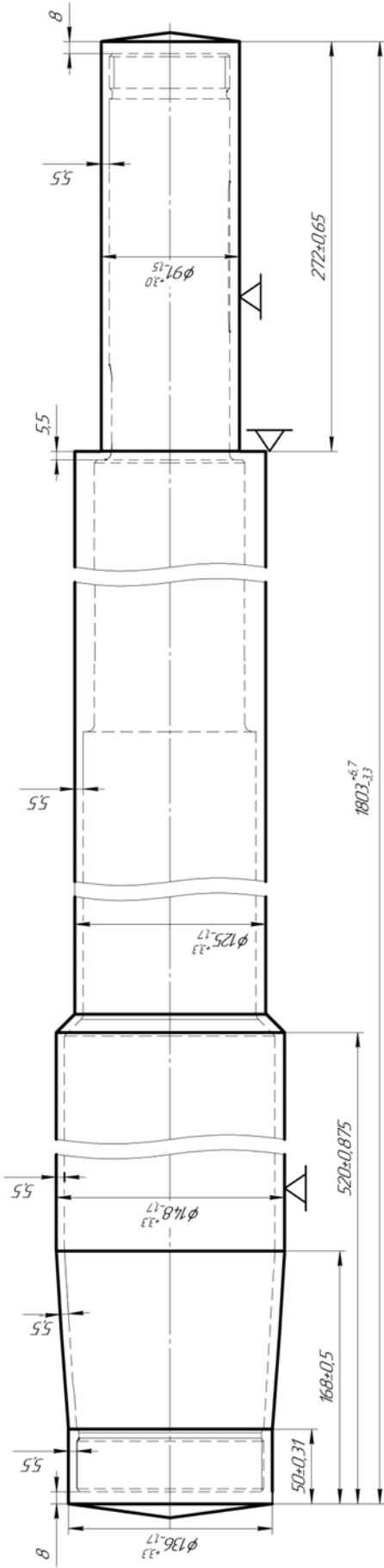


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

										Арк.
										22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата						

$$K_3^{\text{пр}} < K_3^{\text{пок}}$$

Звідси маємо: запропонований варіант одержання заготовки у вигляді поковки штампуванням на КГШП економічно вигідний в плані економії металу ніж заводський варіант, якій до того ж характеризується великими напусками та припусками, що потребує додаткового механічного оброблення на верстатах.

Остаточний висновок про раціональність способів отримання заготовки зробимо після їх економічного обґрунтування за варіантами.

Вартість заготовок, що одержуються з прокату, визначаємо за формулою [5]:

$$S_{\text{пр}} = M + \Sigma C_{\text{о.з}},$$

де M – витрати на матеріал заготовки, грн;

$\Sigma C_{\text{о.з}}$ – технологічна собівартість операції розрізання, правки та калібрування прутків.

Технологічна собівартість різних операцій визначається за формулою [2]:

$$C_{\text{о.з}} = (C_{\text{п.з}} \cdot T_{\text{шт.к}}) / (60 \cdot 100),$$

де $C_{\text{п.з}}$ – приведені витрати на робочому місці, коп/год;

$T_{\text{шт.к}}$ – штучно-калькуляційний час операції, хв.

Згідно з заводськими даними для різних технологічних операцій маємо наступні вихідні дані:

- для операції правки : $C_{\text{п.з}} = 15000$ коп/год, $T_{\text{шт.к}} = 20$ хв;
- для операції розрізання: $C_{\text{п.з}} = 18000$ коп/год; $T_{\text{шт.к}} = 30$ хв.

$$\Sigma C_{\text{о.з}} = (15000 \cdot 20) / (60 \cdot 100) + (18000 \cdot 30) / (60 \cdot 100) \approx 140 \text{ грн.}$$

						Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Витрати на матеріал заготовки визначимо за формулою:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot S_{\text{отх}} / 1000,$$

де Q – маса заготовки, кг;

S – ціна 1 кг матеріалу заготовки, грн;

q – маса готової деталі;

$S_{\text{вдх}}$ – ціна 1 т відходів, грн.

При масі заготовки $Q = 261$ кг; маса готової деталі $q = 139$ кг; вартість сталі 40Х – $S = 64000$ грн/т; вартість відходів $S_{\text{вдх}} = 3800$ грн, отримаємо витрати на матеріал:

$$M = 261 \cdot 64 - (261 - 139) \cdot 3800 / 1000 \approx 16240 \text{ грн.}$$

Таким чином, собівартість заготовок, що одержуються з прокату дорівнює:

$$S_{\text{пр}} = 16240 + 140 \approx 16380 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунок собівартості заготовки, що одержуються у вигляді поковки штампуванням на КГШП. Собівартість поковок визначають за формулою

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_g \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \left(\frac{S_{\text{вдх}}}{1000} \right), \quad (5.1)$$

де C_i – базова вартість 1 т заготовок, грн.;

k_m – коефіцієнт, що залежить від класу точності;

k_c – коефіцієнт, що залежить від групи складності;

k_g – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки;

						Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

k_m – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу;

k_n – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовок;

Q – маса заготовки, кг;

q – маса готової деталі, кг;

$S_{вдх}$ – ціна 1 т відходів, грн.

Вихідні дані з розрахунку собівартості поковок по варіантах наведемо у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Вихідні дані для розрахунку собівартості заготовок

Вид заготовки	штампування
Коефіцієнт, що залежить від класу точності поковки (нормальна точність)	1,0
Коефіцієнт, що залежить від групи складності поковки (2 група складності)	0,84
Коефіцієнт, що залежить від маси заготовки	0,73
Коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу	1,0
Коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовок	1,0
Маса деталі	139
Маса заготовки, кг	180
Вартість 1 т заготовок, прийнятих за базові C_i , грн	94000
Вартість 1 т відходів $S_{вдх}$, грн	3800

В такому разі собівартість заготовок дорівнюватиме

$$S_1 = \left(\frac{94000}{1000} \cdot 180 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 0,73 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (180 - 139) \cdot \left(\frac{3800}{1000} \right) = 10220 \text{ грн.}$$

Техніко-економічне обґрунтування показує, що раціональним способом отримання заготовки в прийнятих виробничих умовах є поковка куванням на молотах.

						Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

6.1 Розрахунок припусків на оброблення поверхні обертання

Припуски, допуски й міжопераційні розміри при обробленні зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 140f7$ визначимо з використанням розрахунково-аналітичного методу проф. В. М. Кована, в основі якого знаходиться визначення величини мінімального припуску на i -й перехід за формулою [2]:

$$2Z \min_i = 2 \left(Rz_{i-1} + H_{i-1} + \sqrt{\varepsilon y_i^2 + \rho_{i-1}^2} \right),$$

де Rz_{i-1} – шорсткість поверхні, що формується на попередньому ($i-1$) переході;

H_{i-1} – глибина дефектного шару, що формується на попередньому ($i-1$) переході;

εy_i – похибка установлення заготовки на поточному (i) переході;

ρ_{i-1} – величина просторових відхилень, що формується на попередньому ($i-1$) переході.

Згідно з технологічним процесом механічної обробки зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 140f7$, останній оброблюють в три етапи: чорнове, півчистове і чистове точіння. Значення Rz_{i-1} и H_{i-1} визначалися згідно з джерелами [2]:

- для поковки: $Rz_{i-1} = 500$ мкм; $H_{i-1} = 750$ мкм;
- після чорнового точіння: $Rz_{i-1} = 250$ мкм; $H_{i-1} = 240$ мкм;
- після півчистового точіння: $Rz_{i-1} = 125$ мкм; $H_{i-1} = 120$ мкм;
- після чистового точіння: $Rz_{i-1} = 40$ мкм; $H_{i-1} = 40$ мкм.

Величини просторових відхилень для заготовки (поковки) розраховувались за формулою [2]

						Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$\rho_{\text{пок}} = \sqrt{\rho_{\text{зм}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2},$$

де $\rho_{\text{зм}}$ – просторові відхилення поверхні, спричинені зміщенням ступенів поковки або пресових форм, що складає 0,7 мм [7];

$\rho_{\text{ц}} = 280$ мкм – просторові відхилення поверхні, спричинені похибкою, що виникає під час центрування заготовки [2];

$\rho_{\text{кор}} = 205$ мкм – просторові відхилення поверхні, спричинені коробленням поковки [2].

В результаті маємо

$$\rho_{\text{пок}} = \sqrt{700^2 + 205^2 + 280^2} = 782 \text{ мкм.}$$

Залишкові значення величин просторових відхилень визначалися з урахуванням коефіцієнта уточнення $K_{\text{у}}$ [5]:

$$\rho_{\text{ост } i} = \rho_{i-1} \cdot K_{\text{у}i},$$

де $K_{\text{у}1} = 0,06$ – для чорнового точіння;

$K_{\text{у}2} = 0,05$ – для півчистового точіння;

$K_{\text{у}3} = 0,04$ – для чистового точіння.

В результаті маємо:

$$\rho_1 = 782 \cdot 0,06 = 47 \text{ мкм,}$$

$$\rho_2 = 47 \cdot 0,05 = 2,4 \text{ мкм,}$$

$$\rho_3 = 2,4 \cdot 0,04 = 0,096 \text{ мкм.}$$

						Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Похибка устанавлення заготовки під час закріплення останньої в центрах дорівнює нулю ($\varepsilon_y = 0$ мкм).

Подальші розрахунки розмірів заготовки виконаємо за допомогою ЕОМ. Результати розрахунків представлені в додатку Б цієї роботи.

6.2 Обґрунтування вибору схеми базування та закріплення заготовки

Вибір схем базування і закріплення заготовки має істотний вплив на точність і якість оброблюваних поверхонь та і на подальше обґрунтування вибору верстатного устаткування. Обрана схема базування повинна передбачати принцип сталості, принцип єдності технологічної, конструкторської та вимірювальної баз.

Згідно з завданням розглянемо вибір схем базування на фрезерно-центрувальну операцію 030 і токарну операцію з ЧПК 045.

Обґрунтування вибору схеми базування і закріплення заготовки на фрезерно-центрувальну операцію 030.

На фрезерно-центрувальній операції виконується обробка лівого та правого торців штока, а саме фрезерування торців в розмір з точністю IT12, шорсткістю поверхонь 6,3 мкм за критерієм Ra та свердління центральних отворів B10 ГОСТ 14034-74. Для забезпечення стійкого положення заготовки під час оброблення її поверхонь пропонується встановлювати її у трьох призмах (двох постійних та одній регульованій). Операція виконується з використанням одного установа. Установа заготовки в двох постійних призмах дозволяє реалізувати подвійну напрямну базу: заготовка позбавляється 4-х ступенів свободи (двох поступальних та двох обертових переміщень). Упор в торець заготовки позбавляє її ще одного ступеня свободи (поступального переміщення вздовж центральної осі). Вакантним залишається обертання навколо центральної осі, див. рисунок 6.1.

						Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

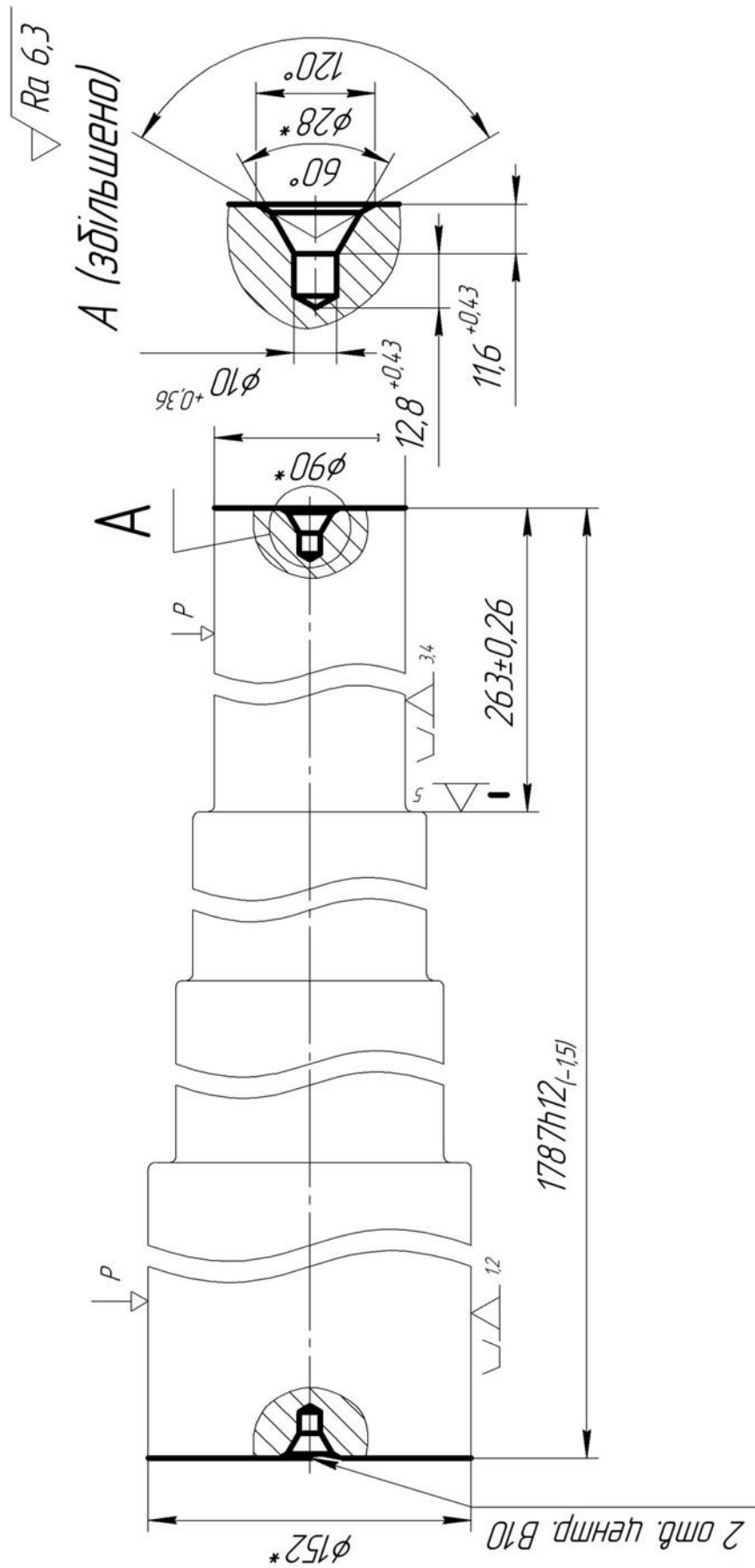


Рисунок 6.1 – Схема базування і закріплення заготовки на фрезерно-центрувальній операції

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Проаналізуємо наявність похибки базування заготовки за даних умов.

Розглянемо похибку базування заготовки для осьових розмірів. Похибка базування для розміру L263 мм відсутня так як технологічна та вимірювальна бази співпадають (торець ступеня діаметром 125 мм): $\varepsilon_{\delta 263} = 0$.

Для розміру L1787 мм має місце похибка базування: $\varepsilon_{\delta 1787} \neq 0$. Похибка базування за визначенням дорівнює допуску на розмір, що з'єднує технологічну та вимірювальну бази. В нашому випадку це допуск на розмір L263 мм. В результаті маємо $E_{\delta 1787} = T_{263} = 0,52$ мм. Визначена похибка базування є досить великою, але не впливає на забезпечення точності розміру L1787 мм. Його точність за умови використання фрезерно-центрувального верстата визначається похибкою налагодження, зокрема, точністю еталонної деталі або засобів вимірювання, що використовуються під час налагодження верстата.

Під час установлення заготовки за циліндричними поверхнями в опорних призмах має місце похибка базування на розташування оброблюваного центрального отвору по висоті. В нашому випадку наявність такої похибки може призвести до неспівпадіння центральної осі заготовки (що визначається як вісь зовнішньої циліндричної поверхні заготовки) та осі центрального отвору (що визначається під час налагодження верстата), що у свою чергу може призвести до нерівномірного розподілення припусків під час оброблення заготовки на подальшій токарній операції.

Похибку базування, що виникає під час установлення заготовки в опорних призмах визначають за формулою:

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{T_D}{2} \cdot \frac{1}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}, \quad (6.1)$$

де T_D – допуск на розмір базової поверхні $\varnothing 90h12$, $T_D = 0,35$ мм та $\varnothing 125h12$, $T_D = 0,4$ мм.

						Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

α – кут призми, $\alpha = 90^\circ$.

$$\varepsilon_{690} = \frac{0,35}{2} \cdot \frac{1}{\sin\left(\frac{90^\circ}{2}\right)} = 0,24 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{6125} = \frac{0,4}{2} \cdot \frac{1}{\sin\left(\frac{90^\circ}{2}\right)} = 0,28 \text{ мм.}$$

Таким чином, під час зацентровки торців заготовки можливий максимальний ексцентриситет в розмірі 0,28 мм.

Обґрунтування вибору схеми базування і закріплення заготовки на токарну операцію з ЧПК 045.

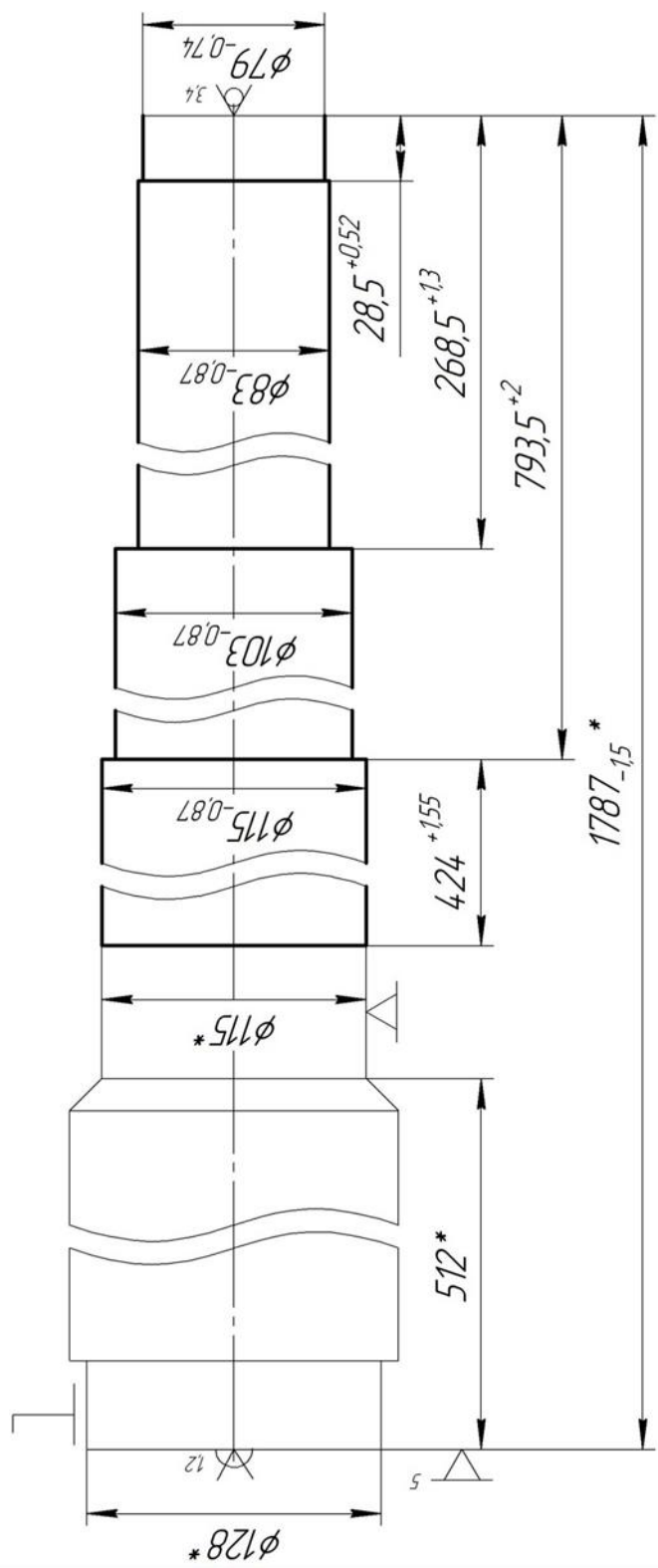
На даній операції виконується обробка чотирьох циліндричних поверхонь, а саме $\varnothing 79\text{H}14$, $\varnothing 83\text{H}14$, $\varnothing 103\text{H}14$, $\varnothing 115\text{H}14$ з шорсткістю поверхонь 6,3 мкм за критерієм Ra. Для забезпечення стійкого положення заготовки під час оброблення її поверхонь пропонується встановлювати її у плаваючому центрі та в обертовому центрі і нерухомому люнеті для більшої жорсткості заготовки. Операція виконується з використанням одного установа. Установка заготовки у плаваючому та обертовому центрах дозволяє реалізувати подвійно напрямну базу: заготовка позбавляється 4-х ступенів свободи (двох поступальних та двох обертових переміщень). Упор в патрон лівим торцем заготовки позбавляє її ще одного ступеня свободи: реалізується опорна база (поступальний рух вздовж центральної осі заготовки). Вакантним залишається обертання навколо центральної осі, див. рисунок 6.2.

Проаналізуємо наявність похибки базування заготовки за даних умов.

Для усіх операційних розмірів, заданих в радіальному напрямку похибка базуванням буде дорівнювати нулю (за умови базування заготовки в центрах).

						Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$\nabla Ra\ 6,3$



* Розміри для довідок

Рисунок 6.2 – Схема базування і закріплення заготовки на токарній операції з ЧПК

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Розглянемо похибку базування заготовки для осьових розмірів. Похибка базування для розмірів L28,5(+0,52;0), L268,5(+1,3;0), L793,5(+2;0) мм присутня так як технологічна (лівий торець заготовки) та вимірювальна (правий торець заготовки) бази не співпадають. Похибка базування в цьому випадку буде дорівнювати допуску на розмір L1787, тобто $T_{1787} = 1,5$ мм. Але, завдяки тому, що на даній операції ми використовуємо сучасне обладнання, що містить в собі систему автоматичного контролю заготовки, похибку базування буде нівельовано (за умови прив'язки технологічної системи за правим торцем заготовки, який є вимірювальною базою для зазначених операційних розмірів).

Для розміру L424(+1,55;0) мм також має місце похибка базування. Похибка базування за визначенням дорівнює сумі допусків на розміри L1787 і L793,5 мм, що пов'язують технологічну та вимірювальну бази:

$$\varepsilon_{6424} = T_{1787} + T_{793,5} = 1,5 + 2 = 3,5 \text{ мм.}$$

В цьому випадку потрібно враховувати, що поверхні заготовки, оброблювані в розміри L424 та L793,5 формуються на одному установі. Тож похибка базування для розміру L424 також буде нівельовано.

6.3 Обґрунтування вибору металорізального устаткування

Обґрунтування вибору металорізального устаткування на фрезерно-центрувальну операцію 030.

У базовому технологічному процесі для фрезерно-центрувальної операції використовують універсальний токарний верстат ДИП-300. Пропонуємо фрезерно-центрувальний напівавтомат моделі 2Г942.08, який має такі переваги:

- реалізує оброблення поверхонь фрезеруванням та свердлінням;

						Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

- завдяки наявним засобам автоматизації та механізації орієнтований на використання в умовах середньосерійного типу виробництва;
- одночасно (за один установ) оброблює лівий та правий торець, що підвищує точність та продуктивність обробки поверхонь;
- габарити верстата дозволяють обробку великих за довжиною та діаметром деталей.

Основні технічні характеристики верстата моделі 2Г942.08 наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Характеристика фрезерно-центрувального верстата моделі 2Г942.08

Найменування характеристики	Величина
Межі довжини оброблюваних деталей, мм	100–2000
Межі діаметрів деталей, що встановлюються в лещатах, мм	20–160
Найбільший діаметр фрезерування, мм	150
Найбільший діаметр встановлюваної фрези, мм	200
Найбільший діаметр обточування шийок, мм	100
Найбільший діаметр отворів, що розточуються, мм	100
Межі частот обертання шпинделів, об/хв:	
– свердлильного	159–1588
– фрезерного	130–740
– Межі безступінчастих передач свердлильного шпинделя, мм/хв.	20–2000
Межі безступінчастих подач фрезерного шпинделя, мм/хв.	20–2000
Хід панелі свердлильного шпинделя, мм	100
Габаритні розміри, мм:	5470x1750x2000
маса, кг	8200
Максимальна потужність, кВт:	
– фрезерної бабки	11
– свердлильної бабки	4

Обґрунтування вибору металорізального устаткування на токарну операцію з ЧПК 045.

У базовому технологічному процесі для токарної операції з ЧПК використовують токарний верстат з ЧПК 16P25, що за своєю функціональністю

						Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

застарів. Пропонуємо токарний верстат з ЧПК HAAS-ST-45L, який має такі переваги:

- верстат містить в собі систему автоматичного контролю заготовки;
- має сучасне програмне забезпечення, що робить використання верстата дуже зручним та простим;
- має високу потужність 29,8 кВт;
- верстат має високий клас точності, що дозволяє обробляти дуже відповідальні деталі.

Основні технічні характеристики верстата моделі HAAS-ST-45L, наведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Характеристика верстата моделі HAAS-ST-45L

Найменування характеристики	Величина
Патрон, мм	457
Максимальна довжина різання, мм	2032
Максимальний діаметр обробки, мм	648
Максимальна потужність, кВт	29,8
Максимальна швидкість, об/хв	1400
Система привода	2-ступінчаста коробка передач
Діапазон продольних подач, мм/об	0.038 - 2.3
Діапазон поперечних подач, мм/об	0.015 - 0.9
Кількість інструментів	12-станційний ВОР
Габарити	6460 x 2420 x 2670
Вага, кг	13563

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, ріжучого та вимірювального інструменту

Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, ріжучого та вимірювального інструменту на фрезерно-центрувальну операцію 030.

При виборі оснащення перевага віддається стандартній і нормалізованій, що пов'язано з тим, що деталь випускається в умовах середньосерійного виробництва.

Ріжучий інструмент:

РІ1: Фреза торцева насадна з механічним кріпленням п'ятигранних твердосплавних пластин марки Т15К6 діаметром $D = 200$ мм з числом ножів $z = 12$. Позначення: Фреза 2214-0277 Т15К6 ГОСТ 26595-85 (2 штуки).

РІ2: Свердло центрувальне комбіноване типу В діаметром $d = 10$ мм, виконання 1 з швидкорізальної сталі Р6М5. Позначення: Свердло 2317-0169 Р6М5 ГОСТ 14952-75 (2 штуки).

Допоміжний інструмент:

Для РІ1 та РІ2:

Патрон свердлильний трьохкулачковий з ключем типорозміру 20, з конусним отвором В22. Позначення: Патрон 20-В22 ГОСТ 8522-79 (2 штуки).

Верстатний пристрій: спеціальний з пневмоприводом (дві пневмокамери двохсторонньої дії, технічні вимоги згідно з ГОСТ 15608-81).

Оправка з конічним хвостовиком без лапки і торцевими шпонками з конусом Морзе 4, діаметром $d = 50$ мм, довжиною $l = 32$ мм. Позначення: Оправлення 6220-0030 ГОСТ 13788-68 (2 штуки).

Оправка з конусом Морзе 4 для свердлильних патронів з конусним отвором В22. Позначення: оправка 6039-0018 ГОСТ 2682-86 (2 штуки).

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-III-800-2000-0,1-1 ГОСТ 166-89.

Калібр спеціальний В10.

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-93.

						Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, ріжучого та вимірювального інструменту на токарну операцію з ЧПК 045.

При виборі оснащення перевага віддається стандартній і нормалізованій, що пов'язано з тим, що деталь випускається в умовах середньосерійного виробництва.

Ріжучий інструмент:

Різець токарний з механічним кріпленням підтисканням важелем через отвір твердосплавних неперетачуваної ромбічної пластинки з ріжучої кромкою 12,9 мм і кутом в плані 95°, задній кут пластинки 0°, правий, довжиною 150 мм. Позначення: Різець PCLNR 2525-M12 T5K10.

Допоміжний інструмент:

Люнет нерухомий 21190-75.

Верстатний пристрій: патрон комбінований ПЗКП-315Ф8.95 [8].

Центр верстатний обертовий типу А, виконання 1 з конусом Морзе 5, нормальної серії. Позначення: Центр А-1-5-Н ГОСТ 8742-75.

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Штангенциркуль ШЦ-II-250-800-0,1-1 ГОСТ 166-89.

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-93.

6.5 Визначення режимів різання

Розрахунок режимів різання для фрезерно-центрувальної операції 030.

Вихідні дані:

- оброблювані поверхні: L1787h12(торці), центр. отв В10 (Ra = 6,3 мм);
- оброблюваний матеріал: сталь 40Х;
- заготовка – поковка штампуванням на КГШП;
- верстат фрезерно-центрувальний верстат мод. 2Г942.08.

						Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Для фрезерування торців беремо торцеву фрезу за ГОСТ 26595-85;
 $D = 200$ мм – діаметр фрези, $z = 12$ – число зубів фрези.

Глибина різання.

Глибина різання під час фрезерування повинна бути такою, щоб за один прохід отримати розмір $L1787$ мм, а довжина заготовки $L1803$ мм. Звідси маємо, що глибина різання для фрезерування дорівнює: $t = (1803-1787) / 2 = 8$ мм.

Подача.

Визначимо подачу на зуб за умови, що фреза виготовлена з Т15К6 ГОСТ 26595-85 та потужності верстата 11 кВт. Звідси за [4, с. 283, табл. 33] подача на зуб фрези $S_z = 0,125$ мм/зуб.

Швидкість різання при фрезеруванні визначимо за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v,$$

де $T = 180$ хв – період стійкості фрези;

$B = 136$ мм – ширина фрезерування;

$t = 8$ мм – глибина фрезерування;

$S_z = 0,125$ мм – подача на зуб фрези;

$C_v = 41$; $q = 0,25$; $m = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,4$; $u = 0,15$; $p = 0,1$ [4];

K_v – коефіцієнт поправочний.

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv},$$

де $K_{Mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей матеріалу, що обробляється;

$\sigma_B = 600$ МПа – допустима напруга розтягу матеріалу заготовки;

$K_{\Gamma} = 1,0$; $n_v = 1,0$; $K_{Пv} = 0,8$; $K_{Иv} = 1,0$.

						Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$K_v = 0,8 \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1.$$

$$V = \frac{41 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 8^{0,1} \cdot 0,125^{0,4} \cdot 136^{0,15} \cdot 12^{0,1}} \cdot 1 = 39 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання фрези:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

де D – діаметр фрези;

V – швидкість фрезерування.

$$n = \frac{1000 \cdot 39}{\pi \cdot 200} = 62 \text{ об/хв.}$$

Обираємо по паспорту станка: $n = 70$ об/хв.

Сила різання при фрезеруванні:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^\omega} \cdot K_{Mp},$$

де $K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_D}{750} \right)^n$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості матеріалу, що обробляється на силові залежності;

$\sigma_B = 600$ МПа – допустима напруга розтягу матеріалу заготовки;

n – частота обертання інструмента;

$C_p = 82,2$; $x = 0,95$; $y = 0,8$; $u = 1,1$; $q = 1,3$; $\omega = 0,2$; $n = 0,3$ [4];

$$K_{Mp} = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,3} = 0,94,$$

						Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$P_z = \frac{10 \cdot 82,2 \cdot 8^{0,95} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 78^{1,1} \cdot 12}{200^{1,3} \cdot 70^{0,2}} \cdot 0,94 = 437,63 \text{ Н.}$$

Потужність різання:

$$N_e = \frac{2P_z \cdot v}{1020 \cdot 60},$$

де $2P_z$ - сила різання при фрезеруванні двох торців одночасно;

v – швидкість фрезерування.

$$N_e = \frac{2 \cdot 437,63 \cdot 39}{1020 \cdot 60} = 0,5 \text{ кВт.}$$

Потужності верстата достатньо.

Для центрування беремо свердло ГОСТ 14952-75: $D = 10$ мм.

Швидкість різання при свердлінні:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де $D = 10$ мм – діаметр свердла;

$s = 0,18$ мм/об – подача;

$T = 45$ хв – період стійкості свердла;

$C_v = 7,0$; $q = 0,40$; $y = 0,7$; $m = 0,2$; $x = 0$.

K_v – коефіцієнт поправочний.

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Iv},$$

де $K_{Mv} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей матеріалу, що обробляється;

						Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$\sigma_b = 600$ МПа – допустима напруга розтягу матеріалу заготовки;

$K_\Gamma = 1,0$; $n_v = 0,9$; $K_{\Gamma v} = 1,0$; $K_{Iv} = 1,0$.

$$K_v = 1 \left(\frac{750}{600} \right)^{0,9} = 1,22.$$

$$V = \frac{7 \cdot 10^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,18^{0,7}} \cdot 1,22 = 33,4 \text{ м/хв.}$$

Частоту обертання свердла визначимо за формулою

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (6.2)$$

де D – діаметр свердла;

V – швидкість свердління.

$$n = \frac{1000 \cdot 33,4}{\pi \cdot 10} = 1063 \text{ об/хв.}$$

Беремо найближче значення частоти обертання шпинделя за паспортом верстата: $n = 1100$ об/хв.

Фактичну швидкість різання визначимо за формулою

$$V = (\pi \cdot D \cdot n) / 1000. \quad (6.3)$$

В результаті маємо

$$V = (\pi \cdot 10 \cdot 1100) / 1000 = 34,54 \text{ м/хв.}$$

						Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Крутний момент при свердлінні:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot K_p \cdot D^q \cdot s^y,$$

де D – діаметр свердла;

s – подача під час свердління;

K_p – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки;

$$K_p = K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

де $\sigma_B = 600$ МПа – допустима напруга розтягу матеріалу заготовки;

$n = 0,75$; $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$.

$$K_p = K_{Mp} = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 0,85 \cdot 10^2 \cdot 0,18^{0,8} = 0,087 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Осьову силу при свердлінні визначимо за формулою:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot K_p \cdot D^q \cdot s^y,$$

де D – діаметр свердла;

S – подача під час свердління;

$K_p = 0,85$ – коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$.

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 0,85 \cdot 10^1 \cdot 0,15^{0,7} = 3832,9 \text{ Н}.$$

						Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Потужність різання визначимо за формулою

$$N_e = \frac{2M_{кр} \cdot n}{9750},$$

де $2M_{кр}$ – крутний момент при свердлінні двох центрових отворів одночасно;
 n – частота обертання свердла.

$$N_e = \frac{2 \cdot 0,087 \cdot 1100}{9750} = 0,045 \text{ кВт.}$$

Потужність верстата з урахуванням потужності двигуна приводу головного руху $N_d = 11$ кВт та ККД $\eta = 0,85$, становитиме

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 11 \cdot 0,85 = 9,35 \text{ кВт} > N_p = 0,045 \text{ кВт.}$$

Таким чином, визначені режими різання можуть бути реалізовані на даному верстаті.

Розрахунок режимів різання для токарної операції з ЧПК 045.

Виконаємо розрахунок режимів різання на третій перехід токарної операції з ЧПК 045, який полягає у обточуванні зовнішньої циліндричної ступені діаметром 83h14.

Вихідні дані.

Оброблювана поверхня: циліндрична ступінь заготовки діаметром 110 мм.

Матеріал заготовки – сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Діаметр заготовки до обробки – 90 мм.

Діаметр заготовки після обробки – 83 мм.

Довжина обробки – 240 мм.

Шорсткість поверхні – $R_a = 6,3$ мкм.

Верстат – токарний з ЧПК моделі HAAS-ST-45L.

						Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Верстатний пристрій: патрон комбінований ПЗКП-315Ф8.95.

Ріжучий інструмент: Різець токарний з механічним кріпленням підтискання важелем через отвір твердосплавної непереточуваної ромбічної пластинки з ріжучою кромкою 12,9 мм і кутом в плані 95°, задній кут пластинки 0°, правий, довжиною 150 мм. Позначення: Різець PCLNR 2525-M12 T5K10.

Визначимо припуск на обробку та глибину різання:

$$Z = (D_3 - D_d) / 2 = (90 - 83) / 2 = 3,5 \text{ мм},$$

де D_3, D_d – відповідно діаметри заготовки до і після обробки, мм.

$$t = Z / i = 3,5 / 2 = 1,75 \text{ мм},$$

де i – кількість проходів.

Табличне значення подачі різця при точінні залежно від шорсткості оброблюваної поверхні 6,3 мкм Ra і радіусу при вершині різця $r = 1$ мм [9]:
 $S_T = 0,55$ мм/об.

Подача з урахуванням поправочного коефіцієнта на матеріал заготовки [9]:

$$S = S_T \cdot K_M \cdot K_\phi,$$

де $K_M = 0,45$ – поправочний коефіцієнт, що враховує міцність матеріалу заготовки ($\sigma_B = 600$ МПа).

$K_\phi = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує вплив головного кута в плані різця $\phi = 45^\circ$.

$$S = 0,55 \cdot 0,45 \cdot 1,0 = 0,25 \text{ мм/об.}$$

В результаті беремо $S_{\Pi} = 0,25$ мм/об.

						Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Швидкість різання при точінні загартованої сталі різцями з твердого сплаву визначаємо за формулою [9]:

$$V = V_T \cdot K_t \cdot K_{Rz} \cdot K_n \cdot K_\phi \cdot K_{охл},$$

де $V_T = 145$ м/хв – табличне значення швидкості різання при обточуванні сталі на подачах різця до 0,25 мм/об;

$K_t = 1,0$ – поправочний коефіцієнт на глибину різання $t = 1,0$ мм;

$K_{Rz} = 1,0$ – поправочний коефіцієнт на шорсткість обробленої поверхні 6,3 мкм Ra;

$K_n = 0,83$ – поправочний коефіцієнт, який враховує марку твердого сплаву різця Т5К10;

$K_{охл} = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує наявність охолодження при точінні.

Визначимо швидкість різання:

$$V = 145 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,83 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 120,4 \text{ м/хв.}$$

Частоту обертання шпинделя верстата визначимо за формулою (6.2):

$$n = (1000 \cdot 120,4) / (\pi \cdot 83) = 461,9 \text{ об/хв.}$$

Беремо частоту обертання шпинделя верстата – 500 об/хв.

Фактичну швидкість різання визначимо за формулою (6.3):

$$V = (\pi \cdot 83 \cdot 500) / 1000 = 130,3 \text{ м/хв.}$$

Визначимо силу та потужність різання [9]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

						Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

де $C_p = 204$ – для зовнішнього поздовжнього точіння твердосплавними різцями

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = 0;$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp},$$

$K_{\phi p} = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує вплив головного кута в плані;

$K_{\gamma p} = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує вплив переднього кута;

$K_{\lambda p} = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує вплив кута нахилу головної ріжучої кромки різця;

$K_{rp} = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує радіус при вершині різця.

$$K_p = 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,85.$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 1,16^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 130,3^0 \cdot 0,85 = 642,6 \text{ Н.}$$

Визначимо потужність різання за формулою:

$$N_p = (P_z \cdot V) / (60 \cdot 1020) = (642,6 \cdot 130,3) / (60 \cdot 1020) = 1,36 \text{ кВт.}$$

Потужність верстата з урахуванням потужності двигуна приводу головного руху $N_d = 29,8$ кВт та ККД $\eta = 0,85$, становитиме

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 29,8 \cdot 0,85 = 25,33 \text{ кВт} > N_p = 1,36 \text{ кВт.}$$

Таким чином, визначені режими різання можуть бути реалізовані на даному верстаті.

Визначимо машинний (основний) час обробки на даному переході:

						Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$T_o = L \cdot i / (S_p \cdot n),$$

де $L = (l_B + l + l_{пер})$ – довжина обробки поверхні заготовки на даному переході з урахуванням довжини врізання та перебігу інструменту;

$l = 240$ мм – довжина оброблюваної поверхні, мм;

$l_B = 3$ мм – довжина врізання;

$l_{пер} = 3$ мм – довжина перебігу.

$$T_o = (240 + 3 + 3) \cdot 2 / (0,25 \cdot 500) = 3,9 \text{ хв.}$$

В результаті розрахунків маємо такі елементи режимів різання: $t = 1,16$ мм; $S = 0,25$ мм/об; $V = 130,3$ м/хв; $n = 500$ об/хв; $T_{o2} = 5,9$ хв.

6.6 Технічне нормування операції

Технічне нормування фрезерно-центрувальної операції 030.

Згідно з [6] норму штучно-калькуляційного часу на операцію визначають за формулою:

$$t_{шт.к} = t_{шт} + t_{п.з} / n, \quad (6.4)$$

де $t_{шт}$ – норма штучного часу, хв.;

$t_{п.з}$ – підготовчо-завершальний час, хв.;

n – кількість деталей в партії, шт.

В свою чергу, штучний час дорівнює:

$$t_{шт} = t_o + t_d + t_{обс} + t_{вдп}, \quad (6.5)$$

						Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

де t_o – основний час на операцію, хв.;

t_d – допоміжний час на операцію, хв.;

$t_{обс}$ – час на технічне та організаційне обслуговування робочого місця, хв.;

$t_{вдп}$ – час на відпочинок та особисті потреби робітника, хв.

Допоміжний час на операцію згідно з [6] визначають за формулою:

$$t_d = t_{уст} + t_{пр} + t_{вим}, \quad (6.6)$$

де $t_{уст}$ – час на установку, закріплення, розкріплення заготовки, хв.;

$t_{пр}$ – час, що витрачається на керування верстатом, хв.;

$t_{вим}$ – час на контрольні вимірювання, хв.

Час на обслуговування робочого місця та відпочинок робітника визначають за формулою:

$$t_{обс} + t_{вдп} = (t_o + t_d) \cdot [(\alpha + \beta) / 100], \quad (6.7)$$

де α , β – відповідно, норми часу на обслуговування робочого місця та відпочинок робітника у % від оперативного часу [6].

В п. 6.5 цієї роботи визначені елементи режимів різання й основний час по переходах й на операцію в цілому. Відповідно $t_{o\Sigma} = 6,3$ хв.

До складу допоміжного часу входить:

$t_{уст} = 4$ хв. – час на установку, закріплення, зняття заготовки за умови використання центрів з установкою гайки, контргайки й повідка;

$t_{пр} = 0,76$ хв. – допоміжний час на керування верстатом;

$t_{вим} = 1$ хв. – час на вимірювання.

В результаті, визначимо допоміжний час на операцію за формулою (6.6):

$$t_d = 4 + 0,76 + 1 = 5,76 \text{ хв.}$$

						Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Додатковий час на обслуговування робочого місця і відпочинок робочого визначаємо як 6% від оперативного часу за формулою (6.7):

$$t_{обс} + t_{вдп} = (6,3 + 5,76) \cdot [6/100] = 0,72 \text{ хв.}$$

Штучний час на операцію визначимо за формулою (6.5):

$$t_{шт} = 6,3 + 5,76 + 0,72 = 12,78 \text{ хв.}$$

Підготовчо-завершальний час на операцію становить [6]:

$$t_{п.з} = 12 + 6 = 18 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час на операцію визначимо за формулою (6.4):

$$t_{шт.к} = 12,78 + 18/56 = 13,09 \text{ хв.}$$

Технічне нормування токарної операції з ЧПК 045.

В п. 6.5 цієї роботи визначено основний час на третій перехід токарної операції з ЧПК 045: $t_{оз} = 1,9$ хв.

Основний час на інших переходах розглянутої операції визначаємо з урахуванням режимів різання, які визначені табличним методом [9] і зведені в таблицю 6.3.

						Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 6.3 – Елементи режимів різання на операцію 045

№ пере хода	Зміст переходу	Елементи режимів різання						
		D _{обр} , мм	L, мм	t, мм	i	S _п , мм/об	n, об/хв	V, м/хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Точити зов. циліндричну поверхню d83	90	31	3	2	0,25	500	130,3
2	Точити ступінь d83	90	8	2,0	1	0,25	500	130,3
4	Точити ступінь d103	110	16	3,0	1	0,25	500	157
5	Точити зов. циліндричну поверхню d103	110	528	2	2	0,25	500	157
6	Точити ступінь d115	126	14	3	1	0,25	500	166,4
7	Точити зов. циліндричну поверхню d115	126	427	3	2	0,25	500	166,4

Для зазначених режимів різання визначимо основний час t_0 :

$$t_{01} = (3+31+3) 2 / (0,25 \cdot 500) = 0,48 \text{ хв.},$$

$$t_{02} = (3+8+3) 1 / (0,25 \cdot 500) = 0,336 \text{ хв.},$$

$$t_{04} = (4+16+4) 1 / (0,25 \cdot 500) = 0,576 \text{ хв.}$$

$$t_{05} = (4+528+4) 2 / (0,25 \cdot 500) = 8,57 \text{ хв.}$$

$$t_{06} = (3+14+3) 1 / (0,25 \cdot 500) = 0,16 \text{ хв.}$$

$$t_{07} = (3+427+3) 2 / (0,25 \cdot 500) = 6,9 \text{ хв.}$$

В результаті, основний час на операцію складатиме:

$$t_0 = 0,48+0,336+3,9+0,576+8,57+0,16+6,9 = 20,922 \text{ хв.}$$

									Арк.
									50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата					

Допоміжний час на операцію визначимо за формулою (6.6), де $t_{уст} = 0,75$ хв., $t_{пр} = 0,37$ хв., $t_{вим} = 0,63$ хв.:

$$t_d = 0,75 + 0,37 + 0,63 = 1,75 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця та відпочинок робочого визначимо за формулою (6.7):

$$t_{обс} + t_{вдп} = (20,922 + 1,75) \cdot (5 + 4) / 100 = 2 \text{ хв.}$$

Таким чином, штучний час за формулою (6.5) складає:

$$t_{шт} = 20,922 + 1,75 + 2 = 24,672 \text{ хв.}$$

Підготовчо-завершальний час на операцію згідно з [6] становить $t_{п.з} = 34$ хв.

Штучно-калькуляційний час на операцію визначимо за формулою (6.4):

$$t_{шт.к} = 24,672 + 34/56 = 25,28 \text{ хв.}$$

						Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

Відповідно до завдання необхідно спроектувати верстатний пристрій з механізованим приводом закріплення заготовки для оброблення заготовки на операції 085 горизонтально-розточувальній.

Дане пристосування застосовується для установки групи деталей, близьких за конструктивно-технологічними ознаками.

Застосування спеціального пристрою з механізованим приводом дозволить стабілізувати точність обробки поверхонь заготовки, знизити трудомісткість обробки, підвищити безпеку та поліпшити умови праці, використовувати робочих нижчої кваліфікації, знизити собівартість виготовлення деталі.

На даній операції виконують розточування отвору деталі D48H14 дотримуючись розмірів L755, L45 M52×15.

Обробка заготовки здійснюється на горизонтально-розточувальному верстаті мод. 2620ВФ1. Під час обробки торцевих поверхонь формуються лінійні розміри L755H14, L45H14 та L45H14, які мають відповідати 14-му квалітету точності, шорсткість поверхонь має відповідати рівню 6,3 мкм за критерієм Ra.

Для обробки поверхонь заготовки на операції використовуємо такий ріжучий інструмент:

- свердло спеціальне Ø24 для глибокого свердління. Матеріал ріжучої частини – швидкоріжуча сталь Р6М5;
- свердло спеціальне Ø48 для глибокого свердління. Матеріал ріжучої частини – швидкоріжуча сталь Р6М5;
- різець токарний розточувальний з механічним кріпленням твердосплавних непереточуваних ріжучих пластин. Матеріал пластинки – твердий сплав марки Т15К6;
- різець токарний розточувальний для точіння внутрішніх канавок з механічним кріпленням пластинки з ріжучою кромкою 3 мм і кутом в плані 0°,

						Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

діаметром державки 16 мм, довжиною 125 мм. Матеріал пластинки – твердий сплав марки Т15К6;

- різець токарний різьбовий з механічним кріпленням гвинтом пластинки для внутрішньої метричної різьби, діаметром державки 16 мм, довжиною 125 мм. Матеріал пластинки – твердий сплав марки Т15К6.

Вибір базових поверхонь заготовки.

Як технологічні бази вибираємо зовнішні циліндричні поверхні $\varnothing 140f7$ і $\varnothing 80h9$, оскільки, це поверхні які можуть забезпечити стійке положення заготовки при її закріпленні, високу жорсткість налагодження (див. рисунок 7.1).

Під час базування пропонується встановити заготовку в опорних призмах з упором в торець.

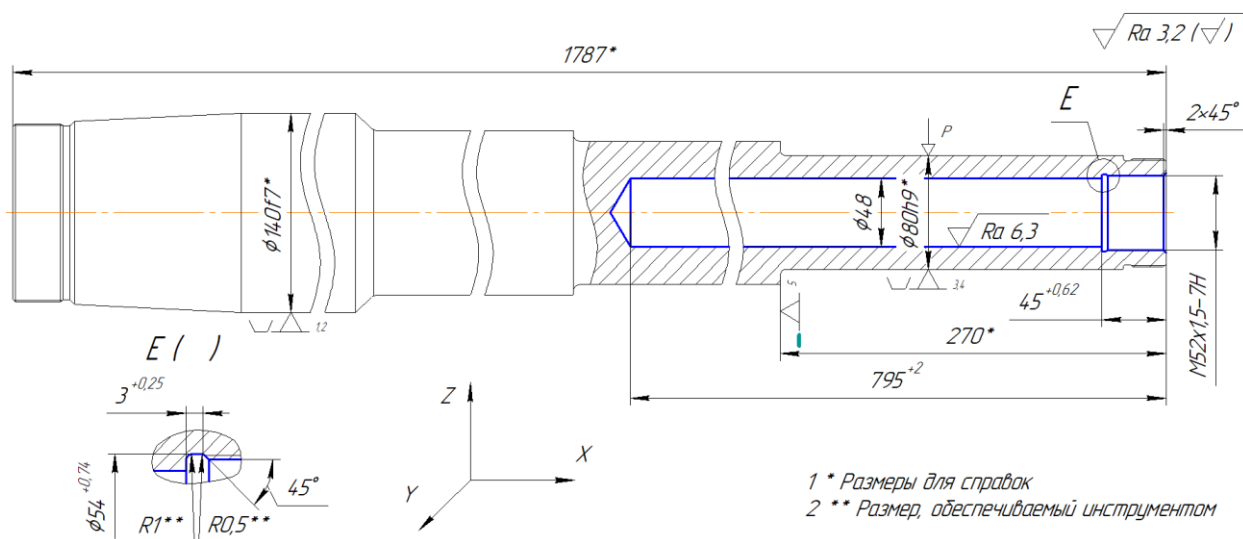


Рисунок 7.1 – Схема базування заготовки

Класифікація баз.

Деталь позбавлена п'яти ступенів свободи: мають місце дві технологічні бази:

- подвійна напрямна – циліндричні поверхні $\varnothing 140f7$ і $\varnothing 80h9$, позбавляє деталь 4-х ступенів свободи: поступального руху вздовж осей Z і Y і обертань навколо осей Z і Y (див. рисунок 7.1).

					Арк.
					53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	

- опорна – торець, позбавляє деталь одного ступеня свободи: поступального руху вздовж центральної осі деталі, вісь X (див. таблицю 7.1).

Таблиця 7.1 – Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені свободи	Назва бази
1,2,3,4	II,III,V,VI	ПНБ
5	I	ОБ

Аналіз схеми базування з точки зору забезпечення точності оброблюваних поверхонь.

Похибка базування на глибину отвору 795^{+2} дорівнює допуску на розмір l_{270} (відстань від опорної бази до зовнішнього торця деталі).

Для отримання необхідної точності оброблюваної деталі потрібно, щоб виконувалася умова:

$$\varepsilon_{\delta} \leq \varepsilon_{\text{доп}},$$

де ε_{δ} – дійсна похибка базування, мм;

$\varepsilon_{\text{доп}}$ – допустима похибка базування, мм.

Дійсну похибку базування заготовки за умови її установки в опорних призмах визначимо за формулою (6.1). При цьому беремо $T_D = 0,074$ мм – допуск на розмір $\varnothing 80h9$ деталі, $\alpha = 90^\circ$ – кут призми. В результаті маємо

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{0,074}{2} \cdot \frac{1}{\sin(90^\circ / 2)} = 0,052 \text{ мм.}$$

Провіряємо на похибку базування розмір $\varnothing 48H14$

						Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$\varepsilon_6 = 0,052 \text{ мм} < T_{D48H14}/2 = 0,31 \text{ мм.}$$

Таким чином точність позиціонування оброблюваного отвору $\varnothing 48H14$ відповідно зовнішній циліндричній поверхні $\varnothing 80h9$, буде забезпечено пропонованою схемою базування.

Для операційних розмірів 795H14 та 45H14 має місце похибка базування (технологічна база розташована по уступу в розмір 270 мм відносно зовнішнього правого торця заготовки, вимірювальна база розташована по зовнішньому торцю заготовки):

$$\varepsilon_{6795} = \varepsilon_{645} = T_{270H14} = 1,3 \text{ мм,}$$

$$\varepsilon_{6795} = 1,3 \text{ мм} < T_{795} = 2 \text{ мм,}$$

$$\varepsilon_{645} = 1,3 \text{ мм} > T_{45} = 0,62 \text{ мм.}$$

Так, пропонована схема базування забезпечує виконання розміру 795H14, але не забезпечує виконання розміру 45H14. Для забезпечення точності розміру 45H14 та за умови використання пропонованої схеми базування необхідно зменшити квалітет розміру 270 мм з 14-го до 12-го:

$$\varepsilon_{6795} = \varepsilon_{645} = T_{270H12} = 0,52 \text{ мм,}$$

$$\varepsilon_{645} = 0,52 \text{ мм} < T_{45} = 0,62 \text{ мм.}$$

Так, пропонована схема базування забезпечує виконання розміру 45H14.

						Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Розрахунок сил закріплення заготовки.

За умови дії на заготовку крутного моменту $M_{кр}$ та осьової сили P_o , викликаних свердлінням, сила закріплення заготовки буде визначатися сумою:

$$P_3 = P_{31} + P_{32},$$

де P_{31} та P_{32} – сили закріплення заготовки, викликані відповідно дією крутного моменту $M_{кр}$ та осьової сили P_o .

З умови непровороту заготовки для циліндричної заготовки з діаметром бази D встановленої в призмі з кутом α і навантаженої крутним моментом $M_{кр}$ силу закріплення P_{31} визначимо за формулою

$$P_{31} = \frac{2 \cdot K \cdot M_{кр}}{D \cdot \left(f_2 + \frac{f_1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right)},$$

де K – коефіцієнт запасу, що розглядається для забезпечення надійного закріплення заготовки. Беремо $K = 2,5$ [5];

$M_{кр}$ – крутний момент, діючий на заготовку під час свердління. За результатами попередніх розрахунків беремо $M_{кр} = 28$ Н·м;

D – діаметр заготовки, беремо $D = 0,08$ м;

f_1, f_2 – коефіцієнти тертя відповідно в місцях контакту заготовки з опорами і затискними елементами. Беремо $f_1, f_2 = 0,16$ [5].

В результаті маємо

						Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$P_3 = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 28}{0,080 \cdot \left(0,16 + \frac{0,16}{\sin \frac{90^\circ}{2}} \right)} = 5028 \text{ Н.}$$

З умови нерухомості циліндричної заготовки діаметром бази D встановленої в призмі з кутом α і навантаженої осьовою силою P_0 , силу закріплення P_{32} визначимо за формулою

$$P_3 = \frac{K \cdot P_0}{f_1 + \frac{f_2}{\sin \frac{\alpha}{2}}}$$

За попередніми розрахунками осьова сила під час свердління становить $P_0 = 2931 \text{ Н}$. В результаті маємо

$$P_3 = \frac{2,5 \cdot 2931}{0,16 + \frac{0,16}{\sin \frac{90^\circ}{2}}} = 6838 \text{ Н.}$$

Тоді сумарна сила закріплення заготовки становить

$$P_3 = 5028 + 6838 = 11866 \text{ Н.}$$

Вибір типу і розрахунок параметрів силового приводу.

У зв'язку з великою довжиною заготовки для її надійного закріплення беремо два пневмоприводи (необхідну силу закріплення ділимо на два), а так, як в спроектованому пристосуванні є передаточний механізм підсилювача величини сили затиску заготовки у вигляді важільного прихвата, то сила затиску (див. рисунок 7.2) визначимо за формулою:

						Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$Q = \frac{\pi(D+d)^2 \cdot p \cdot \eta}{16} - Q_1,$$

де l_1, l_2 – плечі прихвата;

$Q_1 = 150$ Н – зусилля пружини;

$\eta = 0,9$ – коефіцієнт корисної дії;

$p = 0,4$ МПа – тиск повітря у пневмомережі;

$d = 0,7D$ – діаметр тарілки пневмокамери.

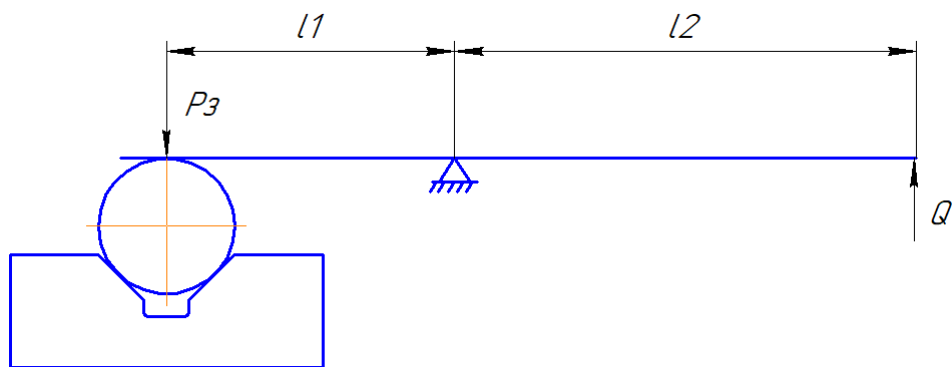


Рисунок 7.2 – Схема дії важільного прихвата

Відповідно до пропонованої схеми закріплення заготовки (див. рисунок 7.2) запишемо рівняння рівноваги моментів, діючих при використанні важільного передаточного пристрою (прихвата):

$$P_3 \cdot l_1 = Q \cdot l_2.$$

З конструктивних міркувань беремо $l_2 / l_1 = 2$.

В результаті маємо

$$Q = P_3 \cdot l_1 / l_2 = 0,25 \cdot P_3 = 11866 \cdot 1/4 = 2966,5 \text{ Н.}$$

					Арк.
					58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	

Діаметр пневмокамери визначимо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{16(Q+Q_1)}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}},$$

$$D = \sqrt{\frac{16(2966,5+150)}{\pi \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 116 \text{ мм.}$$

Беремо найближчий більший стандартний діаметр пневмокамери $D = 125$ мм. При цьому діаметр диска пневмокамери $d = 0,7 \cdot D = 0,7 \cdot 125 = 87,5$ мм.

В результаті фактичне зусилля на штоку пневмокамери становить

$$Q_{\phi} = \frac{\pi \cdot (1,7 \cdot 125)^2 \cdot 0,4 \cdot 0,9}{16} - 150 = 3041,9 \text{ Н.}$$

Фактична сила закріплення заготовки становить

$$P_{з.ф} = Q \cdot 4 = 3041,9 \cdot 4 = 12167,6 \text{ Н.}$$

Розрахунок верстатного пристрою на точність.

У нашому випадку до розрахункових параметрів варто віднести точність взаємного розміщення основних та допоміжних конструкторських баз пристрою, а саме відхилення від паралельності робочої поверхні опорних призм, що формує подвійну направляючу базу при базуванні заготовки, відносно опорної поверхні плити верстатного пристрою (якою пристрій встановлюється на стіл верстата). Цей параметр є однорідним з похибкою, що обумовлена допустимим відхиленням від перпендикулярності оброблюваних отворів:

$$T_{\perp} = 0,3 \cdot T_{\varnothing 48H14} = 0,3 \cdot 0,31 = 0,093 \text{ мм.}$$

						Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Визначимо допустиму похибку виготовлення верстатного пристрою за формулою:

$$E_{np} = T_{\perp} - K_m \sqrt{(K_{m1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_{zn}^2 + (K_{m2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2} ,$$

де K_T – коефіцієнт враховуючий можливе відхилення розсіювання значень складових величин рівняння від нормального закону розподілення, $K_T=1,2$;

K_{T1} – коефіцієнт враховуючий зменшення граничних значень похибки базування при роботі на налагоджувальних верстатах, $K_{T1} = 0,85$;

ε_{δ} – похибка базування, не впливає на формування похибки паралельності, $\varepsilon_{\delta} = 0$ мкм;

ε_3 – похибка закріплення, не впливає на формування похибки паралельності, тому що сили закріплення розподіляються симетрично, $\varepsilon_3 = 0$ мкм;

ε_y – похибка встановлення, не впливає на формування похибки паралельності, $\varepsilon_y = 0$ мкм;

ε_n – похибка встановлення та перекіс інструменту на верстаті. $\varepsilon_n = 10$ мкм;

ε_{zn} – похибка яка утворюється під час зношення робочих частин пристосування, так як зношення рівномірне, то воно не впливає на похибку паралельності, $\varepsilon_{zn} = 0$ мкм;

K_{T2} – коефіцієнт враховуючий ймовірність появи похибки обробки, $K_{T2}=0,6$;

ω – середня економічна точність обробки, $\omega = 10$ мкм;

ε_{noz} – похибка позиціонування верстатного пристрою на плиті. Так як ця похибка не впливає на похибку паралельності, $\varepsilon_{noz} = 0$ мкм.

$$E_{np} = 93 - 1,2 \sqrt{(0,85 \cdot 0)^2 + 0^2 + 0^2 + 10^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 10)^2 + 0^2} = 79 \text{ мкм.}$$

						Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Беремо найближчу стандартну величину допуску непаралельності у розмірі 60 мкм. З урахуванням сказаного наведемо на складальному кресленні пропонованого верстатного пристрою технічну вимогу «Відхилення від паралельності загальної для робочих поверхонь призм поз. 2 та 3 осі відносно опорної поверхні плити поз. 7 – не більше 0,06 мм».

Будова та принцип дії верстатного пристрою.

Базовою деталлю верстатного пристрою є плита поз. 7, на якій встановлюють дві призми поз. 2 та 3, які реалізують подвійну направляючу та опору поз. 16, що реалізує опорну базу під час базування заготовки.

В лівій та правій частинах плити поз. 2, розташовані пневмокамери односторонньої дії. Безштокові порожнини пневмокамер розташовані безпосередньо в плиті поз. 7, штокові порожнини утворені кришками поз. 15. Між кришками поз. 15, та плитою розміщені мембрани пневмокамер, які жорстко зв'язані з штоками.

Для фіксації заготовки передбачені прихвати позиція 3, у вигляді важеля. Коротке плече має спиратися на заготовку, а довге на шток (робоче положення). В центральній частині прихвата розташована стійка позиція 14, яка виконує функцію опори. В не робочому положенні прихват відвернутий від заготовки на 90°.

Для установки верстатного пристрою на столі верстата передбачені дві призматичні шпонки поз. 5, які привернуті до плити поз. 7 знизу гвинтами.

Для транспортування, переустановлення пристрою передбачені чотири рим-болти поз. 17, які привернуті до плити поз. 7 зверху в протилежних кутах.

Принцип дії верстатного пристрою.

Встановити заготовку на призми поз. 2 та 3 та на опору поз. 16 до контакту з циліндричною поверхнею. Розвернути прихвати в робоче положення (так, щоб довге плече прихвата розташовувалось над штоком пневмокамери, а коротке плече – над поверхнею заготовки). Подати стиснене повітря до безштокової порожнини пневмокамери. Стиснене повітря перемістить мембрану, яка в свою чергу підніме шток пневмокамери. При переміщенні штока догори коротке плече

						Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

прихвата опускається вниз. При цьому відбуватиметься затиск заготовки.
Розкріплення заготовки здійснюється у зворотній послідовності.

									Арк.
									62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата					

ВИСНОВКИ

В роботі виконані такі види робіт:

1. Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.
2. Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі.
3. Визначено тип виробництва аналітичним способом – середньосерійний, форма організації робіт – групова.
4. Виконано аналіз технологічності конструкції деталі.
5. Вибраний раціональний спосіб отримання заготовки – поковка штампуванням на КГШП.
6. Обґрунтовано вибір схем базування і закріплення заготовки на фрезерно-центрувальній та токарній з ЧПК операціях.
7. Обґрунтовано вибір металорізального обладнання та технологічного оснащення на зазначені операції.
8. Визначені режими різання та технічні норми часу на зазначені операції.
9. Розроблені креслення заготовки, маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі, налагодження на операцію 045 токарну з ЧПК, складальне креслення спеціального верстатного пристрою.
10. Розроблений комплект технологічної документації на виготовлення деталі (на картах КТП).
11. В додатку Г цієї роботи розглянуто питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

						Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Марочник сталей и сплавов : справочник / Под ред. В. Г. Сорокина. – М. : Машиностроение, 1989. – 640 с.
2. **Горбацевич, А. Ф.** Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособ. / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск : Высшая школа, 1983. – 256 с.
3. **Егоров, М. Е.** Технология машиностроения: учебник / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев; Под ред. М. Е. Егорова. – 2-е изд., доп. – М. : Высшая шк., 1976. – 534 с.
4. ГОСТ 7829-70 «Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые ковкой на молотах. Припуски и допуски».
5. Справочник технолога-машиностроителя : справочник. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1986. – 496 с.
6. **Общестроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования станочных работ : Серийное производство.** – М. : Машиностроение, 1974. – 421 с.
7. ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные из углеродистой стали».
8. **Кузнецов, Ю. И.** Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник / Ю. И. Кузнецов, А. Р. Маслов, А. Н. Байков. – 2 – е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1990. – 512 с.
9. **Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках.** – М. : Машиностроение, 1974. – Ч. 1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, долбежные и фрезерные станки. – 416 с.

						Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		