

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 КЛАПАНА КП401-06.003**

Кваліфікаційна робота (проект) бакалавра

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма – «Технології машинобудування»

Студент

Дмитро ГАЙДЕЙ

Керівник

Павло КУШНІРОВ

Нормоконтроль

Артем ЄВТУХОВ

РЕФЕРАТ

Записка: 50 с., 10 рис., 17 табл., 5 додатків, 11 літературних джерел.

Об'єкт розробки – клапан КП 401–06.003.

Мета роботи – проектування технологічного процесу виготовлення клапана КП 401–06.003.

Виконаний аналіз службового призначення клапана і технічних вимог для його виготовлення. За коефіцієнтом закріплення операцій визначений тип виробництва та його форма організації. Проведений аналіз технологічності конструкції клапана з метою удосконалення його виготовлення. Згідно визначеного типу виробництва та економічних розрахунків спроектована заготовка, що виготовляється із застосуванням КГШП.

Зроблений аналіз типового технологічного процесу виготовлення клапана. Розрахунково-аналітичним методом розраховані припуски на обробку діаметра $30d_{11}$, виконаний аналіз базування заготовок для двох операцій 015 «Токарна з ЧПК» та 025 «Фрезерна з ЧПК». Для наведених операцій вибрані і обґрунтовані моделі верстатів, технологічне оснащення, різальний та вимірювальний інструмент, розраховані режими різання та норми часу.

Для операції 015 «Токарна з ЧПК» спроектований токарний патрон з метою зменшення витрат допоміжного часу на операцію.

У розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» виконаний аналіз причин виробничого травматизму і запропоновані заходи для його запобігання.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ОПЕРАЦІЯ, ПРИПУСК, РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМА ЧАСУ, ВЕРСТАТНИЙ ПРИСТРІЙ

Зміст

	Вступ.....	5
1	Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	6
2	Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі.....	11
3	Визначення типу виробництва та форми його організації.....	13
4	Аналіз технологічності конструкції деталі.....	17
5	Вибір способу одержання заготовки та розробка технічних вимог до неї.....	20
6	Аналіз існуючого технологічного процесу.....	23
6.1	Розрахунок припусків на механічну обробку.....	23
6.2	Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	24
6.3	Обґрунтування вибору металорізальних верстатів.....	30
6.4	Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	33
6.5	Розрахунки режимів різання.....	35
6.6	Технічне нормування операцій.....	40
7	Проектування верстатного пристрою.....	42
7.1	Мета технологічної операції та завдання для проектування пристрою..	42
7.2	Розрахунок сил для закріплення заготовки.....	43
7.3	Розрахунок точності параметрів пристрою.....	46
7.4	Опис конструкції пристрою та його роботи.....	47
	Висновки.....	48
	Перелік джерел посилань.....	49
	Додаток А Креслення деталі «Клапан КП 401–06.003».....	51
	Додаток Б Розрахунок припусків на ЕОМ.....	52
	Додаток В Специфікація ТМЗ20510216–07–01.00.00 «Патрон токарний».....	53
	Додаток Г Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	55

					ТМЗ20510216 – 00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Проектування технологічного процесу виготовлення клапана КП 401–06.003. Пояснювальна записка	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Гайдей					4	50
Провер.		Кушніров						
Реценз.								
Н. Контр.		Євтухов				СумДУ, ТМЗ–83–01		
Утверд.		Іванов						

ВСТУП

Залізничний транспорт надзвичайно важливий для внутрішніх і зовнішніх перевезень. Довжина залізниць світу становить приблизно 1,3 млн. км. Україна має одну з найбільш розвинених у Європі мережу залізниць, її експлуатаційна довжина складає 22,05 тис. км, з яких електрифіковано 9,3 тис. км (42% від загальної довжини мереж).

Залізниця є базовою галуззю економіки України та являють собою найважливіший, стрижневий елемент транспортної системи. Саме на них припадає 85,1% вантажообігу (без урахування трубопровідного транспорту) та 54,5% пасажирського обігу. За густотою залізниць Україна займає провідне місце серед країн СНД і наближається за цим показником до європейських країн: Франції, Італії, Румунії. За обсягами вантажних перевезень залізниця України посідають 4-е місце на Євразійському континенті, поступаючись тільки залізницям Китаю, Росії, Індії.

Одним із виробів, який застосовується на залізничному транспорті є повітряний кран, що входить до гальмової системи вагонів. Від якості його виготовлення залежить надійність та безвідмовність загальної гальмової системи потягу. В склад повітряного крану входить клапан КП 401–06.003, який є його відповідальною деталлю. З метою безвідмовного виконання службового призначення клапана на протязі строку його експлуатації, технологи повинні в межах річної програми випуску повітряного крану, розробити оптимальний та рентабельний технологічний процес його виготовлення. Застосування на механічних ділянках спеціалізованого, високопродуктивного і точного обладнання, технологічного оснащення, різального і вимірювального інструментів дозволить забезпечити якісні показники цього відповідального виробу залізничного транспорту.

Таким чином, розробка оптимального технологічного процесу виготовлення клапана КП 401–06.003 для зазначених умов виробництва є метою бакалаврської роботи.

										Лист
										5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ320510216–00 ПЗ

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

Деталь «Клапан КП 401–06.003» (далі «Клапан») входить до складу крану повітряного КП 401–06.000 СК. У свою ж чергу складальна одиниця входить до загальної гальмівної системи залізничного потягу.

Кран повітряний використовується для перекриття гальмівної або живильної магістралей рухомого залізничного потягу. Встановлюється на пасажирських, вантажних вагонах, платформах, локомотивах, електричках і дизель-поїздах.

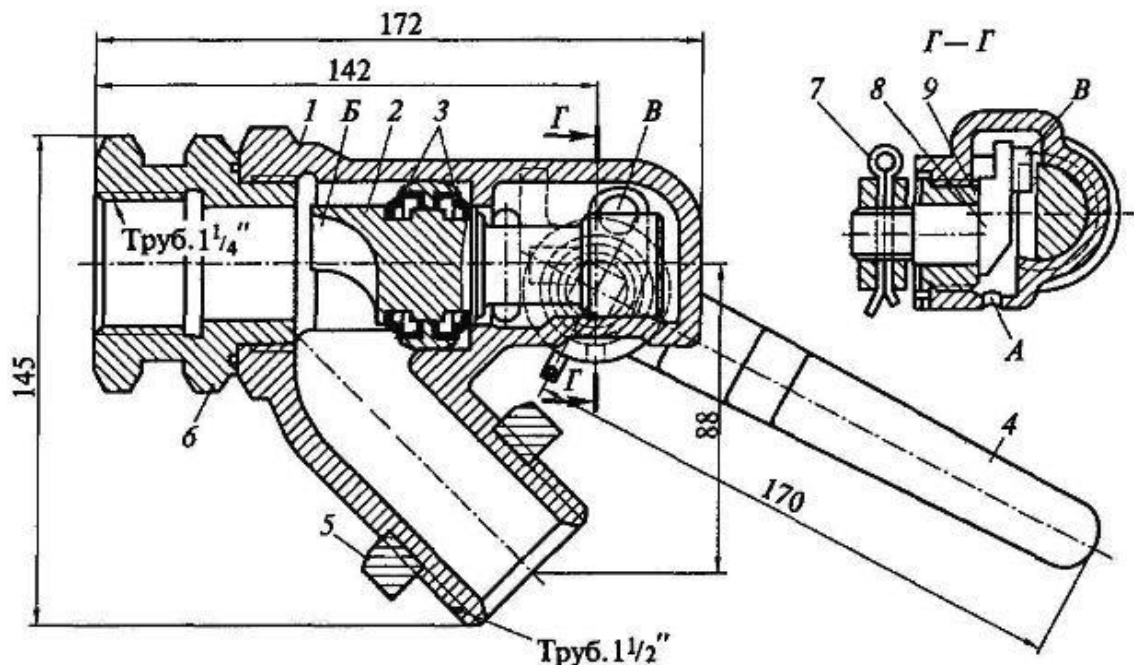


Рисунок 1.1 – Кран повітряний КП 401–06.000 СК: 1 – корпус; 2 – клапан з відбивачем (напівсферичної поверхнею) Б; 3 – два гумових ущільнювальних кільця; 4 – ручка; 5 – контргайка; 6 – штуцер; 7 – шплінт; 8 – кулачок; 9 – гайка

Кран складається з корпусу 1, клапана 2 з відбивачем (напівсферичної поверхнею) Б, двох гумових кілець ущільнювання 3, ексцентрикового кулачка 8, гайки 9 і ручки 4, укріпленої на квадраті кулачка шплінтом 7. Контргайка 5 призначена для ущільнення і кріплення гальмівного з'єднувального рукава на відростку кінцевого крана.

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ320510216–00 ПЗ

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика крана повітряного

Найменування параметру	Чисельні показники
Максимальний тиск, кгс/см ²	9
Діаметр прохідного перетину, мм	33
Діаметр різи: з боку магістралі з боку рукава	Труб. 1 ¹ / ₄ " Труб. 1 ¹ / ₂ "
Габаритні розміри, мм	300 x 145 x 91
Маса, кг	3,5

Для перекриття крана ручку 4 повертають вгору до упору, при цьому палець В переміщує клапан 2 вліво і притискає ліве кільце 3 до сидла штуцера 6. У цьому положенні палець В проходить за осьову лінію приблизно на кут 4° і стискає ліве кільце ущільнювача на (3–4) мм, внаслідок чого клапан 2 закривається. Таким чином, якщо закриваючи кран, повернути його до упору, до стиснення кільця ущільнювача (це відчувається рукою), то він не повинен самостійно відкритися при трясці або ударах вагона на рейкових стиках.

Контрольний отвір А діаметром 6 мм при закритому положенні крана з'єднує магістраль з боку рукава із атмосферою. Цей отвір виконує дуже важливу функцію. Якби цього отвору не було, то при перекритті крану стиснене повітря залишалося у двох зчеплених рукавах. При роз'єднанні рукавів, повітря, яке знаходилося під тиском в магістралі, з великою швидкістю видалялося б в атмосферу, а рукав міг вирватися і травмувати людину. Але отвір (досить великого діаметра – 6 мм) скидає повітря з рукавів при закритті кінцевого крана (виконує функцію запобіжного клапану). Цей отвір нечасто засмічується, проте, треба звертати увагу, щоб при закритті крана обов'язково пролунало характерне короткочасне шипіння «пхикання», що характеризує вихід повітря із рукавів.

У відчиненому положенні ручка крана розташовується приблизно уздовж осі відростка, а клапан 2 правим кільцем ущільнювача 3 притискається тиском стисненого повітря до сидла корпусу 1.

На рисунку 1.1 з'єднувальні рукава зображені закріпленими на спеціальних підвісках. Так має бути закріплений рукав на хвостовому вагоні. Іноді, якщо на вагоні відсутній гак для підвіски, рукав закидають за ланцюг приводу

						ТМ320510216–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			7

автозчеплення і зв'язують його дротом. За інструкцією техніки безпеки на залізничному транспорті рукав бовтатися не повинен.

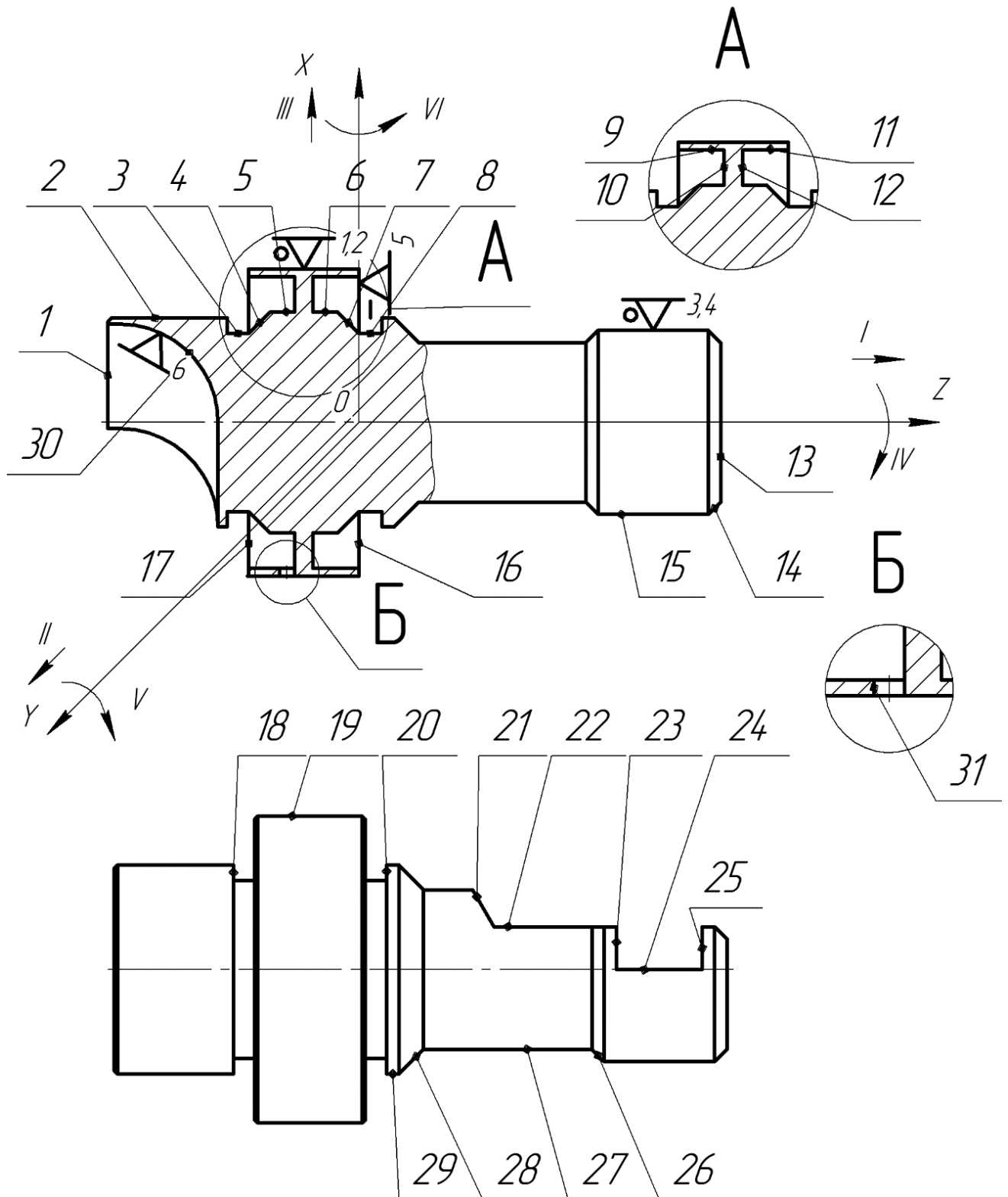


Рисунок 1.2 – Поверхні клапана та схема його базування в повітряному крані

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ320510216-00 ПЗ

Розглянемо службове призначення кожної поверхні деталі.

Основні конструкторські поверхні (ОКБ), якими клапан базується у складальній одиниці (повітряному крані) – 15, 16, 19, 30.

Допоміжні конструкторські поверхні (ДКБ) – 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 20.

Виконавчі поверхні (ВКП), завдяки яким деталь виконує своє функціональне призначення – 23, 24, 25, 30.

Вільні поверхні (ВП), які призначені для створення контуру заготовки, а також для посилення конструкції деталі – 1, 2, 13, 14, 17, 18, 21, 22, 26, 27, 28, 29.

В таблицях 1.2 та 1.3 наведені поверхні ОКБ, їх зв'язки, ступінь позбавлення свободи в складальній одиниці (повітряному крані).

Таблиця 1.2 – Таблиця відповідності

Зв'язок	Ступінь свободи	Найменування бази
1, 2, 3, 4	II, IV, V, VI	Подвійна напрямна
5	III	Опорна
6	I	Опорна

Таблиця 1.3 – Матриця зв'язків

X, Y, Z / 1, α	X	Y	Z	Найменування бази
1	1	1	0	Подвійна напрямна
α	1	1	0	
1	0	0	1	Опорна
α	0	0	0	
1	0	0	0	Опорна
α	0	0	1	
Всього	2	2	2	6-ть ступенів

Аналіз даних таблиць 1.2 та 1.3 показав, що деталь в складальній одиниці позбавлена шести ступенів свободи. Позбавлення всіх шести ступенів свободи потрібно для безпосереднього виконання клапаном свого службового призначення. Службове призначення клапана реалізується через ряд поверхонь, які виконують функції ОКБ, ДКБ, виконавчих поверхонь у складальній одиниці (повітряному крані).

Розглянемо більш детально функції окремих поверхонь клапана, які зображені на рисунку 1.2. Аналіз функціонального призначення поверхонь деталі виконується в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Характеристика окремих поверхонь деталі «Клапан»

Номер поверхні	Функціональне призначення поверхні	Шорсткість поверхні Ra, мкм	Найменування бази
3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 20	Поверхні виконують функції допоміжних конструкторських баз (орієнтують розташування ущільнювань, які передбачені для запобігання витoku повітря із порожнин корпусу повітряного крану)	12,5	ДКБ
15, 16, 19	Поверхні, якими деталь базується у складальній одиниці (орієнтують деталь у потрібному напрямі в корпусі повітряного крану)	1,6	ОКБ
30	Поверхня, яка виконує одночасно своє службове призначення і базування (орієнтує деталь у потрібному напрямі та виконує функцію «Зачинено» або «Відчинено» при перетіканні повітря)	12,5	ВКП, ОКБ
23, 24, 25	Поверхні паза, які виконують своє службове призначення безпосередньо (передають зусилля від рукоятки на клапан при його переміщенні)	12,5	ВКП

Нерозглянуті поверхні є вільними (ВП) і якщо відповідно до технічних вимог креслення допуски на ці розміри на зазначені, то вони призначаються за 14-м квалітетом точності згідно ГОСТ 25346–82. Шорсткість вільних поверхонь знаходиться в межах $R_z = 40 - 80$ мкм.

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Технічні вимоги (умови) на виготовлення деталі визначаються її службовим призначенням. На основі аналізу робочого креслення можна зробити висновок, що наявних проєкцій і перерізів достатньо, вони правильно розміщені відповідно до існуючих стандартів, на всіх поверхнях вказані вихідні дані: розміри, їх точність і шорсткість, проставлені потрібні технічні вимоги на виготовлення деталі.

Креслення виконане за вимогами ЄСКД і повністю відповідає діючому стандарту ГОСТ 2.109–73. Основні вимоги до креслення згідно ГОСТ 2.305–68 виконані правильно. Зображені види, розміри, перерізи відповідають нормам ГОСТ 2.307–68. Нанесення розмірів і граничних відхилень відповідають нормам ГОСТ 2.309–73. Шорсткість поверхні, допуски їх розташування, чисельні значення, умовне позначення відповідають нормам ГОСТ 24643–81.

Деталь «Клапан» виготовляється зі сталі 20 ГОСТ 1050–88. Хімічний склад елементів сталі та її механічні властивості наведені в таблицях 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 20 ГОСТ 1050–88, у відсотках

Масова частка елементів, %									
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As	Fe
0,17–0,24	0,17–0,37	0,35–0,65	Не більше						~ 98
			0,04	0,04	0,25	0,25	0,08	0,04	

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі 20 ГОСТ 1050–88 при $T = 20^{\circ}\text{C}$

Твердість	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообробка
НВ	МПа	МПа	%	%	кДж/м ²	–
163	420	610	25	55	–	Нормалізація

Аналіз конструкції клапана показав, що застосована марка метала – сталь 20 має задовільну оброблюваність, і не спричинить застосуванню оптимальних режимів різання при її обробленні. Замінниками зазначеної сталі можуть бути сталь 15 або сталь 25, у яких механічні властивості практично не відрізняються від сталі зазначеної на кресленні.

					ТМ320510216–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Сталь 20 застосовується при будівництві котлів, труб, нагрівальних трубопроводів різного призначення. За формою поверхні сталь 20 випускається у вигляді круглого або листового прокату.

Виконаємо аналіз технічних вимог креслення деталі «Клапан».

Шорсткість багатьох поверхонь деталі становить $R_a = 12,5$ мкм. Ці параметри досягаються на чорновому етапі методами точіння, фрезерування, свердління. Вимоги по якості поверхонь зумовлені їх функціональним призначенням. Це або вільні поверхні або поверхні які потребують будь-якого службового призначення.

Точність розмірів та форм базових та виконавчих поверхонь відповідає службовому призначенню виробу і назначені конструктором правильно. Обробка цих поверхонь передбачається на універсальних верстатах або верстатах з ЧПК.

Незазначені на кресленні граничні відхилення розмірів оброблюваних поверхонь треба виконувати згідно ОСТ1 00022–80. Маркувати та клеймувати деталь згідно ОПИ 63–06 на бирки.

Таким чином, деталь є відповідальною і від її міцності, а також відповідності вимогам креслення, залежить працездатність виробу у цілому. При виготовленні деталі, проведенні механічних випробувань, аналізу хімічного вмісту, необхідно занотувати всі данні. Знак ОТК, буде вказувати на відповідність деталі всім вимогам та гарантувати її безперебійну роботу.

Згідно аналізу технічних вимог пред'явлених конструктором можна зробити висновок, що до деталі пред'явлені досить високі вимоги за точністю та якості поверхонь. Це стосується поверхні діаметром $30d9$ з шорсткістю $R_a = 1,6$ мкм.

Конструкція має точні відповідальні поверхні з відповідно низькою шорсткістю ($R_a = 3,2 - 6,3$ мкм), завдяки чому зменшується концентрація руйнуючих напружень. До деталі пред'явлені жорсткі вимоги конструктором для забезпечення безпечної і безвідмовної роботи вузла в цілому.

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ320510216–00 ПЗ

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій K_{30} , який визначається відношенням всіх різноманітних технологічних операцій виконуваних на протязі місяця, до кількості робочих місць.

$$K_{30} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P}, \quad (3.1)$$

де ΣO – сумарна кількість різноманітних операцій;

ΣP – сумарна кількість робітників на операціях технологічного процесу.

Визначення типу виробництва.

Штучно-калькуляційний час беремо з базового технологічного процесу. Ці дані заносимо до таблиці 3.1.

Розрахункова кількість верстатів по операціям визначається за формулою

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

де $N_{\text{річ}}$ – річна програма випуску деталей, 1800 шт;

F_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, $F_d = 4029$ год;

$\eta_{\text{з.н.ср}}$ – середнє значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання.

Виконаємо розрахунок необхідної кількості обладнання для операції 015

$$m_p = \frac{1800 \cdot 13,8}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,13.$$

Кількість робочих місць P визначається шляхом округлення до ближнього цілого числа отриманого значення m_p , а саме, $P = 1$. Результати розрахунків для інших механічних операцій наведені в таблиці 3.1.

Фактичний коефіцієнт завантаження верстатного обладнання кожного робочого місця визначається за формулою

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

$$\eta_{\text{з.ф.}} = \frac{0,13}{1} = 0,13.$$

Кількість операцій виконуваних на робочому місці визначається за формулою

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

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

$$O = \frac{0,8}{0,13} = 6,15.$$

Результати розрахунків для інших операцій заносимо до таблиці 3.1.

Знаходимо ΣP , ΣO , $\Sigma T_{ш-к}$, результати розрахунків заносимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1– Визначення типу виробництва

Номер операції	Найменування механічної операції	$T_{ш-к}$, хв	m_p , шт.	P , шт.	$\eta_{з.ф.}$	O
015	Токарна з ЧПК	13,8	0,13	1	0,13	6,15
020	Токарна з ЧПК	4,8	0,05	1	0,05	16
025	Фрезерна з ЧПК	64,5	0,6	1	0,6	1,34
030	Фрезерна з ЧПК	42,4	0,4	1	0,4	2
035	Вертикально-свердлильна	2,5	0,02	1	0,02	40
Всього		128	–	5	–	65,5

За формулою (3.1) визначається коефіцієнт закріплення операцій

$$K_{кз} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P} = \frac{65,5}{5} = 13,1.$$

Розраховане значення коефіцієнта закріплення операції знаходиться в межах $10 < K_{з.о.} < 20$, що відповідає середньосерійному типу виробництва.

Визначення форми організації виробництва.

Добовий випуск деталей визначається за формулою

$$N_{доб} = \frac{N_{річ}}{254} \quad (3.5)$$

де 254 – кількість робочих днів у році.

$$N_{доб} = \frac{1800}{254} \cong 7 \text{ шт.}$$

Добовий фонд часу роботи обладнання визначається за формулою

$$F_{доб} = \frac{60 \cdot F_d}{254} \quad (3.6)$$

$$F_{доб} = \frac{60 \cdot 4029}{254} \cong 952 \text{ хв.}$$

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ320510216–00 ПЗ				

Середня трудомісткість механічних операцій:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\Sigma T_{\text{ш-к}}}{n}, \quad (3.7)$$

де n – кількість механічних операцій, $n = 5$.

$$T_{\text{ср}} = \frac{128}{5} = 25,6 \text{ хв.}$$

Добова потужність потокової лінії при її завантаженні на 60% визначається за формулою

$$Q_{\text{доб}} = \frac{F_{\text{доб}}}{T_{\text{ср}}} \cdot 0,6, \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{доб}} = \frac{952}{25,6} \cdot 0,6 \cong 23 \text{ шт.}$$

При порівнянні $N_{\text{доб}} = 7 < Q_{\text{доб}} = 23$ бачимо, що добовий випуск деталей менше добової потужності потокової лінії при її завантаженні на 60%, тобто використання одно-номенклатурної потокової лінії є нераціональною, тому приймаємо групову форму організації праці.

У середньосерійному виробництві спеціалізація робочих місць обмежується вужчою номенклатурою, а виробничі лінії і цехи мають наочну і технологічну спеціалізацію. Підготовка виробництва, як правило, також виділяється з основного виробничого процесу. До середньосерійного виробництва відносяться верстатобудування, виробництво двигунів, різноманітні види виготовлення прокату із чорних та кольорових металів.

Для робочих місць середньосерійного виробництва характерне ще більше обмеження кількості виконуваних операцій, оскільки партії виробів стабільно повторюються. Устаткування має більш високий рівень спеціалізації.

Середньосерійне виробництво характеризується тим, що за кожним робочим місцем відповідно до ГОСТ 3.1108–74 закріплено від 11 до 20 операцій.

Кількість деталей в партії визначається за спрощеною формулою:

$$N_{\text{парт.р.}} = N_{\text{доб}} \cdot a = 7 \cdot 12 = 84 \text{ шт.}$$

де $a = 12$ днів – періодичність запуску деталей у виробництво [2, с. 23].

						ТМ320510216–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			15

Корегуємо розмір партії за рахунок визначення числа змін на обробку всієї партії за формулою:

$$C = \frac{T_{\text{ср}} \cdot N_{\text{парт.р.}}}{F_{\text{зм}} \cdot \eta_{\text{зм.}}} = \frac{25,6 \cdot 84}{476 \cdot 0,75} = 6,03,$$

де $F_{\text{зм}} = \frac{F_{\text{доб}}}{\nu} = \frac{952}{2} = 476 \text{ хв}$ – змінний фонд часу роботи обладнання;

$\nu = 2$ – кількість змін за добу;

$\eta_{\text{зм}} = 0,75$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання [2, с. 20].

Кількість змін C округляємо до найближчого цілого значення $C_{\text{кор}} = 6$.

Тоді кількість деталей партії визначиться

$$N_{\text{парт}} = \frac{F_{\text{зм}} \cdot C_{\text{кор}} \cdot \eta_{\text{зм}}}{T_{\text{ср}}} = \frac{476 \cdot 6 \cdot 0,75}{25,6} = 83,7 \text{ шт.}$$

Приймаємо $N_{\text{парт}} = 84$ шт.

						ТМ320510216–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			16

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Аналіз виконується за якісними показниками. Якісні показники характеризують технологічність конструкції більш загально на основі досвіду виконавця. До якісних показників відносяться: матеріал деталі, простий спосіб установа її в пристрій верстату, можливість використання прогресивних способів обробки поверхонь.

Клапан виготовляється із вуглецевої сталі 20 ГОСТ 1050–88. Хімічний склад сталі 20 наведений в таблиці 2.1, а механічні властивості в таблиці 2.2. Аналізуючи деталь за використаним матеріалом можна зазначити, що сталь 20 дуже добре обробляється різальним інструментом (із твердого сплаву та швидкорізальної сталі).

Із вуглецевої сталі 20 виготовляється широкий асортимент прокату і при цьому враховуються особливості сталі цієї марки. Поковки з цієї марки можуть бути виготовлені із категорією міцності тільки 175, 195, 215, 245 при товщині поковок від 100 до 300 мм. Для отримання поковок з більшою категорією міцністю необхідно використовувати іншу сталь. Для виготовлення поковок використовують блюми або злитки сталі, катані або ковани заготовки, заготовки відлиті на лінії безперервного розливання сталі і будь-які інші види прокату.

Аналізуючи форму поверхонь деталі з точки зору застосування високопродуктивного обладнання, можна зазначити, що більшість механічно оброблюваних поверхонь є простими та відкритими. Це значно полегшує обробку заготовки, тому що значною мірою досягнута точність розмірів і форм поверхонь залежить від простоти її конструкції. Механічно оброблювані поверхні є прості (циліндричні, плоскі, конічні), тому за формою поверхонь можна вважати деталь технологічною.

Аналіз креслення деталі показав, що воно виконане згідно з ГОСТ, має достатню кількість видів, перетинів, і дозволяє без ускладнень читати креслення. За цим пунктом деталь можна вважати технологічною.

										Лист
										17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ320510216–00 ПЗ

Якщо аналізувати конструкцію деталі з метою спрощення наведених вимог запропонованих конструктором, то по відношенню точності та шорсткості поверхонь, це робити не треба, тому що службове призначення поверхонь є достатнім і вони виконують своє функціональне призначення у виробі безпосередньо. За цими вимогами деталь можна вважати відносно не технологічною.

Маса заготовки складає 1,12 кг, а деталі 0,43 кг. Це свідчить, що при транспортуванні та закріпленні заготовок на механічних операціях не треба використовувати допоміжні підйомні механізми (кран-балки, мостові крани). В структурах операцій технологічного процесу виготовлення клапана, допоміжний час на його установа, переустановка, зняття становить малий час, що значно зменшує собівартість готової деталі. Можна вважати, що за масою конструкція деталі є технологічною.

Деталь має невеликі габарити 100 x 50 x 50 мм, що потребує при механічній обробці застосовувати не великі розміри робочої зони, а це безпосередньо впливає на розміри верстатного обладнання та верстата. За цим показником конструкція деталі вважається технологічною.

Оброблювальні поверхні деталі є достатньо розвинутими, що полегшує умови базування та закріплення її на механічних операціях.

Деталь має точні поверхні, які виконані за 11-м квалітетом точності та з відповідно низькою шорсткістю, $R_a = 1,6$ мкм. Для забезпечення визначених параметрів треба використовувати верстатне обладнання, де на відповідних режимах можна застосовувати чистові режими різання та відповідний матеріал різального інструменту. Для забезпечення точності розмірів та форм поверхонь немає потреби у використуванні точних верстатів, спеціального технологічного оснащення. Таким чином, за цими показниками конструкція деталі є технологічною.

Ряд поверхонь деталі, такі як внутрішня поверхня клапана, дуже маленький діаметр отворів (2,5 мм), тонкі стіни, є нетехнологічними. Для їх обробки треба застосувати спеціальний різальний інструмент, спеціальне налагодження та

										Лист
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ320510216–00 ПЗ

режими різання. Крім того, обробка отворів діаметром 2,5 мм оброблюється на слюсарній операції ручним способом.

Таким чином, в цілому конструкцію деталі «Клапан» слід вважати відносно технологічною, що не потребує великої трудомісткості його виготовлення.

					ТМ320510216–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		19

5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

З метою економії металу та зменшення трудомісткості обробки, конфігурація заготовки має бути максимально наближена до конфігурації деталі. Трудомісткість виготовлення і собівартість заготовки повинні бути мінімальними. Заготовка повинна мати відповідну форму, що дозволяє вести обробку з мінімальною кількістю установок і різального інструменту. Матеріал заготовки не повинен мати тріщини, рихлості, розшарувань.

Деталь «Клапан» у середньосерійному типі виробництва можна виготовити наступними способами – штампуванням на КГШП або вільним куванням на молотах.

Розраховуємо собівартість вільного кування на молотах за формулою

$$S_{\text{заг.мол.}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_{\Pi} \cdot K_C \cdot K_B \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{від}}}{1000}, \quad (5.1)$$

де $C_i = 20000$ грн – базова вартість однієї тони матеріалу, грн.

$Q = 1,12$ кг – маса заготовки;

$q = 0,43$ кг – маса готової деталі;

$K_T = 1$ – коефіцієнт враховуючий точність поковки;

$K_M = 0,93$ – коефіцієнт враховуючий властивості матеріалу;

$K_{\Pi} = 1$ – коефіцієнт враховуючий групу серійності;

$K_C = 1$ – коефіцієнт враховуючий групу складності;

$K_B = 1$ – коефіцієнт враховуючий масу поковки;

$S_{\text{від}} = 4000$ грн – ціна однієї тони відходів.

$$S_{\text{заг.мол.}} = \left(\frac{20000}{1000} \cdot 1,12 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (1,12 - 0,43) \cdot \frac{4000}{1000} = 18,1 \text{ грн.}$$

Собівартість заготовки на КГШП розраховуємо також за формулою (5.1)

$$S_{\text{заг.КГШП}} = \left(\frac{20000}{1000} \cdot 1,12 \cdot 0,94 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \right) - (1,12 - 0,43) \cdot \frac{4000}{1000} = 15,8 \text{ грн,}$$

						ТМ320510216–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			20

де $C_1 = 20000$ грн – базова вартість однієї тони матеріалу, грн.

$Q = 1,12$ кг – маса заготовки;

$q = 0,43$ кг – маса готової деталі;

$K_T = 0,94$ – коефіцієнт враховуючий точність поковки;

$K_M = 0,93$ – коефіцієнт враховуючий властивості матеріалу;

$K_{II} = 1$ – коефіцієнт враховуючий групу серійності;

$K_C = 1$ – коефіцієнт враховуючий групу складності;

$K_B = 0,95$ – коефіцієнт враховуючий масу поковки;

$S_{\text{від}} = 4000$ грн – ціна однієї тони відходів.

Собівартість кування на молотах вище, тому приймаємо заготовку, яка виготовлена штампуванням на КГШП. Штампування на КГШП дозволяє значніше ущільнювати та зміцнювати структуру матеріалу заготовки ніж вільним куванням її на молотах. Для зняття остаточних напружень, що залишилися після кування заготовки, треба виконати термічну обробку (відпалювання), що також вирівняє структуру матеріалу в межах його об'єму.

Розрахунок припусків штампованої заготовки виконується за методичними вказівками ГОСТ 7505–89. Визначимо вихідні дані для розрахунку припусків штампованої заготовки.

1. Матеріал – сталь 20 ГОСТ 1050–88. Маса деталі $m_d = 0,43$ кг; маса заготовки $m_z = (1,3 - 1,6)m_d = (1,3 - 1,6) \cdot 0,43 = (0,56 - 0,69)$ кг. Приймаємо $m_z = 0,63$ кг.

2. Підігрів заготовки для кування – індукційний. Поверхня за якої відбувається рознімання частин штампа – плоска (II).

3. Клас точності заготовки – Т4. Група сталі за даними хімічного складу елементів сталі (див. табл. 2.1) відповідає М1. Група складності визначається за формулою $C = m_z/m_\phi = 0,63/1,63 = 0,39$, де $m_\phi = 1,63$ кг – маса фігури у яку вписана деталь. Якщо C знаходиться в межах $0,32 - 0,63$, то степінь складності становить С2. За визначеними даними вихідний індекс ВІ = 9.

4. Призначаємо припуски і граничні відхилення згідно ГОСТ 7505–89. Розрахунок виконуємо в таблиці 5.1.

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ320510216–00 ПЗ

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів поковки

Номінальний розмір елемента деталі, мм	Основний і додатковий припуск на сторону, мм	Допуск і граничні відхилення розмірів заготовки, мм	Остаточний розмір елемента заготовки, мм
Ø34	1,3+0,2+0,3=1,8	1,0 ^{+0,7} _{-0,3}	37,5 ^{+0,7} _{-0,3}
Ø50	1,4+0,2+0,3=1,9	1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	54 ^{+0,8} _{-0,4}
100	1,4+0,2+0,3=1,9	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	104 ^{+0,9} _{-0,5}
18	1,3+0,2+0,3=1,8	1,0 ^{+0,7} _{-0,3}	22 ^{+0,7} _{-0,3}
76	1,4+0,2+0,3=1,9	1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	80 ^{+0,8} _{-0,4}

За даними таблиці 5.1 виконане креслення клапана (див. рисунок 5.1).

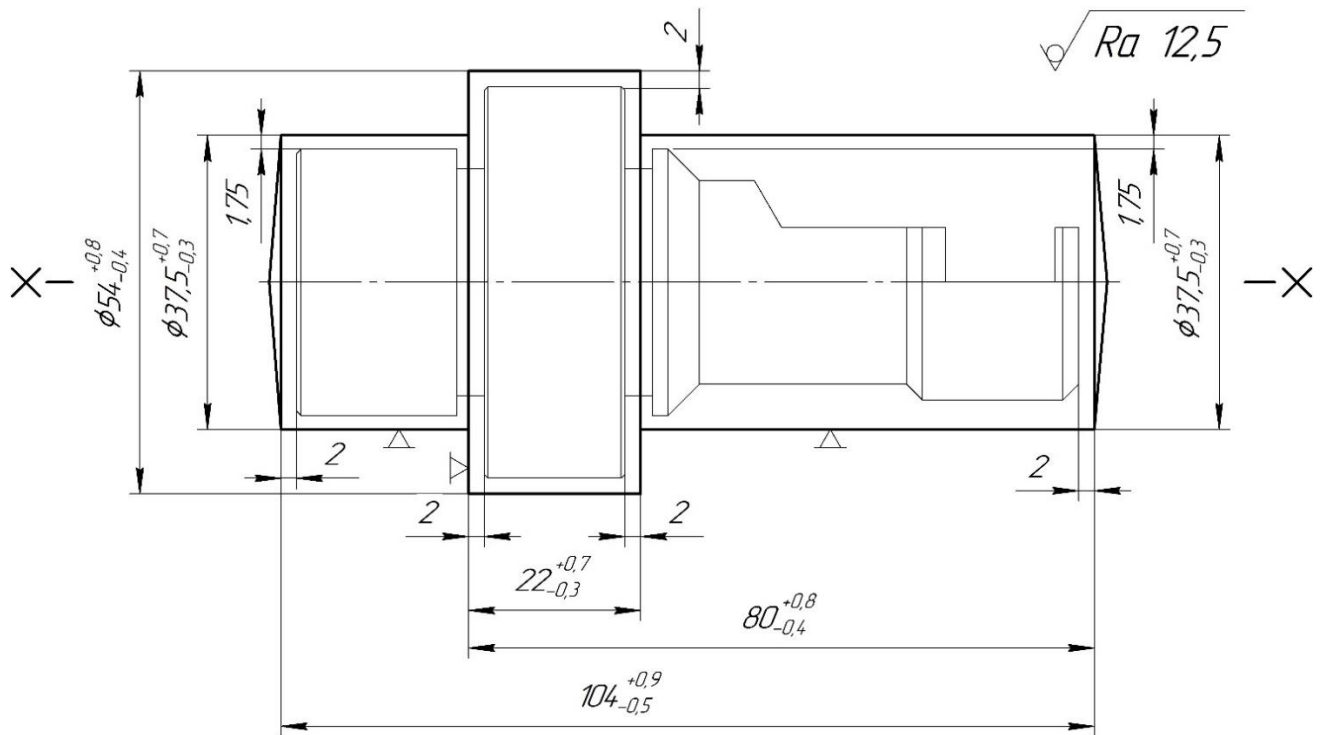


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки виготовленої на КГШП

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Виконаємо розрахунок припусків та знайдемо розміри на обробку зовнішньої циліндричної поверхні діаметром 30d11.

Припуск на діаметр 30d11 визначається за формулою:

$$2Z_{min} = 2 \left(R_{zi-1} + H_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (6.1)$$

де R_{zi-1} – величина мікронерівностей поверхні на попередній операції (переході);

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

ρ_{i-1} – величина просторового відхилення форми поверхні на попередній операції (переході);

ε_i – похибка на виконуваний операції (переході).

Величина $\rho_{заг}$, розраховується за формулою:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{ж}^2 + \rho_{зм}^2 + \rho_{ц}^2} = \sqrt{(1000 \cdot 1)^2 + 1200^2 + 250^2} = 1581 \text{ мкм.}$$

знаходиться в відсотковому відношенні від $\rho_{заг}$, тоді $\rho_{черн} = \rho_{заг} k_y$, де $k_y = 0,04-0,06$, в залежності від переходу. Знайдемо для кожного із переходів:

$$\rho_{сверл} = 1581 \cdot 0,06 = 94 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{зенкер} = 1581 \cdot 0,05 = 79 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{розгорт} = 1581 \cdot 0,04 = 63 \text{ мкм.}$$

Вихідні дані для розрахунку припусків на ЕОМ наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку припуску

Найменування операції (переходу)	Точність обробки	Граничні відхилення	Елементи припуску, мкм			
			R_{zi-1}	H_{i-1}	ρ_{i-1}	ε_{yi}
Штапування	T4	1,0(+0,7;-0,3)	150	200	730	–
Точіння чорнове	h12	0,42(0;-0,42)	50	50	44	370
Точіння чистове	d11	0,19(-0,1;-0,29)	30	30	37	0

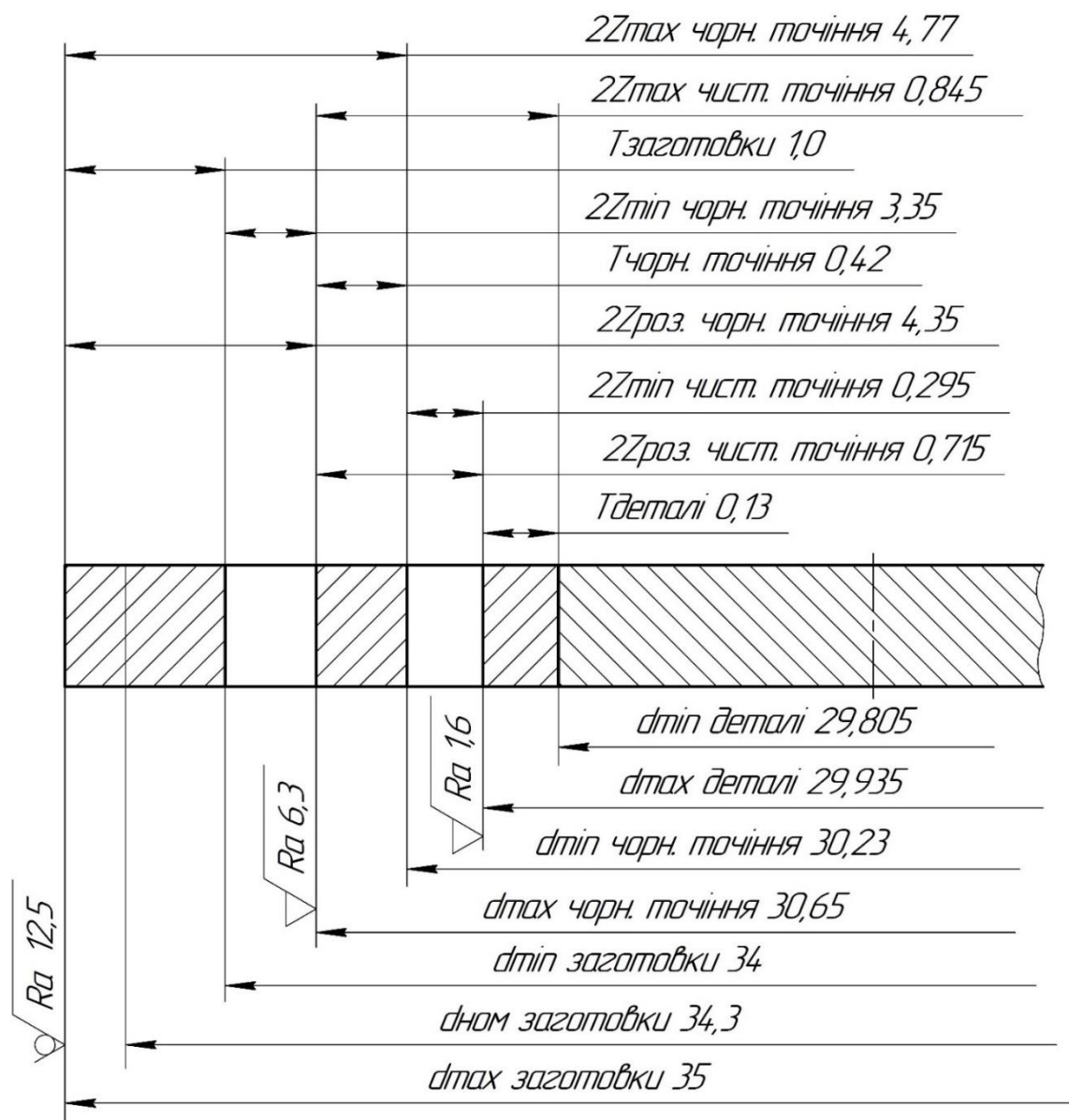


Рисунок 6.1 – Схема припусків і допусків для обробки діаметра 30d11

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Операція 015 «Токарна з ЧПК».

Структура операції складається з двох установів А і Б. На установі А підрізається зовнішній торець діаметром 34 мм, точиться циліндрична поверхня діаметром 34 мм довжиною 24 мм, точиться діаметр 50d11 довжиною 19 мм, точиться канавка діаметром 29 мм і шириною 3,5 мм, фаска 0,6 x 45°, підрізається торець Ø50/Ø34 мм.

										Лист
										24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ320510216–00 ПЗ

Розглянемо базування заготовки на установі А. Для виконання зазначених розмірів можна запропонувати дві схеми базування заготовки. За схемою №1 заготовка на установі А базується і закріплюється у трикулачковому центрувальному патроні двома необробленими поверхнями – діаметру і торцю розмірами $37,5(+0,7;-0,3)$ мм (див. рис. 6.2). Схема №1 передбачає встановлювальну та подвійно-опорну бази, які позбавляють заготовку п'яти ступенів свободи. Вакантним залишиться один зв'язок – обертання навколо осі заготовки.

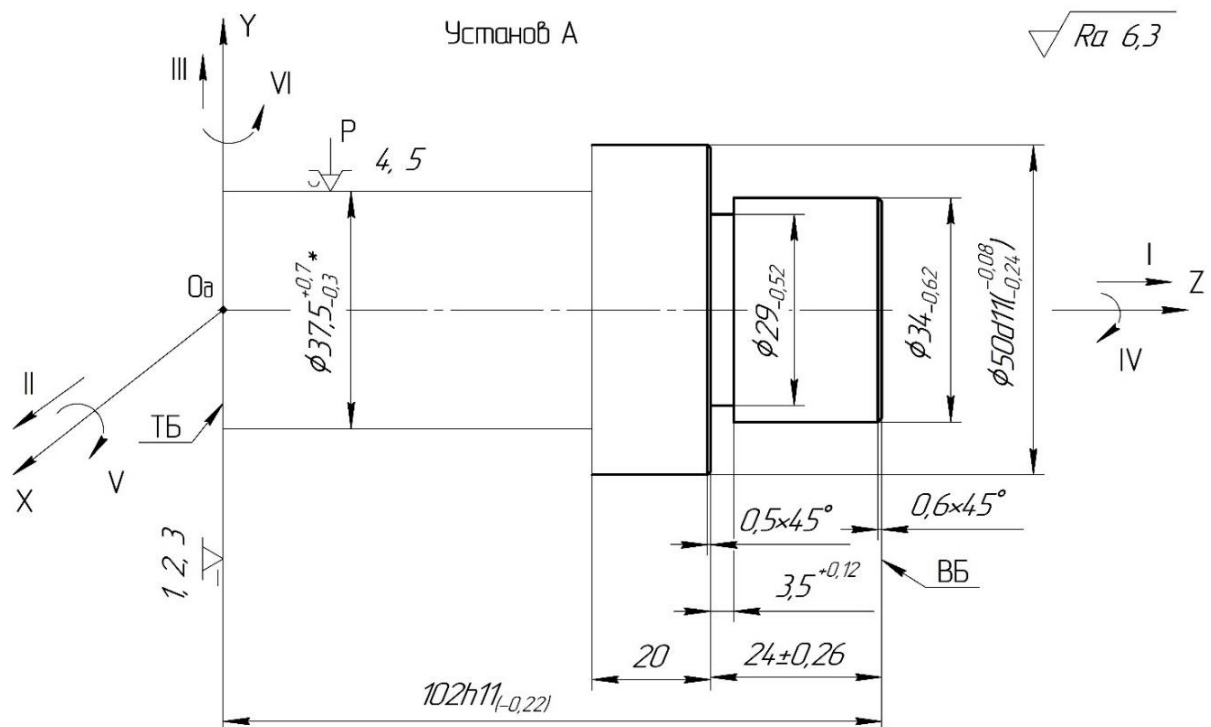


Рисунок 6.2 – Базування заготовки на операції 015 «Токарна з ЧПК». Схема №1

В таблицях 6.2 і 6.3 представлені зв'язки базових поверхонь, ступінь позбавлення свободи заготовки, найменування баз.

Таблиця 6.2 – Таблиця відповідності

Зв'язок	Ступінь свободи	Найменування бази
1, 2, 3	I, V, VI	Встановлювана
4, 5	II, III	Подвійно-опорна
6	IV	Вакансія

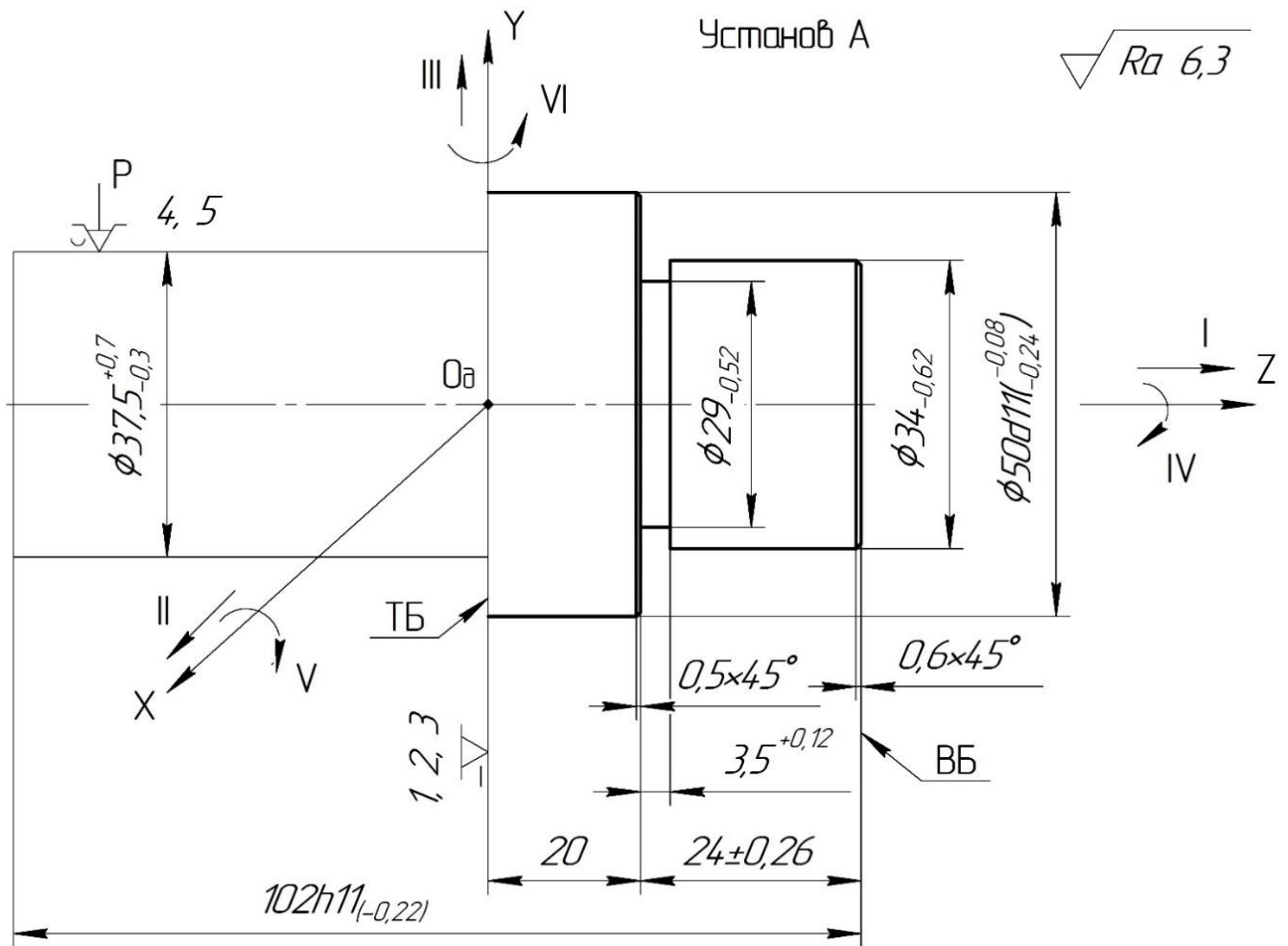


Рисунок 6.3 – Базування заготовки на операції 015 «Токарна з ЧПК». Схема №2

Чисельні дані таблиці відповідності та матриці зв'язків базових поверхонь за розглянутою схемою будуть однакові із схемою №1.

Таким чином, із двох пропонованих схем базування, для обробки поверхонь заготовки на установі А приймається схема №1 (див. рис. 6.2).

Операція 025 «Фрезерна з ЧПК».

На операції фрезеруються дві площини та паз і витримуються лінійні розміри: $38 \pm 0,37$ мм, $22(0; -0,62)$ мм, $14H12(+0,18; 0)$ мм, $15(0; -0,52)$ мм, $59(-0,5; -0,8)$ мм, кут $30^\circ \pm 30'$ (див. рис. 6.4). Також на операції витримуються розмір розташування підвалини паза $15(0; -0,43)$ мм, та площини $22(0; -0,52)$ мм. Шорсткість всіх оброблювальних поверхонь становить $R_a = 6,3$ мкм.

Аналіз наведених розмірів виявив, що точність ширини паза $H14$ витримується точністю діаметра різального інструмента – фрезою діаметром 14 мм. Точність

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ320510216-00 ПЗ					

заготовки на призми має місце похибка базування при виконанні розмірів $15h_{14}(0; -0,43)$ мм та $22h_{14}(0; -0,52)$ мм, яку можна визначити за формулою:

$$\varepsilon_{\phi 34h_{14}} = 0,5TD \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) = 0,5 \cdot 0,62 \left(\frac{1}{\sin \frac{90^\circ}{2}} - 1 \right) \cong 0,13 \text{ мм,}$$

де $TD = 0,62$ мм – допуск розміру $34h_{14}$ мм;

$\alpha = 90^\circ$ – кут двох призм.

Похибка базування заготовки в призмі повинна бути меншою ніж допуск $T_{15h_{14}} = 0,43$ мм розміру $15h_{14}(0; -0,43)$ мм. Поверхні призми є базами налагоджувального розміру фрези для обробки партії валів. Допуск налагоджувального розміру фрези пов'язаний із кінематичною точністю верстата і для вертикально-фрезерного верстата моделі 6520Ф3 становить 0,01 мм. Якщо похибка базування заготовки буде перевищувати допуск розміру, яким вона встановлюється в пристрій, то цей розмір при обробки не буде витриманий. Зробимо порівняння допуску розміру $T_{15h_{14}}$ мм з похибкою базування:

$$T_{15h_{14}} = 0,43 \text{ мм} > \varepsilon_{\phi 34h_{14}} = 0,13 \text{ мм.}$$

Таким чином, при порівнянні встановлено, що похибка базування не впливає на точність розміру $15h_{14}$ мм. Аналогічний розрахунок виконаний для підвалини поверхні розміром $22h_{14}(0; -0,52)$ мм. Похибка базування в призмі для цього розміру також становить 0,01 мм. Порівнянням допуску розміру $22h_{14}$ з похибкою базування встановлено:

$$T_{22h_{14}} = 0,52 \text{ мм} > \varepsilon_{\phi 34h_{14}} = 0,13 \text{ мм.}$$

Таким чином, наведені розміри будуть витримані за наведеною схемою базування заготовки.

Розглянемо схему №2 базування заготовки (див. рис. 6.5). За другою схемою заготовка базується в призмі, які встановлені в лещата, і позбавлена чотирьох ступенів свободи (подвійна напрямна база). Заготовка лівим торцем діаметром $30d_{11}$ базується по нерухомій губі і позбавляється ще однієї ступені свободи (опорна база), а правим торцем затискається рухомою губою. За цією схемою розмір $38 \pm 0,37$ мм витримується, тому що ТБ і ВБ співпадають і похибка базування у напрямку цього розміру дорівнює нулю.

										Лист
										29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

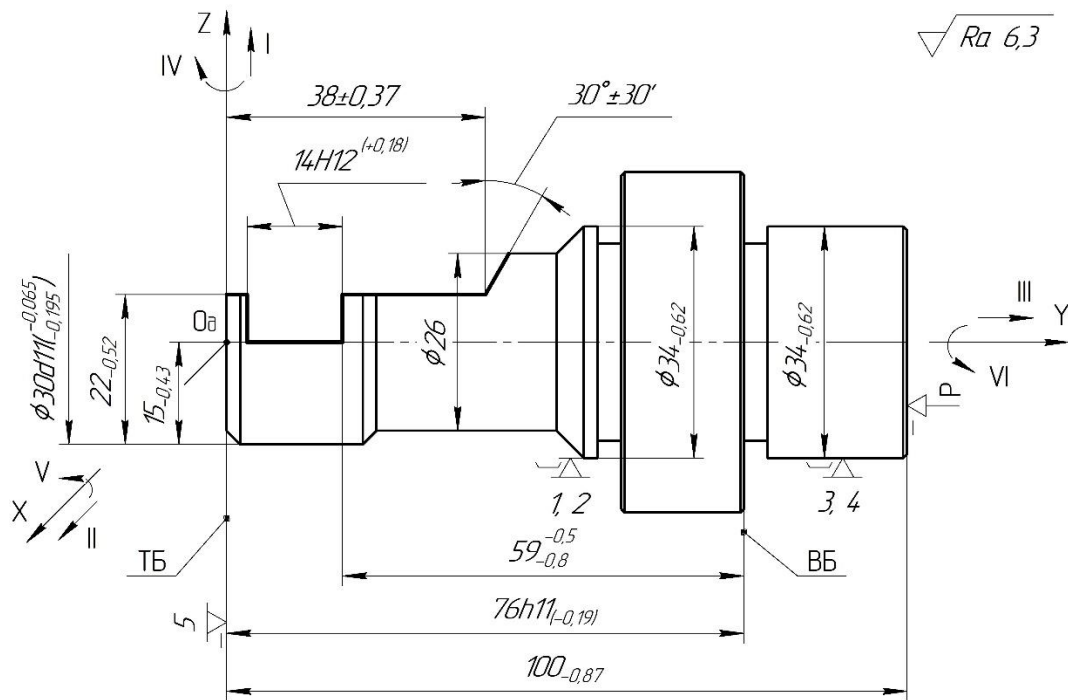


Рисунок 6.5 – Базування заготовки на операції 020 «Фрезерна з ЧПК». Схема №2

Для розміру $59(-0,5; -0,8)$ мм бази ТБ і ВБ не співпадають і виникає похибка базування, яка дорівнює допуску розміру $76h11$ ($\varepsilon = 0,19$ мм), що пов'язує ці бази. Визначим налагоджувальний розмір фрези для обробки розміру $59(-0,5; -0,8)$ мм в партії заготовок. Складемо рівняння розмірного ланцюга, із якого визначим номінальний розмір $\overline{A_2}$

$$A_0 = \overline{A_1} - \overline{A_2},$$

де $A_0 = 59(-0,5; -0,8)$ мм – замикальна ланка розмірного ланцюга, точність розміру якої треба забезпечити при обробці площини довжиною розміром $38 \pm 0,37$ мм;

$\overline{A_1} = 76(0; -0,19)$ мм – складова (збільшувальна) ланка розмірного ланцюга, яка пов'язує ТБ і ВБ бази;

$\overline{A_2} = 17$ мм – складова (зменшувальна) ланка розмірного ланцюга (налагоджувальний розмір), допуск якої треба визначити.

Із рівняння $TA_0 = \overline{TA_1} + \overline{TA_2}$ визначимо допуск $\overline{TA_2}$

$$\overline{TA_2} = TA_0 - \overline{TA_1} = 0,3 - 0,19 = 0,11 \text{ мм.}$$

Визначимо середній допуск ланки $\overline{TA_2}$

$$\overline{E_cA_2} = \overline{E_cA_1} - E_cA_0 = -0,095 - (-0,65) = +0,555 \text{ мм.}$$

Визначимо верхнє ESA_2 та нижнє EIA_2 відхилення ланки $\overline{A_2}$

$$ESA_2 = E_cA_2 + \frac{TA_2}{2} = +0,555 + \frac{0,11}{2} = +0,61 \text{ мм;}$$

$$EIA_2 = E_cA_2 - \frac{TA_2}{2} = +0,555 - \frac{0,11}{2} = +0,5.$$

Таким чином $\overline{A_2} = 17(+0,61; +0,5)$ мм буде налагоджувальним розміром фрези при обробки партії заготовок.

Виконаємо перевірку отриманих даних.

$$59_{-0,8}^{-0,5} = 76_{-0,19}^0 - 17_{+0,5}^{+0,61}.$$

Для розмірів $15(0; -0,43)$ мм і $22(0; -0,52)$ мм виникає похибка базування, яка наведена в першій схемі базування. Наведені розміри також витримуються.

Для двох наведених схем складемо дві таблиці: таблицю відповідності та матрицю зв'язків (див. табл. 6.4 та 6.5).

Таблиця 6.4 – Таблиця відповідності

Зв'язок	Ступінь свободи	Найменування бази
1, 2, 3, 4	I, II, IV, V	Подвійна напрямна
4, 5	III	Опорна
6	VI	Вакансія

Таблиця 6.5 – Матриця зв'язків

X, Y, Z / l, a	X	Y	Z	Найменування бази
l	1	0	1	Подвійна напрямна
a	1	0	1	
l	0	1	0	Опорна
a	0	0	0	
l	0	0	0	–
a	0	0	0	
Всього	2	1	2	5 зв'язків

Таким чином, із двох наведених схем базування заготовки на операції 020 вибираємо другу схему (див. рис. 6.5). Цю схему можна реалізувати в спеціально спроектованому верстатному пристрою (дивись розділ 7 пояснювальної записки).

ГОСТ 14810–69. Шорсткість поверхонь вимірюються зразками шорсткості згідно ГОСТ 9378–93 (для сталевих деталей).

6.5 Розрахунок режимів різання

Операція 015 «Токарна з ЧПК».

Розрахунково-аналітичним методом розраховується режим різання для обробки поверхні діаметром 34(0;–0,62) мм. Вихідні данні: оброблюваний матеріал сталь 20 ($\sigma_B = 420$ МПа), матеріал різальної пластини різця ВК6М, ЗОР – емульсія, поверхня заготовки попередньо не оброблена, оброблюється поверхня із діаметра 37,5 мм до діаметра 34 мм, шорсткість поверхні $R_a = 6,3$ мкм, верстат з ЧПК моделі 16Б16Т1.

1. Глибина різання t , мм:

$$t = \frac{37,5 - 34}{2} = 1,75 \text{ мм.}$$

2. Подача $S = (0,4 - 0,5)$ мм/об [7, т. 11, с. 266]. Приймаємо $S = 0,5$ мм/об.

3. Швидкість різання V , м/хв:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{350 \cdot 0,573}{60^{0,2} \cdot 1,75^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 96,5 \text{ м/хв,}$$

де $T = 60$ хв – період стійкості різця [7, с. 268];

$$C_v = 350; \quad x = 0,15; \quad y = 0,35; \quad m = 0,2 \quad [7, \text{т. 17, с. 269–270}];$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,79 \cdot 0,8 \cdot 0,4 = 0,573;$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{420} \right)^1 = 1,79;$$

$$K_r = 1,0 \quad [7, \text{т. 2, с. 262}]; \quad \sigma_B = 420 \text{ МПа}; \quad n_v = 1,0 \quad [7, \text{т. 2, с. 262}];$$

$$K_{pv} = 0,8 \quad [7, \text{т. 5, с. 262}]; \quad K_{iv} = 0,4 \quad [7, \text{т. 6, с. 263}].$$

4. Визначимо частоту обертання шпинделю n , об/хв:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 96,5}{3,14 \cdot 37,5} = 819,6 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо за паспортом верстата $n_{\pi} = 800$ об/хв, тоді

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\pi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 37,5 \cdot 800}{1000} = 94,2 \text{ м/хв.}$$

						ТМ320510216–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			35

Визначимо хвилинну подачу $S_M = S \cdot n_{II} = 0,5 \cdot 800 = 400$ мм/хв.

5. Визначимо силу різання P_z (Н):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^u \cdot K_p = \\ = 10 \cdot 300 \cdot 1,75^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 94,2^{-0,15} \cdot 0,58 = 924 \text{ Н,}$$

де $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $u = -0,15$ [7, т. 22, с. 273–274];

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 0,65 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 0,58;$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{420}{750}\right)^{0,75} = 0,65;$$

де $n = 0,75$ [7, т. 9, с. 264]; $K_{fp} = 0,89$; $K_{yp} = 1,0$; $K_{lp} = 1,0$; K_{rp} – немає [7, т. 23, с. 275].

6. Потужність різання N , кВт:

$$N = \frac{P_z \cdot V_\phi}{1020 \cdot 60} = \frac{924 \cdot 94,2}{1020 \cdot 60} \cong 1,43 \text{ кВт.}$$

Потужність на шпинделю верстата N_e , кВт:

$$N_e = N_B \cdot \eta = 7,1 \cdot 0,8 = 5,68 \text{ кВт,}$$

де $\eta = 0,8$ – ККД верстата;

$N_B = 7,1$ кВт – потужність електродвигуна головного руху верстата.

Якщо $N = 1,43$ кВт < $N_e = 5,68$ кВт, то обробка виконується.

7. Основний час технологічного переходу T_{02} (хв):

$$T_{02} = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{25,5 \cdot 1}{400} = 0,07 \text{ хв,}$$

де $L = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 24 + 1,5 + 0 = 25,5$ мм;

$i = 1$ – кількість рухів інструменту;

На інші технологічні переходи операції 015 режими різання та основний час визначимо табличним методом (див. табл. 6.8).

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ320510216–00 ПЗ

Таблиця 6.8 – Режими різання на операції 015 «Токарна з ЧПК»

Номер поверхні	Номер РІ	Установ	i	t, мм	S, мм/хв	n, об/хв	V, м/хв	L, мм	D, мм	To, хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	PI 1	А	1	2,0	200	1000	117,8 / 0	21,5	max 37,5	0,11
2			1	1,75	400	800	94,2	25,5	37,5	0,07
3			1	2,0	400	800	137,5	25	54	0,07
4	PI 2		1	3,5	80	800	137,5 / 72,9	4,0	max 34	0,05
5	PI 1		1	0,43	160	800	94,2	2,5	34	0,02
6			1	0,36	160	800	137,5	2,5	54	0,02
7		Б	1	2,0	200	1000	117,8 / 0	21,5	max 37,5	0,11
8	PI 1	Б	1	1,5	400	800	94,2	57,5	37,5	0,15
9			1	1,9	100	1000	106,8	49,5	34	0,5
10			1	2,1	80	800	75,9	34	30,2	0,43
11	PI 2		1	1,41	80	800	94,2 / 65,3	3,5	max 34	0,05
12	PI 1		1	3,5	80	800	137,5 / 72,9	4,0	max 34	0,05
13	PI 1		1	0,36	160	800	137,5	2,5	54	0,02
14		1	1,42	200	1000	94,8	3,0	30,2	0,02	
Всього										1,67

Операція 020 «Фрезерна з ЧПК».

На операції фрезеруються дві площинні поверхні і один паз. Розрахунок виконаємо для обробки паза шириною $14H12(+0,18; 0)$ мм і глибиною 7 мм. Вихідні дані: фреза кінцева, діаметр фрези $D=14$ мм, кількість зубців фрези першого типу $Z = 4$, матеріал фрези – Р6М5, потужність верстата – 4,0 кВт, матеріал заготовки – сталь 20 ($\sigma_B = 420$ МПа).

Якщо обробка виконується кінцевою фрезою, то глибина різання $t = 14$ мм, а ширина обробки $B = 7$ мм.

Вибираємо подачу на зуб фрези $S_z = 0,05$ мм/зуб [1, т. 35, с. 284].

Швидкість різання визначається за формулою:

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

де $C_p = 46,7$; $x = 0,5$; $y = 0,5$; $q = 0,45$; $m = 0,33$; $u = 0,1$; $p = 0,1$ – коефіцієнти та показники в формулі швидкості різання [1, т. 39, с. 286–290];

$D = 14$ мм – діаметр фрези;

$T = 45$ хв – стійкість фрези [1, т. 40, с. 290];

$Z = 4$ шт – кількість зубців фрези;

K_v – поправочний коефіцієнт, який враховує фактичні умови різання.

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Iv} = 0,593 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,48,$$

де K_{Mv} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріала;

$K_{Пv} = 0,8$ – поправочний коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;

$K_{Iv} = 1,0$ – поправочний коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту.

Коефіцієнт K_{Mv} визначається за формулою [1, т. 2, 5, 6, с. 262–263]:

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^n = 1 \cdot \left(\frac{750}{420} \right)^{-0,9} = 0,593,$$

де $K_r = 1$ – коефіцієнт, що враховує групу сталі;

$n = -0,9$ – показник степені.

Визначимо швидкість різання:

$$V = \frac{46,7 \cdot 14^{0,45} \cdot 0,48}{80^{0,33} \cdot 14^{0,5} \cdot 0,05^{0,5} \cdot 70^{0,1} \cdot 4^{0,1}} = 14,8 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделю визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 14,8}{3,14 \cdot 14} = 367 \text{ об/хв.}$$

За паспортними даними верстата приймаємо $n_{\pi} = 400$ об/хв.

Визначимо хвилинну S_M повздожню подачу інструменту:

$$S_M = S_z \cdot n_{\pi} \cdot Z = 0,05 \cdot 400 \cdot 4 = 80 \text{ мм/хв.}$$

Фактична швидкість різання визначиться:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\pi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 400}{1000} = 17,26 \text{ м/хв.}$$

Сила різання P_z визначиться за формулою:

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n_{\pi}^w} \cdot K_{Mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 14^{0,86} \cdot 0,05^{0,72} \cdot 7^1 \cdot 4 \cdot 0,84}{14^{0,86} \cdot 400^0} = 1861 \text{ Н,}$$

					ТМ320510216–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

де $C_p = 68,2$; $x = 0,8$; $y = 0,72$; $u = 1,0$; $q = 0,86$; $w = 0$ – значення коефіцієнтів та показників в формулі сили різання при фрезеруванні;

$K_{Mp} = 0,84$ – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, визначається за формулою:

$$K_{Mv} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{420}{750}\right)^{0,3} = 0,84.$$

Визначаємо крутний $M_{кр}$ момент на шпинделі верстата:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{1861 \cdot 14}{2 \cdot 1000} = 13,1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Потужність різання N_e (ефективна) визначається за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V_\phi}{1020 \cdot 60} = \frac{1861 \cdot 17,6}{1020 \cdot 60} = 0,54 \text{ кВт}.$$

Потужність різання менше потужності верстата з урахуванням ККД = 0,8 (0,54 кВт < 0,4•0,8 = 3,2 кВт), а отже обробка можлива.

Основний час T_{03} переходу (обробки паза) розраховується за формулою:

$$T_{03} = \frac{L_p \cdot i}{S_m} = \frac{47 \cdot 1}{80} = 0,59 \text{ хв},$$

де $L_p = 30 + 1,5 + 1,5 + 14 = 47$ мм – розрахункова довжина обробки (30 мм – довжина оброблювальної заготовки; 1,5 мм – відповідно врізання і перебіг фрези; 14 мм – діаметр фрези);

$S_m = 80$ мм/хв – повздовжня подача стола верстата;

$i = 1$ – кількість рухів стола.

На інші переходи операції режими різання розраховані табличним способом (див. табл. 6.9).

Таблиця 6.9 – Режими різання на операції 020 «Фрезерна з ЧПК»

Номер по-верхні	Номер РІ	i	t , мм	B , мм	S_z , мм/зуб	S , мм/хв	n , об/хв	V , м/хв	L_p , мм	D , мм	T_o , хв
1	РІ 1	1	8	26,5	0,12	240	200	25,2	40	40	0,17
2		1	2,8	18,8	0,1	200	200	25,2	60	40	0,3
3, 4, 5	РІ 2	1	14	7	0,05	80	400	17,26	47	14	0,59
Всього											1,06

6.6 Технічне нормування операцій

Операція 015 «Токарна з ЧПК».

Норма штучно-калькуляційного часу $T_{ш-к}$ операції визначається за формулою

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{N_{парт}} + T_o + T_d + T_{обс} + T_{від},$$

де $T_{п-з}$ – підготовчо-завершальний час.

Підготовчо-завершальний час складається із: організаційної підготовки виробництва – 13 хв [6, карта 21, лист 1, поз.2, 3, 4]; налагодження верстату, пристроїв, різального інструменту, засобів програмування – 13 хв [6, карта 21, листи 1, 2, поз. 7, 8, 13, 25, 31, 33]; пробної обробки заготовки – 5,5 хв [6, карта 28, лист 1, поз.1, 2].

$$T_{п-з} = 13 + 13 + 5,5 = 31,5 \text{ хв.}$$

$N_{парт} = 84$ шт – партія запуску заготовок у виробництво;

$T_o = 1,67$ хв – основний час операції;

T_d – допоміжний час на операцію.

Допоміжний час T_d на операцію складається із: установлення і зняття деталі – 0,28 хв [6, карта 7, лист 1, поз. 8]; керування верстатом – 0,5 хв [6, карта 14, лист 2, позиції 1, 4, 6]; вимірювання заготовки – 0,4 хв [6, карта 25, лист 6, поз. 164].

$$T_d = 0,28 + 0,5 + 0,4 = 1,18 \text{ хв.}$$

Час обслуговування робочого місця разом із відпочинком та індивідуальними потребами працюючого $T_{обс} + T_{від}$ складає 7% від оперативного часу операції

$T_{оп} = T_o + T_d$ [6, карта 16]. $T_{оп} = 1,67 + 1,18 = 2,85$ хв, тоді

$$T_{обс} + T_{від} = 7\% \cdot T_{оп} = 0,07 \cdot 2,85 = 0,2 \text{ хв.}$$

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{N_{п}} + T_o + T_d + T_{обс} + T_{від} = \frac{31,5}{84} + 1,67 + 1,18 + 0,2 \cong 3,5 \text{ хв.}$$

Операція 020 «Фрезерна з ЧПК».

Штучно-калькуляційний час $T_{ш-к}$ в умовах середньосерійного виробництва розраховується за формулою:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{N_{п}} + T_o + T_d + T_{об} + T_{пер},$$

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ320510216–00 ПЗ

де $T_{п-з} = 15 + 10 = 25$ хв – час налагодження верстата, установлення пристрою і різального інструменту – 15 хв; час взяття пристрою, інструменту до початку і віддання їх після обробки партії деталей – 10 хв [1, П 6.5, с. 217–218];

$N_{п} = 84$ шт – кількість деталей у партії;

$T_{о} = 1,06$ хв – основний час операції;

$T_{д} = 1,85(T_{вс} + T_{зо} + T_{кер} + T_{вим})$ – допоміжний час на: $T_{вс}=0,47$ хв – встановлення і зняття заготовки [1, П5.1, с. 197]; $T_{зо}=0,154$ хв – закріплення і відкріплення заготовки [1, П5.7, с. 201-202]; $T_{кер}=0,36$ хв – керування верстатом [1, П5.9, с. 205-206]; $T_{вим} = 0,22$ хв – вимірювання заготовки [1, П5.10, с. 206].

$$T_{д} = 1,85 \cdot (0,47 + 0,154 + 0,36 + 0,22) = 2,23 \text{ хв.}$$

$T_{оп} = T_{о} + T_{д} = 1,06 + 2,23 = 3,29$ хв – оперативний час;

$T_{об} + T_{пер}$ – відповідно час обслуговування робочого місця і час перерви на відпочинок та власні потреби;

$$T_{об} + T_{пер} = \frac{П\% \cdot T_{оп}}{100\%} = \frac{9 \cdot 3,29}{100} = 0,3 \text{ хв,}$$

де $П = 9\%$ – відсоток часу на обслуговування та відпочинок.

$$T_{ш-к} = \frac{25}{84} + 1,06 + 2,23 + 0,3 \cong 3,9 \text{ хв.}$$

									Лист
									41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ320510216–00 ПЗ

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

7.1 Мета технологічної операції та завдання для проектування пристрою

Структурою операції 015 «Токарна з ЧПК» передбачено виконання діаметральних і лінійних розмірів заготовки, що відповідає 11–14 квалітетам точності. Обробка поверхонь виконується різцями, які оснащені пластинами із твердого сплаву ВК6М ДСТУ 3882–74. Операція виконується за два установи.

На установі А операції виконуються шість технологічних переходів. Підрізуються торці $\varnothing 34$ та $\varnothing 50d11/\varnothing 34$, точиться $\varnothing 34$ на довжину 24 мм, точиться $\varnothing 55d11$ на довжину 19 мм, точиться канавка шириною 3,5 мм, точяться дві фаски $0,5 \times 45^\circ$ та $0,6 \times 45^\circ$. Базовими та затискними поверхнями заготовки є циліндрична поверхня $\varnothing 37,5$ мм довжиною 30 мм та торцева поверхня $\varnothing 37,5$ мм.

На установі Б операції виконується дев'ять технологічних переходів. Підрізуються торці $\varnothing 30,2$ та $\varnothing 55d11/\varnothing 34$, точиться $\varnothing 34$ на довжину 2 мм, точиться $\varnothing 26$ довжиною 26,5 мм, точиться конус під кутом 45° , точиться канавка шириною 3,5 мм, точиться одна фаска $0,5 \times 45^\circ$ та дві фаски $2 \times 45^\circ$. Базовими та затискними поверхнями заготовки на цьому установі є циліндрична поверхня $\varnothing 34$ мм довжиною 24 мм та торець $\varnothing 55d11/\varnothing 34$.

Таким чином, на протязі всього часу обробки поверхонь заготовки треба забезпечити постійну потрібну силу її закріплення, а для переустановлення швидко закріплення та відкріплення заготовки.

Для реалізації поставленого завдання приймемо механічний токарний трикулачковий центричний патрон, який установлюється на передній кінець шпинделю, та пневматичний привід, який установлюється на задньому кінці шпинделю верстата і передбачає передачу руху на затискні кулачки патрона. В конструкції патрона передбачений отвір для розташування штока, який з'єднує пневматичний привід із клиновим механізмом патрона.

					ТМ320510216–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Розрахунок режимів різання наведених переходів дозволив визначити два режиму обробки, за якими виникають найбільші сили різання. Визначені сили різання треба компенсувати силою затиску кулачками патрона.

Перший режим різання: точіння канавки шириною 3,5 мм; глибиною $t = 3,5$ мм; $i = 1$; $Ds = 80$ мм/хв; $n = 800$ об/хв; $V_{max} = 137,5$ м/хв (швидкість різання на початку переходу); $P_z = 935$ Н; $N_{max} = 1,94$ кВт.

Другий режим різання: точіння поверхні діаметром 37,5 мм; глибиною $t = 1,75$ мм; $i = 1$; $Ds = 400$ мм/хв; $n = 800$ об/хв; $V = 94,2$ м/хв; $P_z = 924$ Н; $P_x = 263$ Н; $N = 1,43$ кВт.

За даними каталогу [8] конструкцій патронів, був вибраний токарний порожнистий патрон підвищеного класу точності моделі ПП–200. Патрону надають рух від пневматичного, обертового, одинарного циліндра. Циліндр є силовим приводом патронів та пристроїв [9, с. 48–49], встановлюється на задньому кінці шпинделю і закріплюється на фланці згідно ГОСТ 12593–72. Характеристика патрона: діапазон діаметрів закріплювальних поверхонь кулачками 15–200 мм; найбільший діаметр прутка, що розташовується в шпинделі верстата 45 мм [9, с. 44]; найбільше тягове зусилля приводу 30 кН.

Для реалізації технічних вимог креслення КП 401–06.003 на операції 015 треба вирішити наступні завдання:

- 1) розрахувати силу закріплення заготовки;
- 2) виконати перевірочний розрахунок пневматичного привода патрона;
- 3) виконати розрахунок точності параметрів пристрою.

7.2 Розрахунок сил для закріплення заготовки

Заготовка встановлена в трикулачковому центричному патроні і знаходиться під дією моменту сил. Момент визначається силою P_z , що виникає при точінні канавки шириною 3,5 мм, і осьовою силою P_x , що діє при точінні поверхні діаметром 34 мм (див. рис. 7.1).

Сила закріплення заготовки розраховується за формулою [5]

										Лист
										43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ320510216–00 ПЗ

$$P_3 = \frac{K \cdot P_z}{3 \cdot f} = \frac{3,3 \cdot 935}{3 \cdot 0,16} = 6428 \text{ Н},$$

де $P_z = 935 \text{ Н}$ – сила різання, що діє при точінні канавки шириною 3,5 мм;

$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 3,24 \approx 3,3$ – коефіцієнт запасу розрахований за методикою роботи [5, с. 85];

$f = 0,16 - 0,18$ – коефіцієнт тертя, що виникає при затисненні заготовки в патроні із гладкими кулачками [5, т. 10, с. 85], приймаємо $f = 0,16$.

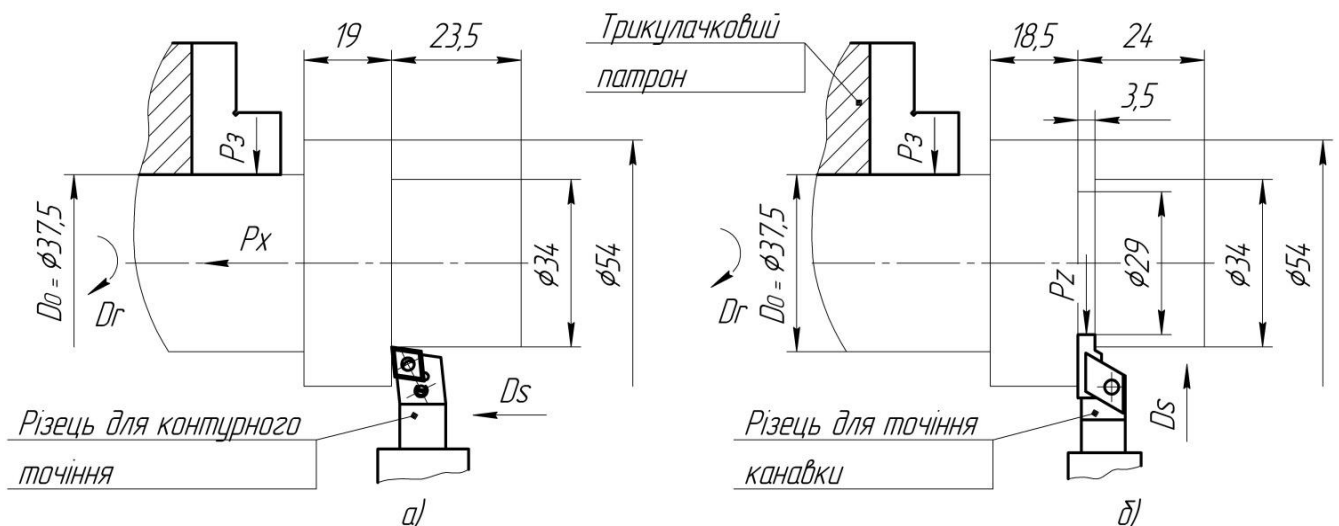


Рисунок 7.1 – Схема дії сил на операції 015:

а) точіння діаметра 34 мм; б) точіння канавки шириною 3,5 мм

При великих значеннях сили P_x виникають додаткові сили тертя між торцем заготовки і поверхнями кулачків патрона. Таким чином, треба перевірити значення сили P_3 на неможливість осьового зміщення заготовки за формулою:

$$K \cdot P_x \leq 3 \cdot f \cdot P_3.$$

В нашому випадку $3,3 \cdot 263 = 868 \text{ (Н)} < 3 \cdot 0,16 \cdot 6428 = 3085,5 \text{ (Н)}$ і надійність затискання заготовки кулачками забезпечується.

Патрон з'єднаний із пневматичним приводом проміжною ланкою – площинним клином із одним скосом (див. рисунок 7.2).

Згідно рисунку, сила, що виникає в пневматичному приводі W , пов'язана із силою закріплення P_3 . Сила W діє на кулачок через передавальне відношення елементів конструкції механізму і визначається за формулою [9]:

$$W = P_3 \cdot \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2}{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2) \cdot \operatorname{tg}\varphi_1} = 6428 \frac{\operatorname{tg}(15^\circ + 8^\circ 30') + \operatorname{tg}8^\circ 30'}{1 - \operatorname{tg}(15^\circ + 8^\circ 30') \cdot \operatorname{tg}8^\circ 30'} = 4061 \text{ (H)},$$

де $\alpha = 6^\circ - 15^\circ$ – кут клина. У наведеному діапазоні клиновий механізм є таким, що самостійно гальмується. Для розрахунків приймається $\alpha = 15^\circ$;

$\varphi_1 = 8^\circ 30'$ – кут тертя на поверхні клину;

$\varphi_2 = 8^\circ 30'$ – кут тертя на плунжері;

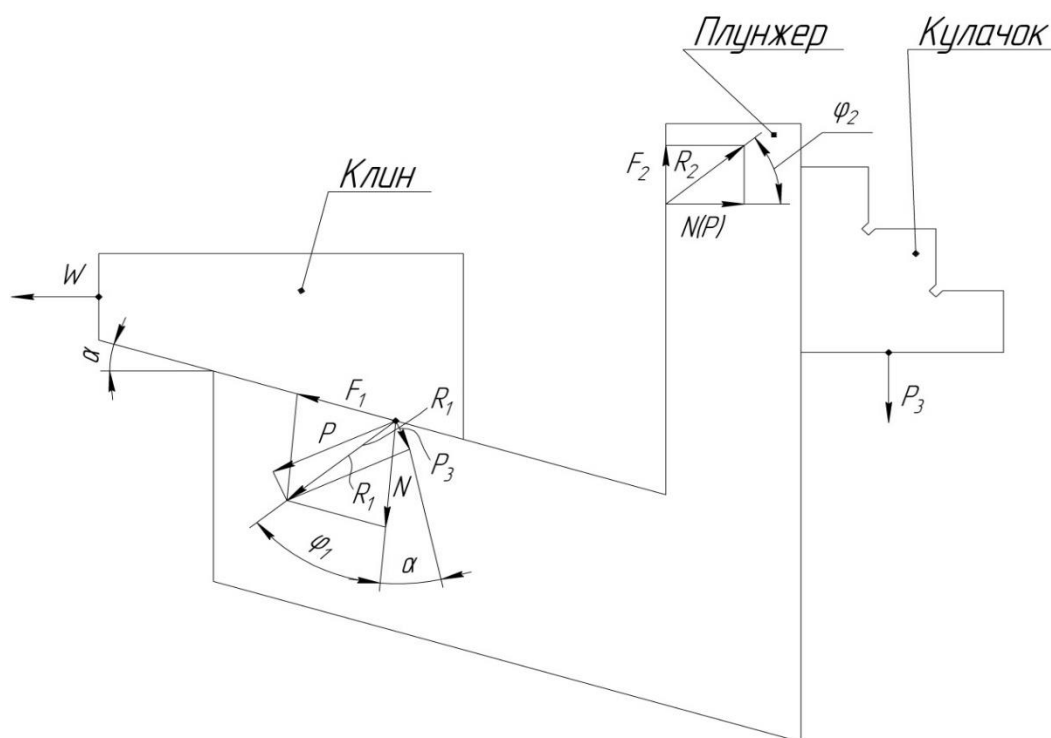


Рисунок 7.2 – Сили, що діють в механізмі площинного клину із одним скосом

Сили тертя $F_1 = N \cdot \tan \varphi_1$ та $F_2 = N \cdot \tan \varphi_2$ пов'язані із силою нормального тиску N наведеними співвідношеннями.

За даними каталогу [8] приймаємо силовий привід для токарного патрона моделі ПП–200. Силовий привід – циліндр пневматичний, обертовий, одинарний; умовне позначення: П–ЦВ–160–УХЛУ ТУ2–053–1602–82.

						ТМ320510216–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			45

Основні характеристики пневматичного циліндра: рух поршню 32 мм; діаметр поршня 160 мм; діаметр штока 30 мм; зовнішній діаметр пневматичного циліндра 200 мм; довжина циліндра із муфтою для подавання повітря 240 мм; маса 6,7 кг. Сила на штоку за номінальним тиском 0,63 МПа становить: сила тяги 12,2 кН; сила штовхання 12,6 кН [5, с. 48].

Зробимо порівняння $W=4061 \text{ Н} < 12200 \text{ Н}$, за яким визначимо, що режим роботи пристрою виконується.

Конструкція патрона наведена на кресленні ТМ320510216–07–01.00.00 СК.

7.3 Розрахунок точності параметрів пристрою

Розрахунок потрібної точності допусків на виготовлення елементів пристрою передбачає перетворення інформації о точності обробки поверхонь заготовки на наведеній операції у вимоги, що пов'язані із точністю елементів конструкції пристрою [9, 10].

До параметрів, які потрібно розраховувати, треба віднести радіальне биття проміжного кільця патрона. Проміжне кільце встановлюється між патроном і фланцем шпинделю верстата. Точність виготовлення елементів конструкції кільця суттєво впливає на точність роботи верстатного пристрою. Допустима похибка $T_{пр}$ виготовлення елементів конструкції кільця патрона, що пов'язана із радіальним биттям його поверхонь, визначається за формулою:

$$T_{пр} = T_d - 1,2 \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{пер}^2 + \varepsilon_{вст}^2 + \varepsilon_{обр}^2 + \varepsilon_{поз}^2},$$

де $T_d = 620 \cdot 0,6 = 372 \text{ мкм}$ – допуск радіального биття, що виникає при точінні поверхні діаметром $34h14(0; -0,62) \text{ мм}$;

$K_{T1} = 1,2$ – коефіцієнт корекції;

$\varepsilon_6 = 0$ – похибка базування заготовки в патроні [1];

$\varepsilon_3 = 0$ – похибка закріплення заготовки;

$\varepsilon_{зн} = 0$ – похибка, що виникла зносом встановлювальних елементів (рівномірний знос кулачків відносно осі патрона);

$\varepsilon_{пер} = 0$ – похибка перекоосу інструмента;

						ТМ320510216–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			46

$\varepsilon_{вст} = 0$ – похибка встановлення пристрою на шпиндель верстата;

$\varepsilon_{обр} = K_{T2} \cdot w = 0,6 \cdot 250 \text{ мкм} = 150 \text{ мкм}$ – середня економічна точність обробки заготовки на операції [IT12];

$\varepsilon_{ноз} = 50 \text{ мкм}$ – похибка, що виникає відносним розташуванням шпиндельного вузла у верстаті [10].

$$T_{пр} \leq 372 - 1,2\sqrt{150^2 + 50^2} = 182 \text{ мкм.}$$

Приймаємо $T_{пр}=0,05 \text{ мм}$ і заносимо в технічні вимоги креслення патрона.

7.4 Опис конструкції пристрою і його роботи

Пристрій складається із порожнистого патрона ПП-200, який закріплений на передньому кінці шпинделя верстата, і пневматичного привода 1, який закріплений на задньому кінці шпинделя. В корпусі 2 патрона розташовані шток 11, кулачки (основний 6 і затискний 8), втулка 9, тяга 4. Патрон з'єднаний із шпинделем верстата проміжним кільцем 12.

Налагодження і експлуатація патрона при обробки заготовок не передбачає будь-яких ускладнень. Час, за який устатовлюється, закріплюється або розкріплюється переустатовлюється заготовка, є невеликим і виконується в межах однієї хвилини. Експлуатація пристрою при його роботі за час операції не потребує високої кваліфікації верстатника.

					ТМ320510216–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

ВИСНОВКИ

1. Виконаний аналіз службового призначення повітряного крана та клапана. Проведений аналіз поверхонь клапана, надана класифікація їх функціонального призначення. Проаналізоване креслення клапана та вимоги до його виготовлення.

2. При аналізі технічних вимог клапана описані властивості його матеріалу, та проаналізовані вимоги, які запропоновані конструктором для виготовлення клапана, надана їх відповідність загальноприйнятим стандартам.

3. Визначений тип виробництва – середньосерійний та форма організації виробництва – групова. Розрахована партія запуску заготовок у виробництво.

4. Виконаний аналіз технологічності конструкції деталі за якісними показниками. Конструкція деталі є технологічною.

5. Визначений метод виготовлення вихідної заготовки – штамповка на КГШП.

6. Виконаний аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення клапана. Розрахунково-аналітичним методом на ЕОМ розраховані припуски на діаметр 30d11. Вибрані схеми базування і закріплення заготовки на операцію 015 «Токарна з ЧПК» та операцію 025 «Фрезерна з ЧПК». Запропоновані верстати моделей 16Б16Т1 та 6520Ф3, вибрана технологічна оснастка, різальний і вимірювальний інструменти, розраховані режими різання та технічні норми часу на операції, які підлягали аналізу.

7. Спроектований верстатний пристрій – патрон токарний з пневматичним приводом для операції 015 «Токарна з ЧПК», на якій оброблюються східчасті поверхні клапана.

8. Розроблені заходи по охороні праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях виробничих працівників, які працюють на операціях технологічного процесу виготовлення клапана.

9. Розроблений комплект технологічної документації на технологічний процес виготовлення клапана (карти КТП, КЕ).

					ТМ320510216–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до курсового проекту для студентів, що навчаються за освітньо-кваліфікаційним рівнем «Бакалавр» за напрямом 0902 «Інженерна механіка» усіх форм навчання / Укладачі Євтухов В. Г., Захаркін А. У. – Суми: Вид-во СумДУ, 2000. – 23 с.

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

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

4. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

5. Справочник технолога машиностроителя: в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1986. – Т. 1. – 656 с.

6. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1986. – Т. 2. – 496 с.

7. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – Ч. 1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, долбежные и фрезерные станки. – Москва: Машиностроение, 1974. – 416 с.

8. Общестроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования станочных работ: Серийное производство. – Москва: Машиностроение, 1974. – 421 с.

9. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ320510216–00 ПЗ

технології машинобудування: у 2 ч. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 55 с.

10. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування : у 2 ч. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

11. ГОСТ 3.1702–79 ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием. – Москва: Издательство стандартов, 1982. – 32 с.

					ТМ320510216–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50