

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Розроблення технології виготовлення деталей: ковпачок регулятора
12707010099, штуцер 95.00.352, гніздо пробки 3170707009 з дослідженням закономірностей
формування теплових потоків в зоні різання при точінні.

Виконав: студент VI курсу, групи МТ_м-61
напряму підготовки (спеціальності)
131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

	(підпис)	Захарків О.М. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Пилипець М.І. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Ткаченко І.Г. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2020

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки

(шифр і назва)

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри доц. Окіпний І.Б.

2020р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Захарків Олександр Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи). Розроблення технології виготовлення деталей: ковпачок регулятора 12707010099, штуцер 95.00.352, гніздо пробки 3170707009 з дослідженням закономірностей формування теплових потоків в зоні різання при точінні.

Керівник проекту (роботи) Пилипець М.І., д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від 28.09. 2020 року № 4/7-686

2. Термін подання студентом проекту (роботи)

3. Вихідні дані до проекту (роботи) 1. Базовий ТП виготовлення деталей.

2. Програма випуску – 1000 шт/рік. 3. Креслення ковпачка регулятора, штуцера, гніздо пробки

4. Нормативні документи.

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

1. Аналітична частина. 2. Науково-дослідна частина. 3. Технологічно-конструкторська частина.

4. Проектна частина. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Карти технологічних наладок, креслення верстатних пристроїв, креслення контрольного пристосування, результати виконання науково-дослідної роботи.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	К.т.н, доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Ст. викл. Клепчик В.М.		

Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Захарків О.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

Пилипец М.І.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами. Актуальність теми роботи	7
1.2 Методи вирішення поставлених задач	10
1.3 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу	11
2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	12
2.1 Характеристика об'єкту або предмету дослідження	12
2.2 Оброблення результатів досліджень	13
2.3 Аналіз і узагальнення отриманої інформації	22
2.4 Висновки та пропозиції щодо використання результатів виконаних досліджень	28
3 ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	28
3.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва	28
3.2 Розроблення технологічного процесу виготовлення виробу	31
3.3 Визначення кількості обладнання	42
3.4 Конструювання спеціального оснащення та інструменту	45
4 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	51
4.1 Визначення основних і допоміжних площ цеху	51
4.2 Розробка планів компонування цеху та розміщення обладнання на ділянці	60
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	62
5.1 ОХОРОНА ПРАЦІ	62

5.2	БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	74
	ВИСНОВКИ	79
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	81
	ДОДАТКИ	83

РЕФЕРАТ

Розроблення технології виготовлення деталей: ковпачок регулятора 12707010099, штуцер 95.00.352, гніздо пробки 3170707009 з дослідженням закономірностей формування теплових потоків в зоні різання при точінні.

Кваліфікаційна робота (студент гр. МТм-61 Захарків Олександр Миколайович, керівник проф. Пилипець М.І.). Розроблено технологічний процес механічної обробки деталей ковпачок регулятора 12707010099, штуцер 95.00.352, гніздо пробки 3170707009 в умовах серійного виробництва, досліджено процес теплоутворення при виконанні токарних операцій, спроектовано технологічне оснащення для забезпечення розробленого технологічного процесу. Розроблені карти налагодження на операції технологічного процесу. Розглянуто питання охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільної оборони. Запропоновані заходи для покращення умов.

В пояснюючо-розрахунковій записці приводиться інженерне обґрунтування всіх прийнятих рішень. Записка містить 80 с., ілюстрацій 15, таблиць 12, бібліографій 11, додатків 35с. Графічна частина складає 8 листів, креслень формату А1.

ВСТУП

Кваліфікаційна робота виконана згідно завдання на дипломне проектування. Підставою виконання дипломного проекту є матеріали конструкторсько-технологічної практики на Волочиському машинобудівному заводі ПАТ «Мотор Січ» та типові технологічні процеси виготовлення подібних деталей наведені в навчальних посібниках з технології машинобудування. Оскільки в якості робочих креслень призначили деталі ковпачок регулятора 12707010099, штуцер 95.00.352 та гніздо пробки 3170707009 то під час практики вивчався технологічний процес виготовлення цих деталей у механічному цеху Волочиського заводу. Виявлено, що під час виготовлення вказаних деталей в умовах даного заводу заготовки виготовляються із прутків відповідного діаметру довжиною 1000мм. При цьому коефіцієнт використання матеріалу складає всього 22% через завищені припуски та відходи прутка. В першу чергу це пояснюється використанням застарілого обладнання.

В процесі роботи над дипломом була зроблена спроба розробити груповий технологічний процес для виготовлення заданої групи деталей та подібних їм, використовуючи сучасні методи обробки та високопродуктивне обладнання з ЧПК. Рішення приймалися на базі розмірно-точносного аналізу з врахуванням рекомендацій заводу. Виконано дослідження теплових процесів при точінні з метою вдосконалення методики визначення теплових потоків зони різання та дослідження їх взаємозалежностей з параметрами процесу різання та експлуатації різального інструменту в процесі точіння деталі.

Основні результати роботи можна запропонувати до впровадження у виробництво.

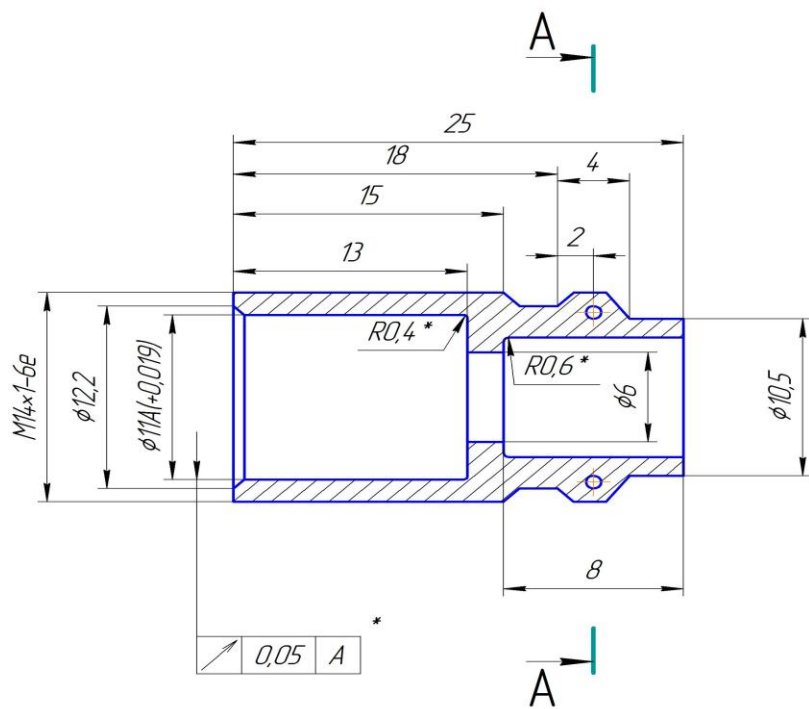


Рисунок 1.2 – штуцер 95.00.352

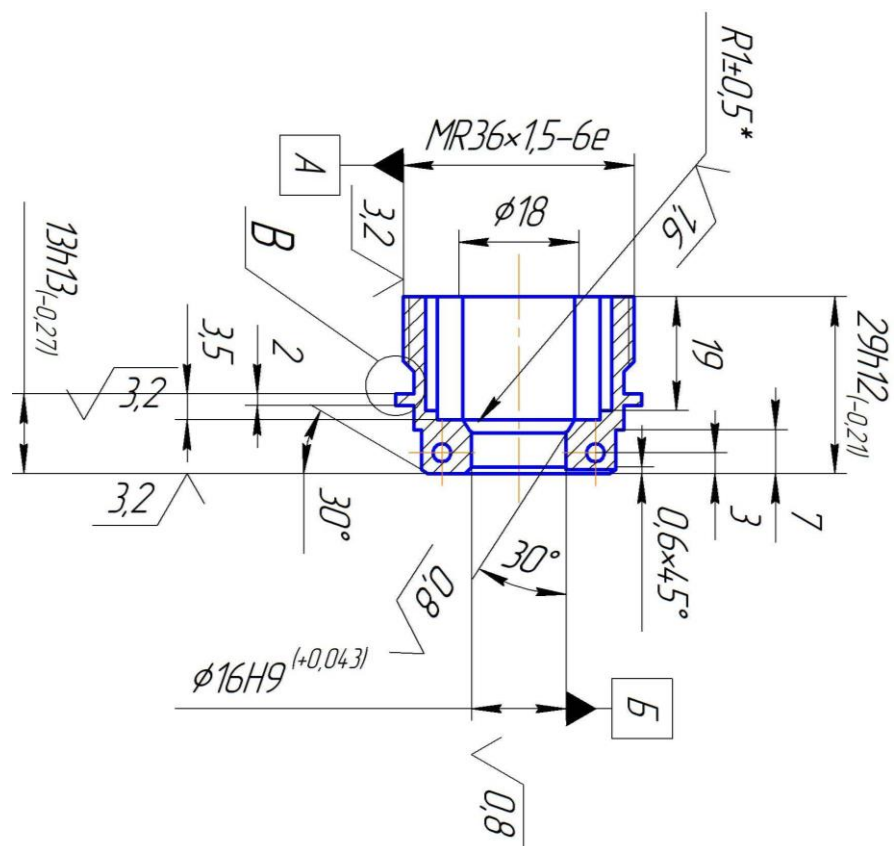
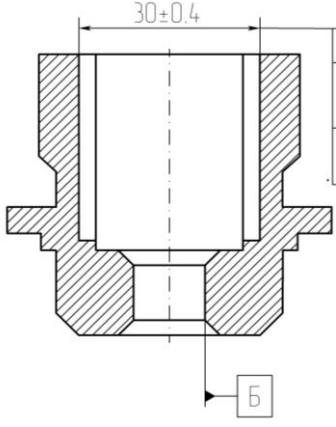
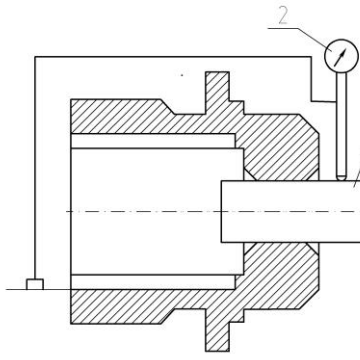
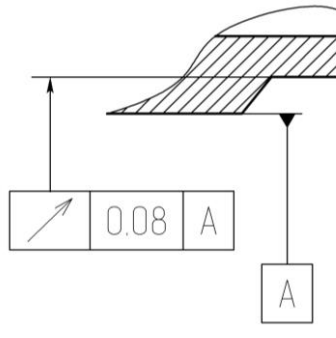


Рисунок 1.3 - Гніздо пробки 3170707009

В таблиці 1.1 наведені основні технічні умови на деталь гніздо пробки і методи їх контролю.

Таблиця 1.1 - Аналіз технічних вимог

п/п	Назва вимоги і її зображення	Можливі наслідки	Схема контролю
	 Допуск на відхилення від паралельності пазів до основного отвору (поверхня Р до С)	В разі не витримування можливе неточне встановлення напрямних і заклинювання в місці з'єднання	 Схема вимірювання відхилення від паралельності 1-оправка 2-вимірювальна головка
	 Допуск на биття впадин різьби відносно поверхні А	В разі не витримування можливе неточне з'єднання і його перекося	Перевірити різьбовим кільцем

У випадку не виконання технічних вимог виникають можливі негативні наслідки як на етапі виготовлення виробу (не співпадання бази при складанні підп'ятника), так і на етапі експлуатації (можливе пропускання системи та інше)

Деталь рекомендується отримувати з типового прутка сплаву ВТ6 хімічні і механічні властивості наведені в таблицях 1.2, 1.3.

Таблиця 1.2 - Хімічний склад матеріалу деталі

Марка	Вміст елементів в %				
ВТ6	мідь	марганець	магній	кремній	титан
	1,5-3,0	0,2-0,6	0,2-0,6	6,8-8,0	решта

Таблиця 1.3 - Механічні властивості і допустимі напруги прутка із сплаву ВТ6 ГОСТ

Марка	Границя міцності на розтяг, кг/мм	Відносне видовження, %	Твердість за Брінелем, НВ
ВТ6	13-24	0,5	70-85

1.2 Методи вирішення поставлених задач

Технологічність виробів оцінюють на двох рівнях – якісному і кількісному.

Аналізуючи конструкцію заданої деталі на якісному рівні робимо висновок, що деталь не зовсім технологічна. Обробка пазів Р ускладнена тим, що вони мають форму половини циліндра $\varnothing 4\text{мм}$ і займають місце на поверхні отвору $\varnothing 26\text{мм}$. Обробка можлива фрезеруванням пальчиковою фрезою, але при глибині пазу 19мм буде відведена від центру паза і гнуття фрези, а тому використовувати такий метод не технологічно.

Розглянемо інший варіант. Отвір $\varnothing 26\text{мм}$ не обробляли. Спочатку за розміткою або з допомогою кондуктора свердлять два отвори $\varnothing 4$ з міжосьовою віддалю 26мм , а наступною операцією оброблення отвору $\varnothing 26\text{мм}$.

Відносно інших характеристик якісного рівня технологічності можна констатувати що за якісними показниками ковпачок є технологічною деталлю.

Аналіз технологічності ковпачка на кількісному рівні на етапі виконання дипломної роботи не проводимо.

Аналізуючи заводський технологічний процес, можна зробити висновок, що даний процес недосконалий і потрібно його вдосконалювати. В процесі різання виділяється велика кількість тепла, що негативно впливає як на процес точіння, так і на якість оброблюваних деталей [15]. Тому необхідно дослідити процеси точіння і розробити методику яку можна застосовувати для розрахунку температур в процесах точіння де не можливо використовувати охолодження.

1.3 Висновки та постановка завдання на дипломний проект

Виходячи з проведеного аналізу завданням на дипломний проект буде:

1. Створити комплексну деталь
2. Дослідити токарні операції на верстах з ЧПК
3. Розробити груповий технологічний процес виготовлення комплексної деталі
4. Розробити спеціальні пристосування для забезпечення запропонованого групового технологічного процесу, виконати їх загальні вигляди
5. Розробити проектну частину кваліфікаційної роботи.
6. Розробити питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика об'єкту або предмету дослідження

В процесі механічного оброблення деталей, особливо точіння, на якість оброблення впливають теплові явища, що виникають в зоні різання і негативно впливають як на інструмент, оснащення, верстат так і на якість оброблюваної заготовки. Дослідження процесів теплоутворення в зонах різання особливо актуальне сьогодні, через інтенсифікації процесів різання. В сучасному обладнанні спостерігається інтенсифікація режимів обробки. Використовуються високі режими різання, збільшуються швидкості, що веде до значного підвищення температур в зонах різання та збільшення навантажень на токарні різці, а тому дослідження теплових процесів в зоні обробки титанових сплавів з підвищеною міцністю, твердістю і деякими іншими властивостями являється актуальним. Не маловажною вимогою в процесі виготовлення деталей є висока продуктивність процесів. Теплові процеси в зоні різання є одним із факторів, що суттєво впливає на точність і якість виробів а також обмежує продуктивність операцій.

Тепловий стан різального інструменту висвітлюється в розроблених методах як експериментальних, так і теоретичних досліджень [1]. Вивчено перший етап теплофізичного аналізу - формування основних закономірностей теплових потоків в зоні різання. Антонюк А.В. в літературі [1] відмічає: “Задача керування температурою є досить складною, оскільки фізичні і фізико-хімічні процеси що протікають в зоні різання взаємопов’язані та взаємозумовлені, що ускладнює інтерпретацію природних експериментів, їх теоретичне тлумачення. Тому важливо враховувати фактори, що впливають на тепловиділення, поширення теплоти та розподіл температури при різанні в інструменті, стружці та на поверхнях обробленої деталі. Проведення такого аналізу вимагає знання фізичних основ теплообміну, методів аналітичного та експериментального

дослідження теплових явищ, а також умінь виконувати розрахунки оптимальних теплових умов процесу різання матеріалів”.

Описати закономірності та методику визначення теплових потоків і розробити рекомендації з дослідження теплових процесів на передній та задній поверхнях леза різального інструменту в процесі різання, представляє інтерес, а тому необхідне її подальше вдосконалення. Розроблена методика повинна бути такою, щоб її використовувати для вирішення практичних задач.

Метою роботи пропонується вдосконалити методику визначення температур в зоні точіння, дослідити залежність температур від режимів різання для продовження експлуатації різального інструменту в процесі точіння деталі штуцер 95.00.352.

В процесі різання виділяється велика кількість тепла, що негативно впливає як на процес точіння, так і на якість оброблюваної деталі [15]. В процесі точіння тепло розподіляється в стружку, в тіло оброблюваної деталі і в інструмент. Виділення тепла в стружку позитивне, оскільки частина тепла через стружку виводиться з зони різання. Негативним і найбільш шкідливим є тепло що акумулюється інструментом. Зміна розмірів інструмента, передчасне спрацювання поверхонь різця знижує точність і якість оброблюваної деталі.

Позаяк в процесі точіння температура в зоні різання залежить від оброблюваного та інструментального матеріалу їх фізико-механічних властивостей, параметрів режимів різання, кутів токарного різця а потоки тепла в зоні різання переплітаються, математично описати процес теплообміну складно, предметом дослідження буде процес виділення тепла в зону різального інструменту – токарного різця.

2.2 Оброблення результатів досліджень

В процесі різання теплові явища відіграють важливу роль. Теплові явища визначають температуру в зоні точіння, а температура впливає на утворення наросту на різці, на усадку стружки, на зміну сил різання та поверхневий шар

заготовки що оброблюється. При обробці матеріалів низької теплопровідності, таких як титановий сплав ВТ2, в різець переходить значно більше тепла, ніж при точінні звичайних конструкційних матеріалів [20].

Так як кількість тепла, що виділяється в процесі різання за одиницю часу Q (Вт) залежить від режимів різання можна констатувати що температура різання інтенсивно впливає на спрацювання інструмента і на його стійкість.

$$Q = P_z \cdot V \quad (2.1)$$

де P_z – сила різання, (Н);

V – швидкість різання, (м/с).

На рисунку 1 представлені джерела виникнення і можливі шляхи розподілення теплоти при різанні будь-якого матеріалу без застосування охолодження деталі та інструменту для процесу точіння, причому різець 3, стружка 2 і деталь 1 умовно розведені.

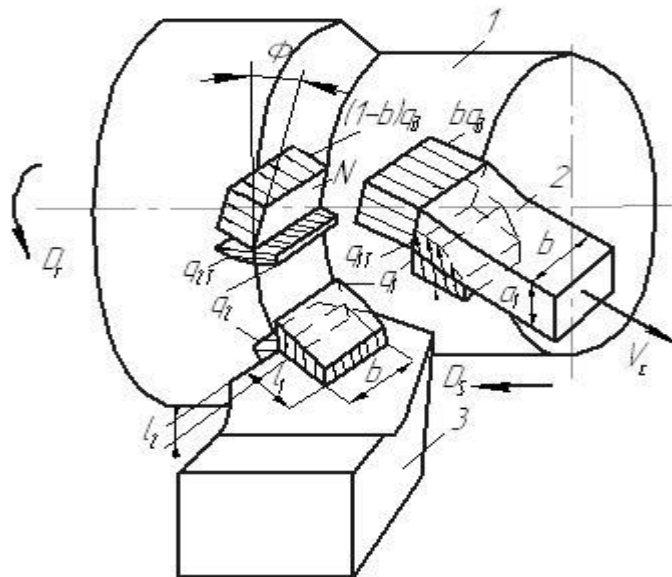


Рисунок 1 – Схема розміщення джерел теплоти в зоні різання при точінні

У прирізцевому шарі точіння виникає тепло тертя і тепло деформації [15]. Одне в зоні утворення стружки, тобто на площині зсуву N , інше в зоні контакту стружки з передньою поверхнею інструменту.

Як тепло тертя, так і тепло деформації передається різцю, стружці, деталі так як вони беруть участь в процесі обробки. Шляхи руху тепла в зоні точіння переплітаються, тому математичне описання такого процесу виконати складно.

Температура в різальному лезі інструменту формується під впливом джерел q_1 та q_2 , густина яких для практичних розрахунків приймається рівномірно розподілених на площинах $b \times l_1$ та $b \times l_2$.

Щільність теплових джерел q_1 та q_2 розраховують за відомою методикою А.Н. Резникова [15].

Щільності теплових потоків на передній q_1 та задній q_2 поверхнях леза інструменту визначаються з системи рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{q_1 l_1}{\lambda_u} M_1 + \frac{q_2 l_2}{\lambda_u} N_2 = (1+C) \Theta_\delta + 0,142 \frac{\sqrt{\omega_\delta}}{\lambda_\delta} \sqrt{\frac{k l_1}{V}} (q_{1T} - 1,3 q_1) \\ \frac{q_2 l_2}{\lambda_u} M_2 + \frac{q_1 l_1}{\lambda_u} N_1 = (1+C) \Theta_\delta T_\delta + 0,1 \frac{\sqrt{\omega_\delta}}{\lambda_\delta} \sqrt{\frac{l_2}{V}} (q_{2T} - 1,82 q_2) \end{array} \right\}, \quad (2.2)$$

де l_1, l_2 – довжини контактних площадок на передній і задній поверхнях;

$\lambda_d, \lambda_u, \omega_d, \omega_u$ – коефіцієнти теплопровідності (Вт/м $^\circ$ С) і температуропровідності матеріалів деталі та інструменту відповідно;

M_1, M_2 – безрозмірні функції, які визначають нагрів площадок на передніх і задніх поверхнях леза інструменту;

N_1, N_2 – безрозмірні функції, які враховують взаємний нагрів площадок на передній та задній поверхнях леза інструменту;

C – коефіцієнт, який враховує підігрів шарів металу стружки за один оберт деталі;

Θ_d – температура деформації;

T_d – безрозмірна функція розподілення температур в деталі, викликаних теплою деформацією;

Довжини контактних площадок на передній і задній поверхнях:

$$l_1 = 2a[k(1 - \operatorname{tg} \gamma) + \sin \gamma]; \quad l_2 = h,$$

де a – товщина зрізу: $a = s \sin \varphi$; s – подача; φ – головний кут в плані;

h – спрацювання задньої поверхні леза різця.

Нагрів площадок на передній і задній поверхнях леза інструменту можна визначити з функцій:

$$M_{1,2} = (4,88 + 2,64\eta_{1,2}^{0,5} \lg \eta_{1,2}) \beta^{-0,85} \text{ при } \eta_{1,2} > 1;$$

$$M_{1,2} = (4,88 + 3,92\eta_{1,2}^{0,27} \lg \eta_{1,2}) \beta^{-0,85} \text{ при } \eta_{1,2} < 1,$$

де η – безрозмірна ширина зрізу: $\eta_1 = b/l_1, \eta_2 = b/l_2$; $\beta = 90^\circ - \gamma - \alpha$ – кут загострення: α – задній кут леза; b – ширина зрізу: $b = t/\sin \varphi$.

Безрозмірні функції, які враховують взаємний нагрів площадок на передній та задній поверхнях леза інструменту:

$$N_{1,2} = (0,04 + 0,02\eta_{1,2}^{0,6} \lg \eta_{1,2}) B(l_2/l_1) \text{ при } \eta_{1,2} > 1;$$

$$N_{1,2} = (0,04 + 0,028\eta_{1,2}^{0,22} \lg \eta_{1,2}) B(l_2/l_1) \text{ при } \eta_{1,2} < 1,$$

де $B(l_2/l_1), B(l_1/l_2)$ – табульовані функції.

Коефіцієнт, який враховує підігрів шарів металу сружки за один оберт деталі:

$$c = 0,23 \exp - 4,0(0,15 - \varphi_0)^2, \text{ при } 0,001 < \varphi_0 < 0,15;$$

$$c = 0,23 \exp - 3,5(0,15 - \varphi_0)^2, \text{ при } 0,15 < \varphi_0 < 2,$$

де φ_0 – безрозмірний критерій: $\varphi_0 = 4,17 \cdot 10^{-9} \text{ па}^2 / \omega_{\text{д}}$; n – частота обертання.

Температура деформації:

$$\Theta_{\text{д}} = 60 \omega_{\text{д}} k b^* q_{\text{д}} / \lambda_{\text{д}} V,$$

де b^* – коефіцієнт відносної кількості теплоти, яка виходить в стружку:

$b^* = 1 / (1 + 1,5k / \sqrt{\text{Pe}_0})$; Pe_0 – безрозмірний критерій Пекле:

$$\text{Pe}_0 = 10^{-3} V a / 60 \omega_{\text{д}} \sin \Phi;$$

де Φ – кут зсуву: $\Phi = \arcsin(\cos \gamma / \sqrt{k^2 - 2k \sin \gamma + 1})$.

Безрозмірна функція розподілення температур в деталі, визваних теплотою деформування:

$$T_{\text{д}} = \sqrt{1 - l_2 \text{tg} \Phi / 2a} - \sqrt{l_2 \text{tg} \Phi / 2a}$$

Щільності теплових потоків від сил тертя на площадці контакту між стружкою і передньою поверхнею леза інструменту, між задньою поверхнею леза інструменту і деталі, а також в зоні деформації q_{IT} , q_{2T} , $q_{\text{д}}$ відповідно:

$$\begin{aligned} q_{\text{IT}} &= 10^6 V (P_{\text{Z0}} \sin \gamma + P_{\text{N0}} \cos \gamma) / 60 k b l_1; \\ q_{\text{2T}} &= 10^6 \sqrt{3} F V / 6 / \sqrt{\pi} b l_2; \\ q_{\text{д}} &= 10^6 V \sin \Psi [P_{\text{Z0}} (k - \sin \gamma) - P_{\text{N0}} \cos \gamma] / 60 a b k; \\ q_{\text{IT}} b l_1 + q_{\text{2T}} b l_2 + q_{\text{д}} a b k &= Q, \end{aligned}$$

тут P_{Z0} це різниця тангенційної сили різання P_{Z} і сили тертя F_{TP} до задньої поверхні різця;

P_{N0} відповідно $P_{\text{y}} - N$, тобто різниця нормальної складової сили різання і нормальної сили на задній поверхні різця.

Для виконання розрахунків щільності теплових потоків q_1, q_2 доцільно табульовані для різних кутів загострення β функції $B_T(l_2/l_1)$ і $B_T(l_1/l_1)$, приведені на рисунку 2.2, представити в аналітичному вигляді.

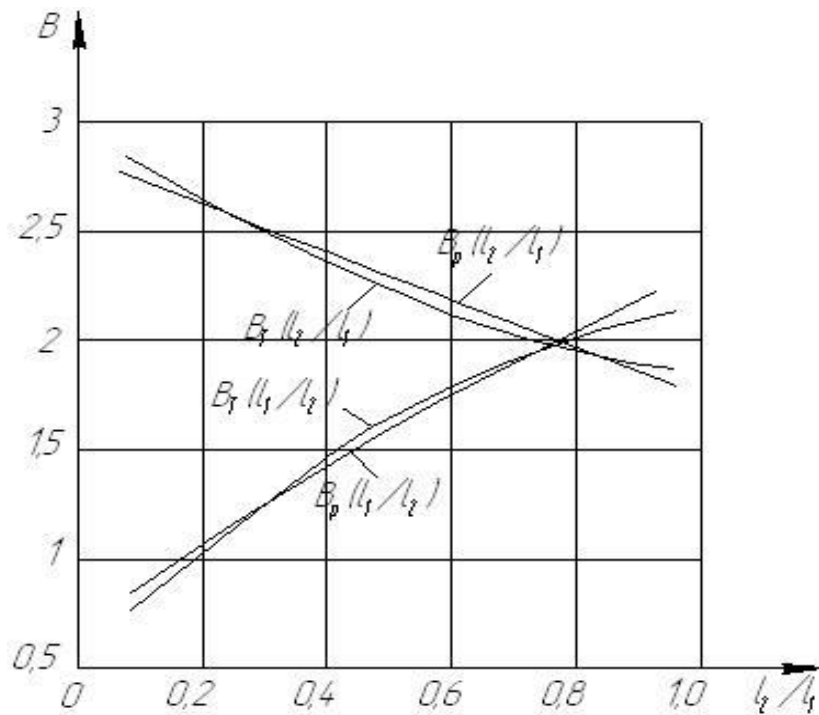


Рисунок 2.2 – Графіки залежностей коефіцієнта B від відношення l_2/l_1 для кута загострення $\beta = 90^\circ$

$$B_p(l_2/l_1) = 2,85 - 0,89(l_2/l_1); B_p(l_1/l_2) = 2,05(l_1/l_2)^{0,54} \text{ при } \beta = 90^\circ \quad (2.3)$$

$$B_p(l_2/l_1) = 3,43 - 0,74(l_2/l_1); B_p(l_1/l_2) = 2,79(l_1/l_2)^{0,54} \text{ при } \beta = 78^\circ$$

$$B_p(l_2/l_1) = 3,70 - 0,67(l_2/l_1); B_p(l_1/l_2) = 3,17(l_1/l_2)^{0,54} \text{ при } \beta = 72^\circ$$

Отримані залежності (2.3) використовують для розв'язання задач з визначення теплових потоків, їх кінцевої щільності, що суттєво спрощує їх розрахунки.

Апроксимація для коефіцієнта $B(l_2/l_1)$ дозволяє встановити лінійну залежність, а для коефіцієнта $B(l_1/l_1)$ – степеневу (похибка не перевищує 5%).

Результати апроксимації $B_p(l_2/l_1)$ та $B_p(l_1/l_2)$, також представлені на рисунку 2.2.

Математичне обчислення системи (2.2) встановлює значення теплового потоку q_1 на передній поверхні леза різця та щільності q_2 на задній.

В якості прикладу на рисунку 2.3 представлені графіки залежностей щільності теплових потоків q_1 та q_2 від від спрацювання задньої поверхні h для наступних умов: оброблювальний матеріал – сталь 45; $\sigma_B = 750$ МПа; коефіцієнт усадки $k=2,0$; глибина різання $t=2,0$ мм; подача $s=0,3$ мм/об; швидкість різання $v=250$ м/хв.; інструментальний матеріал – Т15К6; параметри різця: кути в плані $\varphi = \varphi_1 = 45^\circ$; передній кут $\gamma = -7^\circ$; задній кут $\alpha = 7^\circ$; кут загострення $\beta = 90^\circ$.

В результаті апроксимації (похибка не більше 5% для потоку q_2 і 10% для потоку q_1) для практичного використання в області $h > 0,2$ встановлені наступні лінійні залежності:

$$q_{1p} = 9,71 \cdot 10^7 - 10^8 h; q_{2p} = 2,67 \cdot 10^8 h - 2 \cdot 10^8 \quad (2.4)$$

Виведені формули використовують для розв'язання задач з визначення щільності кінцевих теплових потоків, що суттєво їх спрощує.

На рисунку 2.3 показана типова картина зміни щільності кінцевих теплових потоків на передній q_1 та задній q_2 поверхнях леза в залежності від зносу по задній поверхні h при обробці деталей із конструкційних матеріалів інструментами з твердосплавними пластинами. В короткий початковий проміжок часу (десяті долі секунди), обидва потоки направлені на тіло

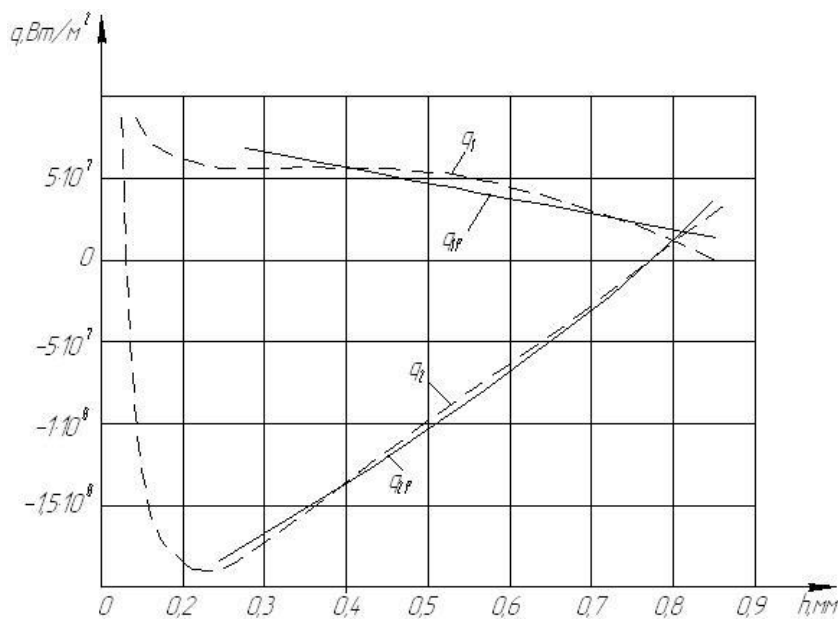


Рисунок 2.3 – Графіки залежностей щільності теплових потоків на передній q_1 та задній q_2 поверхнях леза інструменту від спрацювання задньої поверхні h

інструмента, як показано на рисунку 3 штрихпунктирною лінією. Але теплота, яка поступає в інструмент з обох контактних площадок ($q_1 > 0; q_2 > 0$), і поступово прогріває ріжуче лезо і щільності потоків q_1 і q_2 знижуються. При деякому значенні зносу інструмент прогрівається настільки, що тепловий потік q_2 змінює свій напрям ($q_2 < 0$), відвертаючись в сторону деталі, охолоджує при цьому лезо.

Коли спрацьовується задня поверхня інструменту, теплота викликана тертям, зростає. Але абсолютне значення щільності зменшується. Наступає момент часу коли $q_2 = 0$, а далі змінює знак ($q_2 > 0$). Так як вся теплота поступає в інструмент він спрацьовується, лезо затуплюється, настає критичне спрацювання різця.

Значення критичного спрацювання h_0 , при якому тепловий потік $q_2 = 0$, може бути визначено із рівності:

$$\left[(1+c)\Theta_{\delta}(h) + 0,142q_{1T}(h) \frac{\sqrt{\omega_{\delta}}}{\lambda_{\delta}} \sqrt{\frac{kl_1}{V}} \right] l_1 N_1 / \left[\frac{M_1 l_1}{\lambda_u} + 0,185 \frac{\sqrt{\omega_{\delta}}}{\lambda_{\delta}} \sqrt{\frac{kl_1}{V}} \right] \lambda_u =$$

$$= q_{2T}(h) \left[(1+c)\Theta_{\delta}(h) T_{\delta}(h) + 0,1 \frac{\sqrt{\omega_{\delta}}}{\lambda_{\delta}} \sqrt{\frac{h}{V}} \right] \quad (2.5)$$

В результаті числового рішення рівності (2.5) отримано значення критичного зносу h_{0T} для різних кутів загострення β . Залежність критичного зносу h_{0T} від кута загострення β , разом з апроксимованою прямою h_{0T} представлена на рисунку 2.4.

$$h_{0p} = 1,91 - 0,13\beta \quad (2.6)$$

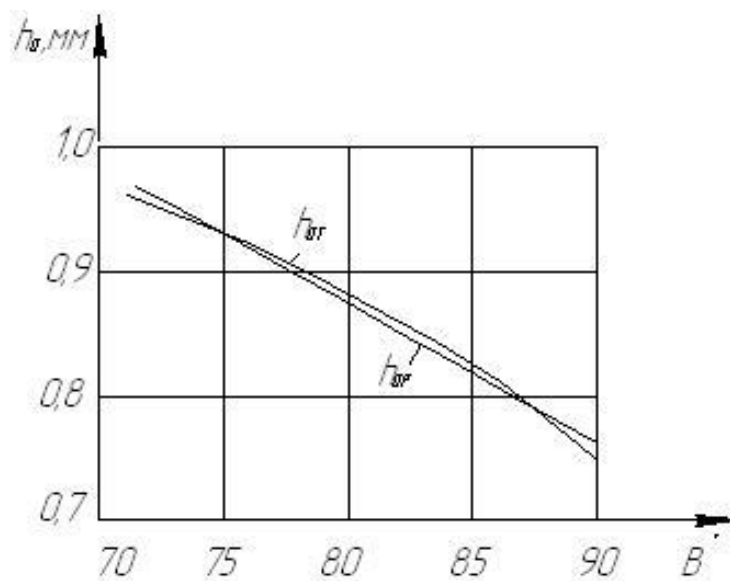


Рисунок 2.4 – Залежність критичного зносу h_0 від кута загострення β

Розроблене програмне забезпечення дозволяє виконувати вказані розрахунки для любых умов експлуатації інструменту.

Виведені залежності використовують для розрахунку температури різання:

$$\Theta_p = (\Theta_1 l_1 + \Theta_2 l_2) / (l_1 + l_2) \quad (2.7)$$

$$\Theta_1 = q_1 l_1 M_1 / \lambda_u + q_2 l_2 N_2 / \lambda_u, \quad \Theta_2 = q_2 l_2 M_2 / \lambda_u + q_1 l_1 N_1 / \lambda_u$$

З врахуванням залежностей (2.3) і (2.4) для приведених раніше умов обробки встановлено взаємозв'язок середніх температур на передній Θ_1 і задній Θ_2 поверхнях леза, а також температури різання Θ_p із спрацюванням задньої поверхні h , графік яких представлений на рисунку 2.5.

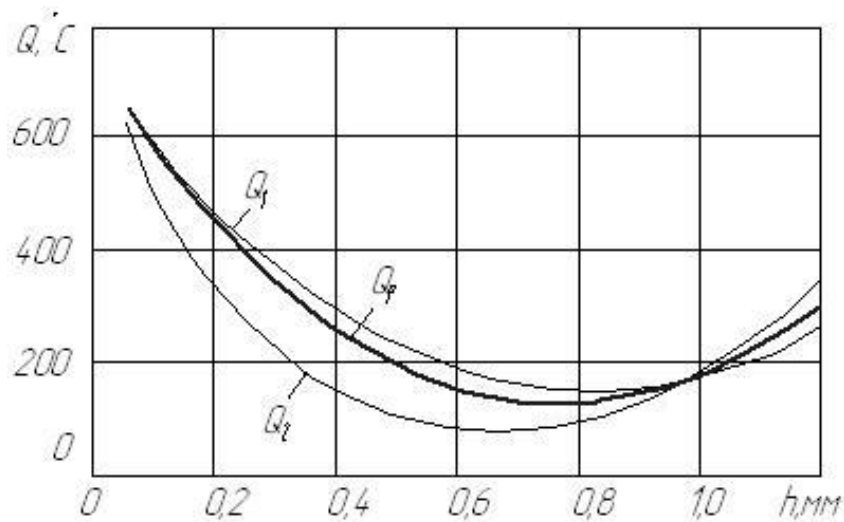


Рисунок 2.5 – Графіки залежностей середніх температур на передній Θ_1 і задній Θ_2 поверхнях леза, температури різання Θ_p від спрацювання задньої поверхні h

На початку операції точіння, коли робота ведеться гострим різцем ($h=0$) температура різання $\Theta_p = \Theta_1$ і складає за розрахунком $\Theta_p = 634^\circ \text{C}$.

Коли спрацювується інструмент спостерігається зниження температури різання, оскільки зі сторони задньої поверхні діє відємний тепловий потік ($q_2 < 0$), тобто теплота від леза інструмента переходить в заготовку. Коли спрацювання різця $h=0,73$ мм, тепловий потік на задній поверхні змінює знак ($q_2 > 0$) і температура різання зростає.

Розроблена методика отримана в результаті виконаних досліджень вдосконалила і спростила визначення теплових потоків в зоні різання.

Досліджений взаємозв'язок тепла, що виділяється в процесі точіння, з спрацюванням задньої поверхні леза інструменту.

За допомогою виведених залежностей можа контролювати формування теплових потоків і температур в зоні різання вздовж всього періоду стійкості різця за будь-яких параметрів процесу різання.

2.3 Аналіз і узагальнення отриманої інформації

Щоб вирахувати середні температури в зоні точіння, за даною методикою, необхідно обчислити середні температури на передній та задній поверхнях різця за допомогою виведених залежностей.

Щоб визначити чи правильна методики, потрібно вираховані середні температури порівняти з експериментальними значеннями.

За допомогою розробленого ПЗ для конкретних умов точіння розраховуємо середні значення температури для різних S . За допомогою термопори вимірюємо температуру на передній поверхні різця.

За залежностями (2.2 – 2.7) розробленої методики обчислимо температури на задній поверхні, знайдемо середні значення температур в зоні різання, після чого порівняємо їх з експериментальними даними, зобразивши для цього графічно залежність температур від поличі.

Експеримент проводили за такими умовами обробки: точіння проводили на токарно-гвинторізному верстаті 16K20.

Параметри інструменту: матеріал T15K10; головний кут у плані $\varphi=45^\circ$; передній кут $\gamma=10^\circ$; головний задній кут $\alpha=7^\circ$; кут загострення $\beta=73^\circ$; кут різання $\delta=80^\circ$;

Матеріал заготовки ВТ6.

Параметри режимів різання: постійна швидкість $V=100\text{м/хв}$; змінна подача $S=0,2; 0,4; 0,6; 0,8\text{ мм/об}$; постійна глибина різання $t=2,0\text{мм}$; допустиме зношування різця $h=0,2\text{ мм}$.

В ході проведення експерименту було отримано середні значення температур в зоні різання (таблиця 2.1) та значення температур на передній поверхні інструменту (таблиця 2.2).

Таблиця 2.1 – Середні значення температур в зоні різання при зміні величини подачі S

S , мм/об	0,2	0,4	0,6	0,8
t , °C	730	770	785	810

Зобразимо значення середніх температур в залежності від зміни величини подачі на графіку рисунок 2.6.

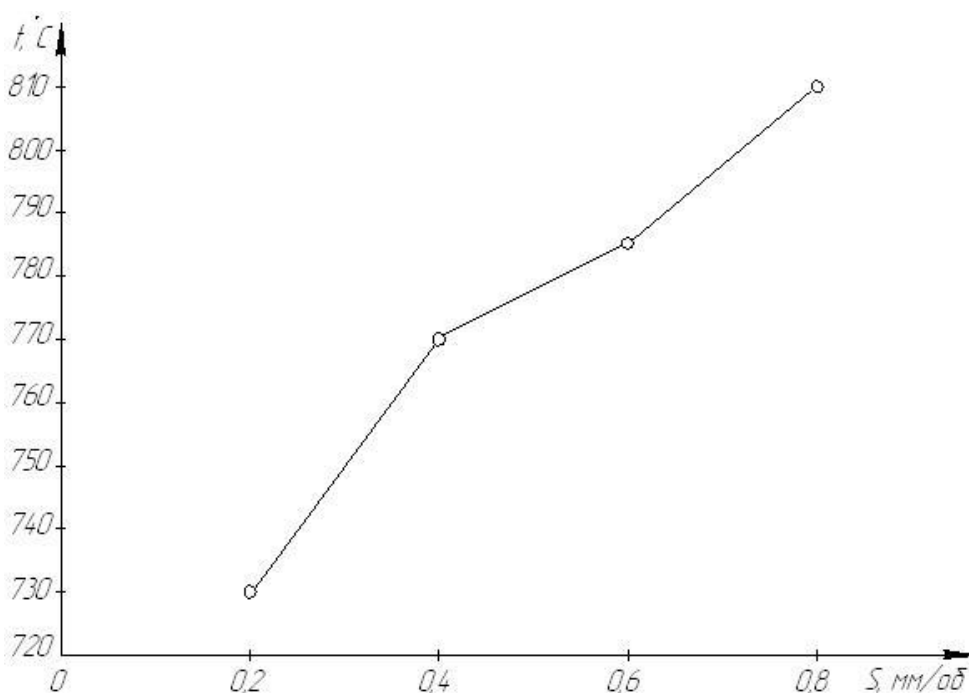


Рисунок 2.6 – Графік залежності значень середніх температур від зміни величини подачі S

Таблиця 2.2 – Значення температур на передній поверхні інструменту при зміні величини подачі S

S , мм/об	0,2	0,4	0,6	0,8
t , °C	720	765	790	820

Зобразимо значення температур на передній поверхні інструменту при зміні величини подачі S на графіку рисунок 2.7.

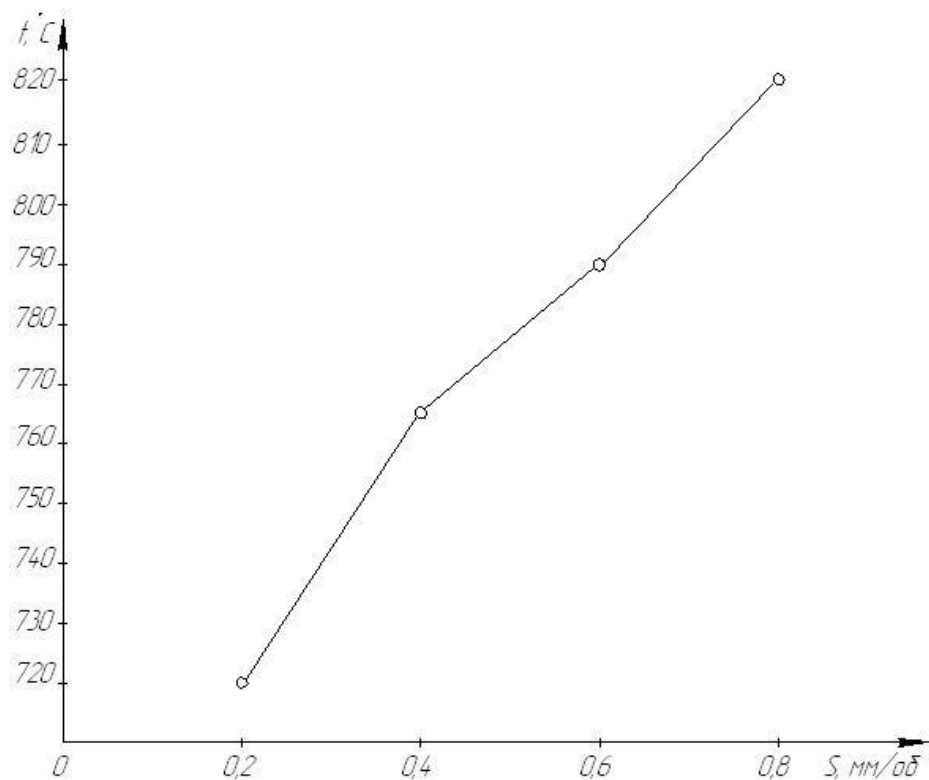


Рисунок 2.7 – Графік залежності значень температур на передній поверхні інструменту від зміни величини подачі S

Оскільки значення Θ_1 нам відомі, то використовуючи залежність (2.7) обчислимо величини Θ_2 , а тоді знайдемо Θ_p та порівняємо з експериментальними значеннями.

$$\Theta_2 = q_2 l_2 M_2 / \lambda_u + q_1 l_1 N_1 / \lambda_u,$$

тут $l_1 = 2a$, де $a = s \cdot \sin \varphi$; $l_2 = h$; $\lambda_u = 0,0345$ (Вт/м·°C);

$$\begin{aligned} \Theta_{2(0,2)} = & 2,67 \cdot 10^8 \cdot 0,2 (4,88 \cdot 2,64 \cdot 2,02^{0,5} \lg 2,02) \cdot 0,02 / 0,0345 + \\ & + 9,71 \cdot 10^7 - 10^8 \cdot 0,2 \cdot 0,19 \cdot (0,04 + 0,02 \cdot 2,02^{0,6} \lg 2,02) \cdot 0,02 / 0,0345 \approx 651^\circ \text{C} \end{aligned}$$

$$\Theta_{2(0,4)} = 2,67 \cdot 10^8 \cdot 0,2(4,88 \cdot 2,64 \cdot 2,02^{0,5} \lg 2,02) \cdot 0,02/0,0345 + \\ + 9,71 \cdot 10^7 - 10^8 \cdot 0,2 \cdot 0,23 \cdot (0,04 + 0,02 \cdot 2,02^{0,6} \lg 2,02) \cdot 0,02/0,0345 \approx 694^\circ \text{C}$$

$$\Theta_{2(0,6)} = 2,67 \cdot 10^8 \cdot 0,2(4,88 \cdot 2,64 \cdot 2,02^{0,5} \lg 2,02) \cdot 0,02/0,0345 + \\ + 9,71 \cdot 10^7 - 10^8 \cdot 0,2 \cdot 0,28 \cdot (0,04 + 0,02 \cdot 2,02^{0,6} \lg 2,02) \cdot 0,02/0,0345 \approx 718^\circ \text{C}$$

$$\Theta_{2(0,8)} = 2,67 \cdot 10^8 \cdot 0,2(4,88 \cdot 2,64 \cdot 2,02^{0,5} \lg 2,02) \cdot 0,02/0,0345 + \\ + 9,71 \cdot 10^7 - 10^8 \cdot 0,2 \cdot 0,31 \cdot (0,04 + 0,02 \cdot 2,02^{0,6} \lg 2,02) \cdot 0,02/0,0345 \approx 751^\circ \text{C}$$

Згідно розрахунків ми отримали наступні значення температур на задній поверхні інструменту, які занесемо в таблицю 2.3.

Таблиця 3 – Значення температур на задній поверхні інструменту в залежності від зміни величини подачі S

S, мм/об	0,2	0,4	0,6	0,8
t, °C	651	694	718	751

Зобразимо значення температур на задній поверхні інструменту в залежності від зміни величини подачі S на графіку рисунок 2.8.

.

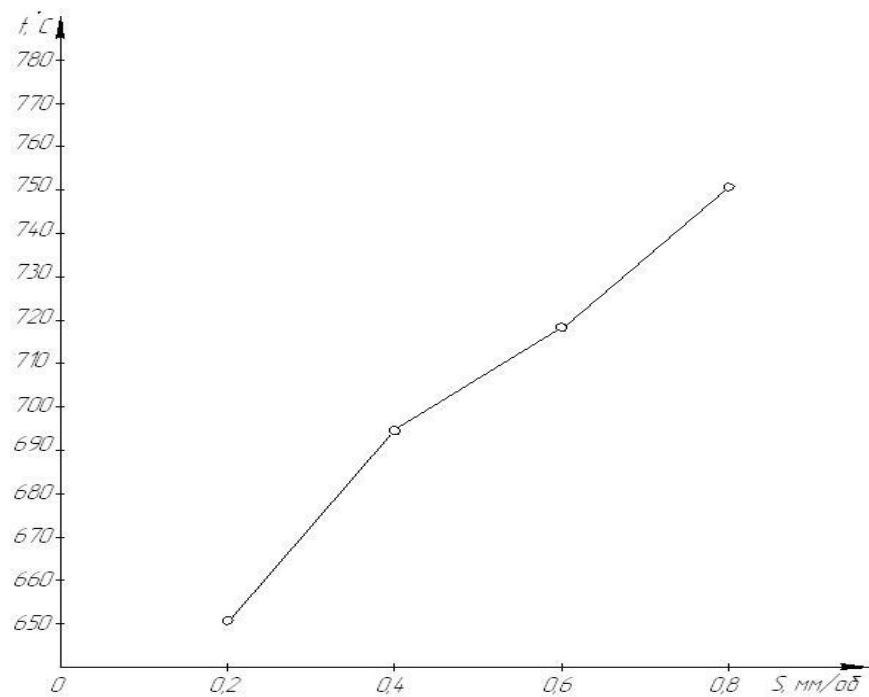


Рисунок 2.8 – Графік залежності значень температур на задній поверхні інструменту від зміни величини подачі S

Обчислимо середні значення температур в зоні різання за формулою (2.7):

$$\Theta_p = (\Theta_1 l_1 + \Theta_2 l_2) / (l_1 + l_2)$$

$$\Theta_{p(0,2)} = \frac{720 \cdot 0,19 + 651 \cdot 0,2}{0,19 \cdot 0,2} = \frac{136,8 + 130,2}{0,39} = 684,6^\circ \text{C};$$

$$\Theta_{p(0,4)} = \frac{765 \cdot 0,23 + 694 \cdot 0,2}{0,23 \cdot 0,2} = \frac{175,95 + 138,8}{0,43} = 731,9^\circ \text{C};$$

$$\Theta_{p(0,6)} = \frac{790 \cdot 0,28 + 718 \cdot 0,2}{0,28 \cdot 0,2} = \frac{221,2 + 143,6}{0,48} = 760^\circ \text{C};$$

$$\Theta_{p(0,8)} = \frac{820 \cdot 0,31 + 751 \cdot 0,2}{0,31 \cdot 0,2} = \frac{254,2 + 150,2}{0,51} = 777,6^\circ \text{C};$$

Отримані значення середніх температур в зоні різання занесемо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Середні значення температур в зоні різання отримані аналітичним способом

S , мм/об	0,2	0,4	0,6	0,8
t , °C	684,6	731,9	760	777,6

Зобразимо середні значення температур в зоні різання отримані аналітичним способом на графіку, рисунок 2.9.

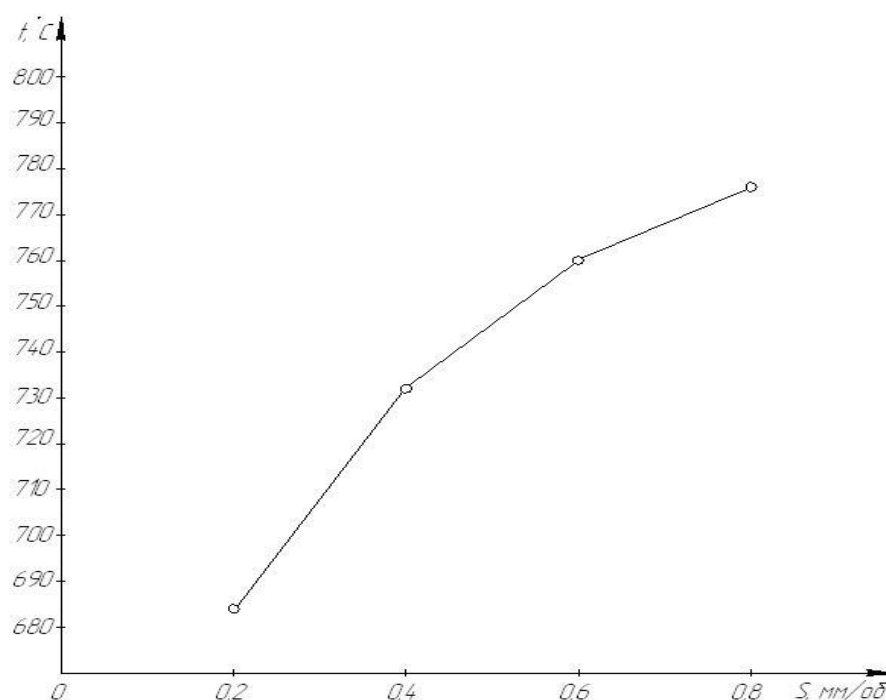


Рисунок 2.9 – Графік залежності середніх значень температур в зоні різання від зміни величини подачі S , отриманих аналітичним способом

Побудуємо графік на якому зобразимо значення середніх температур в зоні різання отримані експериментальним та аналітичним способом (рисунок 2.10).

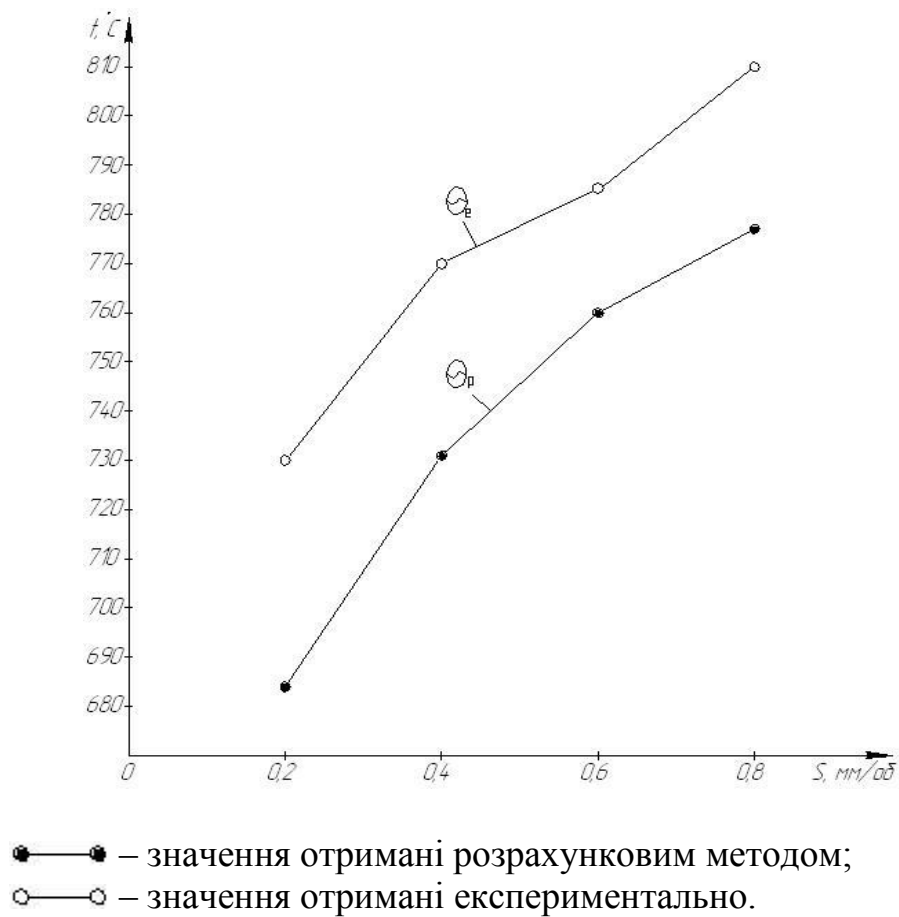


Рисунок 2.10 – Графік залежності температури в зоні різання від зміни величини подачі S

Порівнявши експериментальні значення температур з розрахунковими, бачимо, що вони близькі між собою. Для значень, які суттєво відрізняються обчислимо відносну похибку, тобто для значень температури при подачі $S=0,2\text{ мм/об}$.

$$\Delta x = \frac{x_2 - x_1}{x_2} \times 100\%; \Delta x = \frac{730 - 684,6}{730} \times 100\% = 6,21\%.$$

Похибка знаходиться в допустимих межах.

2.4 Висновки та пропозиції щодо використання результатів виконаних досліджень

Аналіз зміни температур на передній та задній поверхнях токарного різця, а також середньої температури від подачі показує що температура в зоні різання зростає з підвищенням величини подачі від 0,2 мм/об до 0,8 мм/об на 11-14%.

Порівнявши обчислені за виведеними залежностями значення температур і дані температур отримані експериментальним способом показали що похибка знаходиться в допустимих межах – 6,21%.

Запропонована методика проста, зручна і точна у використанні, адже виконані розрахунки температур відрізняються від експериментальних лише на 6%. Тому можна констатувати, що розроблену методику можна буде використовувати в практиці керування процесами точіння.

Дану методику рекомендується застосовувати для розрахунку температур в процесах точіння де на можливо використовувати охолодження.

3 ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва

Задані для розробки деталі відносяться до класу втулок. Креслення деталей (рис 1.1, 1.2, 1.3) показують, що вони можуть належати до з'єднувальних деталей трубопроводів. Для деталей цього виду [2,3] характерно є наявність шестигранника під ключ, різьбових поверхонь для з'єднання з іншими деталями, прохідного отвору та інших допоміжних поверхонь.

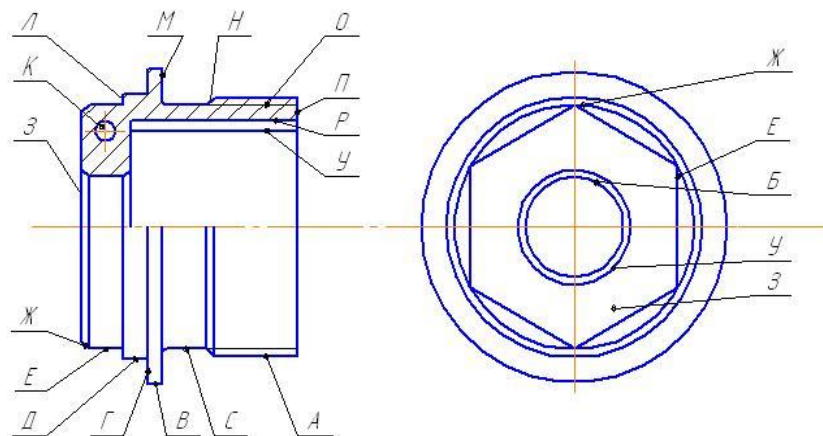


Рисунок 3.1 - Креслення деталі гніздо пробки 3170707009
з позначеними поверхнями

Поверхня А є базовою і вона служить для з'єднання з корпусом, а поверхня прилягає до торця корпусу. Отвір Б відносно високої точності (Н9) він спрягається із штоком. 2 отвори К $\varnothing 1,3$ мм служать для стопоріння ковпачка. Поверхня Е – шестигранник служить для загвинчування ковпачка рожковим ключем. Поверхні Ж, Т, У, Н являються технологічними фасками. Таким чином аналізуючи вимоги до інших деталей групи можна зробити висновок, що вимоги до деталей за точністю розмірів і якістю поверхонь згідно [1,3,11] є доцільними.

Точність діаметральних розмірів основних отворів відповідає 9 квалітету з шорсткістю $R_a=0,8$ мкм, відхилення отворів від співвісності встановлюють в межах половини допуску на діаметр отвору. В нашому випадку 0,2 мм.

Відхилення від паралельності осей встановлюють в межах 0,02...0,05 мм на 100 мм довжини. В нашому випадку це відхилення становить 0,2 мм при довжині отвору 29 мм, що не відповідає рекомендаціям. Відхилення від перпендикулярності торцевих поверхонь до осей отворів допускаються в межах 0,02...0,05мм на 100мм радіуса. Для нашої деталі ця вимога становить 0,08мм. Биття різьбової поверхні і торця поверхні знаходиться в межах 0,05 - 0,08мм, що відповідає існуючим рекомендація.

3.2 Розроблення технологічного процесу виготовлення виробу

Оскільки нам задано групу конструктивно подібних деталей будемо вести обробку за груповою технологією [10]. Основою розробки групового технологічного процесу та вибору засобів технологічного оснащення для спільної обробки групи виробів є комплексна деталь. Для деталей нашого типу комплексна деталь складається з зовнішніх і внутрішніх циліндричних поверхонь, торцевих поверхонь, виточок, різьб, фасок тощо. На рис. 3.2 подано комплексну деталь, що складається з ряду елементарних поверхонь (1...18). На рис. 1.1-1.3 подані конкретні деталі, що складаються з таких же геометричних елементів, але в різній їх комбінації.

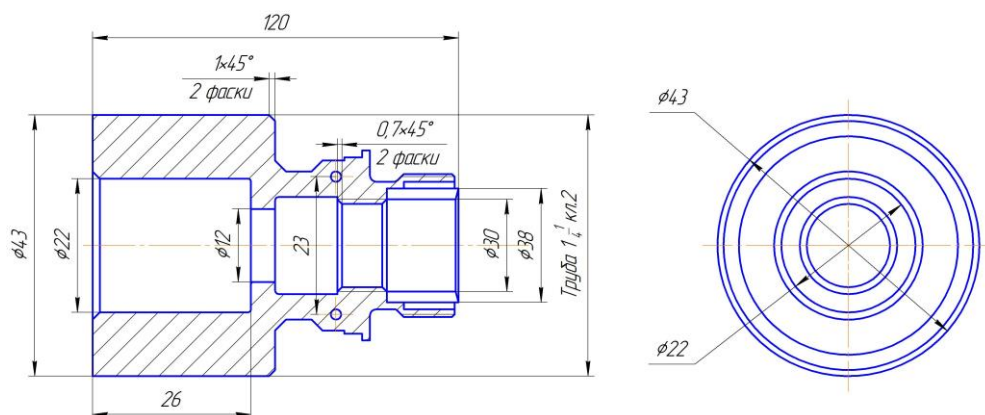


Рисунок 3.2 – Комплексна деталь

Комплексну деталь створено методом накладання. Він полягає в тому, що ми вибрали одну найбільш характерну деталь, а це деталь штуцер 95.00.352 і накреслили її. Потім проаналізувавши деталі гніздо пробки 3170707009 та ковпачок регулятора 1270701099, що відрізняються від накресленої іншими геометричними поверхнями та розмірами наносяться на креслення ці нові поверхні. Таким чином, створюється деталь, яка містить усі елементи деталей групи. Після цього розробляють технологічний процес на комплексну деталь. Створений при цьому груповий технологічний процес зручно подавати у формі таблиці (табл.3.1). Наявність відповідних операцій (переходів) для кожної з деталей відзначають хрестиком, а відсутність — прочерком. Прийнята в таблиці черговість операцій (переходів) повинна забезпечити обробку будь-якої деталі групи відповідно до вимог креслення і технічних умов. Усе оснащення і налагодження повинно бути груповими, переналагоджуваними.

Аналізуючи існуючий спосіб отримання заготовки на заводі можна відмітити що виготовлення даних деталей з вальцьованого круглого прутка Ø42 не зовсім оправданий вибір, адже коефіцієнт використання матеріалу всього 0,22. Це великі витрати дорогого матеріалу. Тому доцільно заготовку виготовляти із труби зовнішнім діаметром Ø40, а внутрішнім – Ø15 мм. Довжину труби доцільно брати стандартну – 4000 мм.

Вибрані технологічні бази разом з закріплюючими засобами повинні забезпечувати надійне закріплення заготовки на весь процес обробки [16,17]. Аналіз варіантів базування поданий в таблиці 3.1.

На першій операції в якості технологічної бази буде зовнішня циліндрична поверхня заготовки (В). З цієї бази можна обробити поверхні З, Е, Л, Д, Г, П, Б.

На другій операції базою будуть служити обробленні на першій операції поверхні Е, Л з яких можна обробити начисто торець П, проточити поверхню О і нарізати нарізку. Розточити отвір У, підрізати торець М.

Для свердління отворів Р Базування здійснюють на поверхні Е, З.

Фрезерування шестигранника під ключ деталь базується на поверхні А і П.

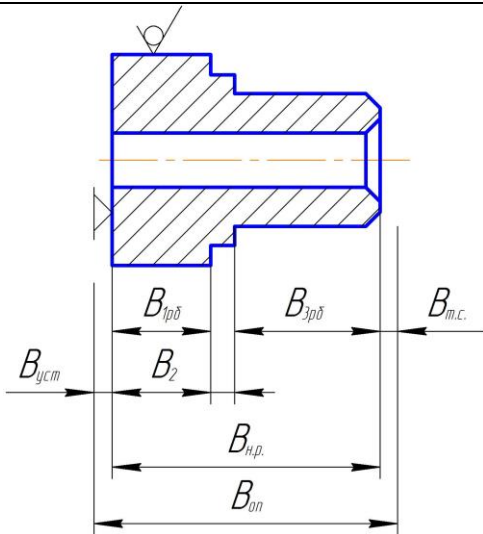
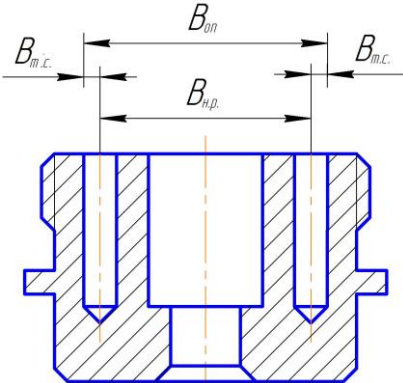
Аналіз базування проведемо з допомогою теорії розмірних ланцюгів [1,2]. Розрахунок похибок базування заносимо в таблицю 2.2, в таблиці використано умовні позначення: $A_{т.с.}$ - похибка технологічної системи; $A_{уст.}$ - похибка установки, що є сумою похибок базування та закріплення; $A_{н.р.}$ - настрою вальний розмір; $A_{р.б.}$ - розмір розмірної бази.

Розміри від установочної бази позначаємо "А".

Розміри від опорної бази позначаємо "В".

Розміри від направляючої бази позначаємо "С".

Таблиця 3.1 - Аналіз варіантів базування

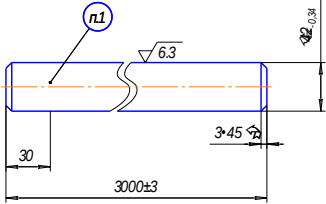
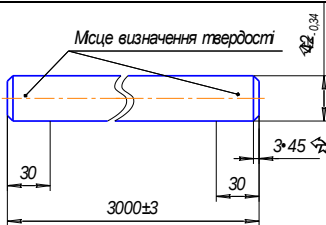
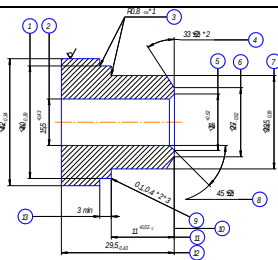
№ операції	Ескіз операції і спрощені розмірні ланцюги	Розрахунок похибки обробки
1	2	3
015		1. $w_{Bon.} + w_{н.р.} + w_{м.с.} + w_{уст.} = w_c + w_{уст.}$ $w_c = w_{н.р.} + w_{м.с.} = 0,12 \text{ мм},$ де $B_{н.р.} = B_{1рδ} + B_{2рδ} + B_{3рδ}; B_{1рδ} = B_{нр.} - B_{2рδ} - B_{3рδ} = 29,5 - 11 - 3 = 15,5 \text{ мм};$ $w_{уст.} = 0,08 \text{ мм [6]}$ $T_{Bon.} = 0,43 \text{ мм (H12)}$ 2. $w'_{Bon.} = w'_{н.р.} + w'_{м.с.} + w'_{м.с.} = 1,2 \dots 1,5 w'_c [7]$ $w'_c = w_{н.р.} + w_{м.с.} = 0,12 \text{ мм}$ (середня статистична точність обробки при суміщенні технологічної та вимірювальної баз) $w_{Bon.} = 1,5 + 0,12 = 1,62 \text{ мм}$ $T_{Bon.} = 0,19 \text{ мм (H11)}$
045		$w_{Bon.} = w_{н.р.} + w_{м.с.} + w'_{м.с.} = 1,2 \dots 1,5 w_c [7]$ $w_c = w_{н.р.} + w_{м.с.} = 0,15 \text{ мм [1]}$ $w_{Bon.} = 1,5 \cdot 0,15 = 0,225 \text{ мм}$ $T_{Bon.} = 0,22 \text{ мм (H11)}$

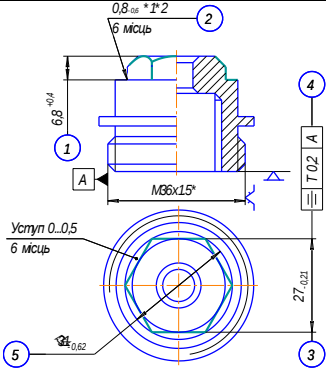
Виконуємо структурний аналіз і синтез двох варіантів технологічних маршрутів Згідно з рекомендаціями [3] або [1] при обробці заготовки необхідно забезпечити: мінімальну кількість установів, підвищену продуктивність праці, точність обробки.

Можливі два шляхи пошуку методу і маршруту обробки поверхонь [1,3].

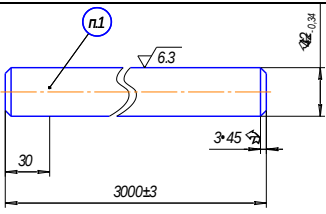
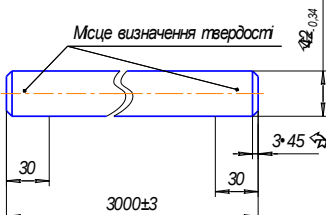
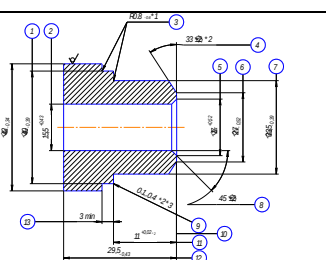
Перший шлях пошуку – визначення числа ступенів та методів обробки поверхонь, що рекомендують довідники та технічна література [10, 11].

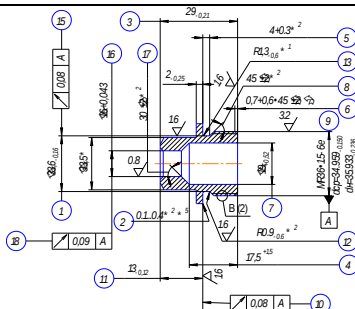
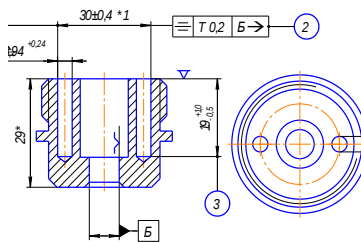
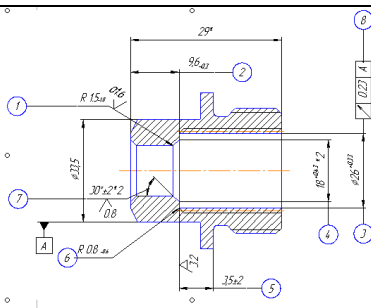
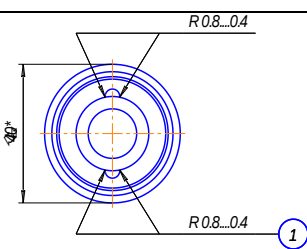
Другий шлях пошуку – визначення числа ступенів обробки на основі розрахунків уточнення [17,19]. Розроблені варіанти подаємо в таблицях 3.2 і 3.3
Таблиця 3.2 – Перший варіант технологічного процесу

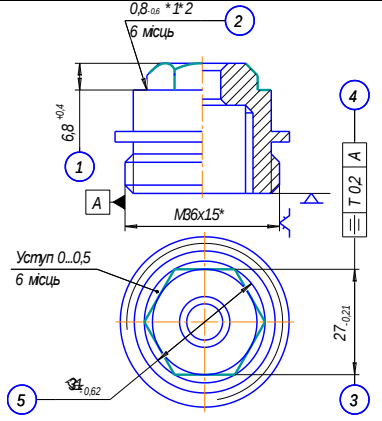
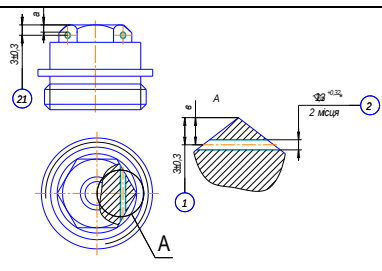
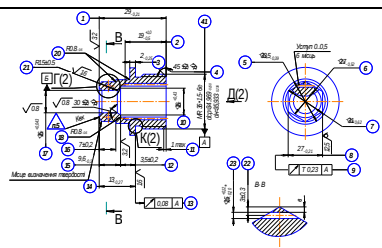
№ і назва операції	Ескіз операції	Тип обладнання	Мета операції
1	2	3	5
005 Заготівельна			
010 Термічна			Поліпшення технологічних властивостей заготовки
015 Токарно револьверна		Токарно револьверний	
020 Токарно револьверна		Токарно револьверний	
025 Слюсарна			

085 Горизонтально - фрезерна		Горизонтально фрезерний	- Фрезерувати шестигранник, витримати розміри 3, 5, 12, 35.
090 Промивка		Мийна машина	
095 Слюсарна		Слюсарний стіл	Зняти заусенеці по шестиграннику, шорсткість Ra6,3
100 Промивка		Мийна машина	
105 Електроерозійна		Електроерозійний	Обробити пов. К, Забезпечити розмір 1, 2, 21

Таблиця 3.3 – Другий варіант технологічного процесу

№ і назва операції	Ескіз операції	Тип обладнання	Мета операції
1	2	3	5
005 Заготівельна			
010 Термічна			Поліпшення технологічних властивостей заготовки
015 Токарно - револьверна з ЧПК		Токарно револьверний з ЧПК	Забезпечення точності розмірів 1, 2, 3, 7, 12 для подальшої обробки та розмірів 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13 згідно креслення, шорсткість Ra6,3.

020 Слюсарна		Слюсарний стіл	
025 Токарно револьверна ЧПК	3	Токарно револьверний ЧПК	3
			Обробити поверхні А, У, Н, М, С, Б. Забезпечити точність розмірів згідно кресленню
030 Слюсарна		Слюсарний стіл	
035 Слюсарна		Слюсарний стіл	
040 Промивка		Мийна машина	
045 Настільно свердильна		Настільно свердильний	Свердлити одночасно 2 отв. витримавши розміри 33, 34, 35
			
050 Промивка		Мийна машина	
055 Слюсарна		Настільно свердильний	Забезпечити шорсткість поверхонь Ra6,3
060 Слюсарна		Слюсарний стіл	
065 Токарно револьверна з ЧПК	3	Токарно револьверний з ЧПК	3
			Розточити пов. У до розмірів 4, 3.
070 Промивка		Мийна машина	
075 Слюсарна		Слюсарний стіл	Забезпечити розмір в межах вказаного радіуса 32, 36.
			
080 Промивка		Мийна машина	

085 Горизонтально - фрезерна		Горизонтально фрезерний	- Фрезерувати шестигранник, витримати розміри 3, 5, 12, 35.
090 Промивка		Мийна машина	
095 Слюсарна		Слюсарний стіл	Зняти заусенеці по шестиграннику, шорсткість Ra6,3
100 Промивка		Мийна машина	
105 Електроерозійна		Електроерозійний	Обробити пов. К, Забезпечити розмір 1, 2, 21
110 Промивка		Мийна машина	
115 Маркування		Слюсарний стіл	Маркувати позначення деталі ударним методом
120 Контроль		Контрольний стіл	
125 Упакування			
130 Транспорту- вання		Електрокар	

Виконуємо структурний аналіз і синтез двох варіантів технологічних маршрутів механічної обробки зведених в таблиці 3.2 і 3.3 та вибираємо оптимальний варіант.

Вибір методу обробки комплексної деталі. Зробивши аналіз двох запропонованих варіантів поданих в таблиці 3.2 і таблиці 3.3 можна зробити висновок, що другий варіант більш економічний і тому приймаємо його для детальної розробки.

Формування структури технологічних операцій проведено згідно рекомендаціям [1].

Призначенням першої операції завжди є підготовка чистових технологічних баз. Оскільки в нашому випадку заготовка прокат то циліндрова поверхня заготовки має достатньо велику довжину і забезпечує достатню усталеність заготовки базуванням у цанговому патроні. Тому на першій операції ми проводимо токарну обробку зовнішньої циліндрової поверхні. Обробка відбувається однократним точінням. У наступних операціях: токарних, свердлильних фрезерних проводиться обробка внутрішніх поверхонь, свердління отворів перпендикулярних осі деталі та фрезерування лисок. У четвертій операції проводиться обробка свердлінням і зенкеруванням на вертикально-свердлувальному верстаті;

Токарні операції проводяться на верстатах з ЧПУ і токарних автоматах і напівавтоматах. Базування відбувається на зовнішні циліндричні поверхні.

Режими різання назначаємо за нормативами режимів різання [9].

Таблиця 3.5 - Режими різання за операціями

№ операції	Назва операції, переходу	Довжина різання L, мм	Глибина різання t, мм	Подача S, мм/об	Число боєртів n, об/хв	Швидк. різання V, м/хв	Основний час T ₀ , хв.	Потужн. різання N, кВт.
1	2	3	4	6	7	8	9	10
005	Токарно-револьверна: 1. Підрізати торець	17	2	0,12	800	63	0,18	0,66
	2. Свердлити центровий отвір	10	1,5	Ручна	800	8	0,25	0,024

№ операції	Назва операції, переходу	Довжина різання L, мм	Глибина різання t, мм	Подача S, мм/об	Число боєртів n, об/хв	Швидк. різання V, м/хв	Основний час T ₀ , хв.	Потужн. різання N, кВт.
010	Токарна: Позиція I: 1. Підрізати торець	18	2	0,12	335	26	1,03	0,25
	2. Зацентрувати торець	10	5	0,1	335	26	0,44	1,17
	3. Обточити деталь	12	1,5	0,1	335	26	0,45	0,16
	Позиція II: 1. Обточити деталь	7	2,5	0,1	335	21	0,3	0,22
	2. Свердлити отвір	16	5	0,1	335	9,5	0,54	0,18
	Позиція III: 1. Обточити деталь	7	2	0,1	335	21	0,26	0,17
	2. Свердлити отвір	28	2,5	0,1	5,3	0,9	0,067	
	Позиція VI: 1. Свердлити отвір	19	2,5	0,1	335	5,3	0,6	0,067
	Позиція V: 1. Точити фаску	8	0,5	0,1	335	26	0,3	0,08
	2. Нарізати різьбу	22	0,5	1,0	335	3	0,1	0,21
015	Токарно-гідрокопіюв 1. Обточити до ... 20h6...	63	0,15	0,07	250	463	0,7	26
	2. Обточити	1	0,5	0,1	810	26	0,1	0,08
	3. Обточити канавку	32	1,5	0,1	810	71	0,4	0,45
025	Горизонтально-фрезерна	278	1,5	125	315	125	2,22	28,6
035	Вертикально-свердлильна	20	2,25	0,2	1000	14	0,4	0,1

№ операції	Назва операції, переходу	Довжина різання L, мм	Глибина різання t, мм	Подача S, мм/об	Число боєртів п, об/хв	Швидк. різання V, м/хв	Основний час T ₀ , хв.	Потужн. різання N, кВт.
040	Вертикально-свердлильна	10	1,5	0,1	1000	9,5	0,1	0,05
045	Вертикально-свердлильна:	2	0,5	0,1	500	4,5	0,06	0,03
050	Вертикально-свердлильна:	2	0,5	0,1	500	4,5	0,08	0,03
055	Профіленакатна: Накатити різь M16x8g	22	1		12	45	0,56	

Технічне нормування розробленого технологічного процесу виконуємо за методикою приведеною в літературі [16], результати розрахунків зводимо в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 - Розрахунок норм часу за операціями ТП

№ операції	Назва операції	То, хв.	Тв, хв.			Топ, хв.	Тобс л, хв.	Твід, хв.	Тшт, хв.	Тпз, хв.	п, шт.	Тшк, хв.
			Твст, хв.	Ткер, хв.	Тв им,							
005	Токарно - револьверна	0,43	1,04	0,57	0	2,04	0,07	0,08	1,33	21	383	1,38
			1,61									
010	Токарна	4,62	1,16	1,16	0,1	7,06	0,25	0,28	7,59	21	383	7,04
			2,44									
015	Токарногідрокопіювальна	0,57	0,98	0,66	0,0	2,26	0,08	0,09	2,43	21	383	2,48
			0,91									
020	Слюсарна	0,2	0,34	0	0	0,54	0,02	0,022	0,581	7	383	0,6
			0,34									
025	Горизонтально-фрезерна	2,22	0,98	0,66	0	3,86	0,13	0,154	4,15	21	383	4,2
			1,64									
030	Слюсарна	0,2	0,34	0	0	0,54	0,019	0,022	0,581	7	383	0,6
			0,34									

035	Вертикально свердлильна	0,4	0,34	0	0	2,04	0,07	0,08	2,19	21	383	2,24
			0,34									
040	Вертикально свердлильна	0,1	0,73	0,36	0,1	1,19	0,04	0,47	1,76	21	383	1,75
			1,09									
045	Вертикально свердлильна	0,06	0,73	0,36	0	1,15	0,04	0,46	1,65	21	383	1,7
			1,09									
050	Вертикально свердлильна	0,08	0,73	0,36	0	1,17	0,04	0,168	1,678	21	383	2,17
			1,09									
055	Профіле-накатна	0,56	0,75	0,36	0	1,67	0,06	0,067	1,79	21	383	1,84
			1,11									

3.3 Визначення кількості обладнання

Попередньо вибрані верстати в процесі призначення методу обробки поверхонь та розрахунку режимів різання. Підтвердити правильну кількість вибраних верстатів можна врахувавши його раціональне використання в часі.

Для кожного верстату в ТП потрібно розрахувати коефіцієнти завантаження та коефіцієнти їх використання за основним часом і потужністю. Для цього використовуємо залежності приведені в літературі [16].

Розрахуємо коефіцієнт завантаженості верстату η_3 , за залежністю [16. ст. 117]:

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_n},$$

де m_p - розрахункова кількість верстатів зайнятих на одній операції, шт. [16. ст. 117]:

$$m_p = \frac{T_{шт}}{t_e},$$

де t_e – величина такту випуску, $t_e=5,748$ хв/шт.;

m_p - прийнята кількість верстатів, шт.

За приведеними залежностями визначимо розрахункову кількість верстатів на кожну операцію.

В залежності від розрахункової кількості верстатів приймемо потрібну кількість верстатів.

За даними значеннями будемо графік завантаження верстатів, (рис. 3.3):

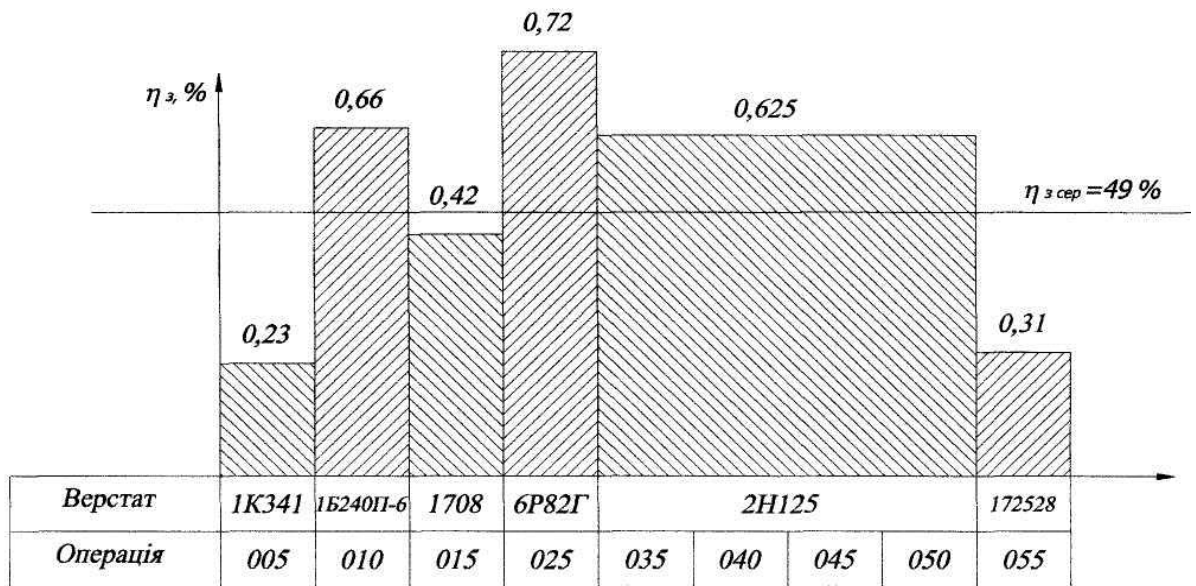


Рисунок 3.3 - Графік завантаженості обладнання

Коефіцієнт використання обладнання за основним (технологічним) часом, (η_o), визначаємо за залежністю [1, ст. 117]:

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{шк}},$$

За отриманими значеннями будемо графік використання обладнання за основним (технологічним) часом, (рис. 3.4):

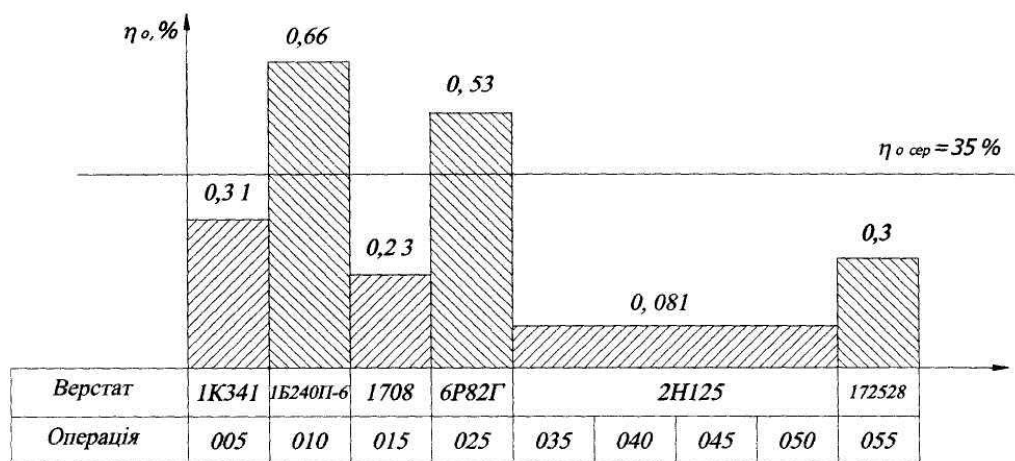


Рисунок 3.4 - Графік використання обладнання за основним (технологічним) часом

Визначимо коефіцієнт використання верстату за потужністю (η_m), [1, ст. 117]:

$$\eta_m = \frac{N_{np}}{N_{CT}},$$

де N_{np} - необхідна потужність на приводі верстату, кВт. (таблиця 3.8);

N_{CT} - потужність електродвигуна встановленого на верстаті, кВт.;

За визначеними значеннями будемо графік використання верстату за потужністю, (рис. 3.5):

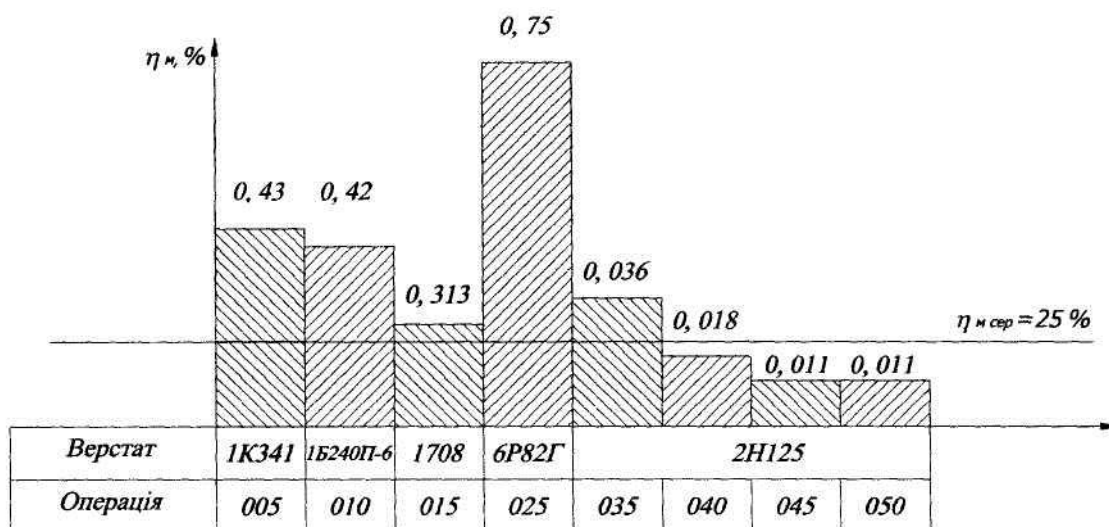


Рисунок 3.5 графік використання верстату за потужністю

3.4 Конструювання спеціального оснащення та інструменту

3.4.1 Вибір пристосувань

Верстатний пристрій є складовою ланкою в замкненому ланцюзі послідовно пов'язаних елементів технологічної системи, а саме: верстата-інструмента-заготовки (деталі)-пристрою. Він своїми зв'язками-параметрами (геометричними, кінематичними, силовими) разом з відповідними зв'язками решти складових технологічної системи впливає на формування результату процесу обробки, передовсім точності обробки. Так, своїми геометричними зв'язками між власними функціонально важливими поверхнями, (опорними – контактують з базовими заготовки, напрямними або налагоджувальними – визначають положення різального інструмента, поділовими – фіксують різні змінні положення заготовки, та приєднувальними – контактують з опорними поверхнями верстата) пристрій впливає на формування точності оброблених поверхонь заготовки та їх розміщення відносно технологічних баз. Механізми силового замикання пристрою забезпечують обов'язкову умову нерозривності контактів “технологічні бази заготовки – опорні поверхні пристрою” і через деформацію цих контактів та заготовки теж впливають на точність обробки.

Завдяки відносній простоті та невисокій вартості (порівняно з верстатом) верстатний пристрій є змінною, тобто технологічно керованою під час розробки технології складовою ТС. Сам термін буквально вказує на це його призначення – пристосувати, адаптувати верстат до конкретної заготовки та змінних умов виробництва. Проте витрати часу та матеріалів на проектування та виготовлення пристроїв у цілому для підприємства відчутні, особливо в серійному виробництві. Тому розробка або вибір тої чи іншої конструкції пристрою є неодмінною умовою зменшення витрат часу й коштів на технологічну підготовку виробництва.

Успішне вирішення цієї задачі не можливе без використання комп'ютерної техніки, тобто впровадження автоматизованого проектування технологічного оснащення.

Для обробки наших деталей на токарних операціях будемо використовувати токарний цанговий патрон.

Для свердління отворів в оброблюваних деталях спроектовано кондуктори подані на листах ДП 19-447.05.00СК, ДП 19-447.07.00СК, ДП 19-447.08.00СК.

Для фрезерування лисок шестигранника спроектовано пристрій поданий на листах ДП 19-447.06.00СК.

Для контролю биття деталі “гніздо пробки” індикаторне пристосування подане на листі ДП 19-447.03.00СК.

3.4.2 Розрахунку пристосування на точність

На точність обробки впливає ряд технологічних чинників, що викликають загальну похибку оброблювання δ_{Σ} , яка не повинна перевищувати допуск a , мкм виконуваного розміру в процесі оброблювання заготовки:

$$\delta_{\Sigma} \leq a$$

Для визначення допуску a , слід користуватися формулою:

$$a = \sqrt{\delta_o^2 + \delta_c^2 + \varepsilon^2 + 3\delta_{uz}^2 + 3\delta_T^2 + \sum \delta_{\phi}},$$

де δ_o – похибка унаслідок пружних відтискань технологічної системи під впливом сил різання (похибка деформації);

δ_c – похибка налаштування верстата в ненавантаженому стані;

ε – похибка установки заготовки в пристосуванні;

$\delta_{шз}$ – похибка від розмірного зношування інструменту;

δ_T – похибка обробки, що викликається тепловими деформаціями технологічної системи;

$\Sigma \delta_\Phi$ – сумарна похибка форми оброблюваної поверхні, обумовлена геометричними похибками верстата і деформацією заготовки в процесі оброблювання і що входить в допуск a , оскільки похибка форми поверхні є частиною поля її розміру.

$$\text{Похибка установки} \quad \varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \delta_{н.з.}}$$

де ε_δ – похибка базування заготовки в пристосуванні;

ε_3 – похибка закріплення заготовки, що виникає в результаті дії сил затиску;

$\delta_{н.з.}$ – похибка положення заготовки, мкм, залежна від пристосування, змінюється залежно від умов і типу виробництва, а також від особливостей конструкції пристосування;

$$\delta_{н.з.} = \varepsilon_{np} + \varepsilon_{pn} + \varepsilon_u,$$

де ε_{np} – похибка виготовлення пристосування за вибраним параметром, залежна від погрішностей виготовлення і складання настановних і інших елементів пристосування;

ε_{pn} – похибка встановлення пристосування на верстаті;

ε_u – похибка встановлення заготовки, що виникає в результаті зношування елементів пристосування.

Для дрібносерійного і серійного виробництва:

$$\delta_{н.з.} = \varepsilon_{np} + \sqrt{\varepsilon_{п.н.}^2 + 3\varepsilon_u^2},$$

Допуск a визначаємо сумуючи всі похибки:

$$a = \sqrt{\delta_{\theta}^2 + \delta_c^2 + \varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{pn}^2 + 3\varepsilon_u^2 + \varepsilon_{pn}^2 + \varepsilon_n^2 + 3\delta_{u3}^2 + 3\delta_T^2 + \sum \delta_{\phi}}$$

де ε_{κ} – похибка від порушення налагодження інструменту.

З виведеної залежності визначаємо похибку виготовлення пристосування:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\left(a - \sum \delta_{\phi}\right)^2 - \delta_{\theta}^2 - \delta_c^2 - \varepsilon_6^2 - \varepsilon_3^2 - 3\varepsilon_u^2 - \varepsilon_{p.n.}^2 - \varepsilon_n^2 - 3\varepsilon_{u3}^2 - 3\delta_T^2},$$

Оскільки деякі параметри складно визначити, тому точність виготовлення пристосування визначимо за залежністю:

$$\varepsilon_{np} \leq a - \kappa_T \sqrt{(\kappa_{T1} - \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_{p.n.}^2 + \varepsilon_n^2 + (\kappa_{T2} \cdot \omega)^2},$$

де $\kappa_T = 1$; $\kappa_{T1} = 0,8$; $\kappa_{T2} = 0,7$;

ω – економічна точність обробки.

Звичайно похибка Δ_{ε} фіксації поворотного вузла фрезерного пристрою (лист ДП 19-447.06.00СК) складається з похибки розташування гнізда храпового барабана під фіксатор у відповідній деталі Δ_{θ} і похибки в рухомих елементах фіксатора Δ_{ϕ} , згідно [4].

$$\Delta_{\varepsilon} = \Delta_{\theta} + \Delta_{\phi},$$

де Δ_{θ} – похибка ділення за допомогою фіксатора;

Δ_{ϕ} – похибка в рухомих елементах фіксатора.

При точній обробці гнізд на ділильному диску пристрою згідно [4] похибка ділення $\Delta_{\theta} = 0.02$ мм. Величина похибки в рухомих елементах фіксатора Δ_{ϕ} визначається величиною зазорів z_1 , в спряженні між фіксаторами і його гніздом, і z_2 між фіксатором і його направляючою втулкою. Тоді точність спряження деталей механізму фіксатора [4]:

$$\Delta_{\phi} = \frac{1}{2}(Z_1 + Z_2).$$

Для конічного фіксатора $z_1 = 0$ – бо зазор буде вибиратися за рахунок само встановлення конуса в гнізді. Зазор z_2 при виготовленні направляючих деталей фіксатора за 6-тим квалітетом $z_2 = 0 \div 16 \text{ мкм}$, приймаємо $z_2 = 0.008 \text{ мм}$. Значить сумарна похибка фіксації поворотного вузла

$$\Delta_{\phi} = 0.02 + 0.008 = 0.028 \text{ мм},$$

Що повністю забезпечить точність ділення головки.

Розрахунок зусилля переміщення штока та параметрів силового приводу

Загальне тягове зусилля на штоку – рейці визначається в залежності від крутного моменту $M_{кр}$, що забезпечує поворот вузла:

$$M_{кр} = M_{тр} + M_{ін};$$

де $M_{тр}$ – момент тертя;

$M_{ін}$ – момент інерції.

Згідно [4] момент тертя визначається з залежності:

$$M_{тр} = \mu \cdot G \cdot R_{тр}$$

де μ – коефіцієнт тертя, згідно [4] $\mu = 0.2$;

G – вага шпинделя і заготовки;

$R_{тр}$ – радіус тертя.

Кутова швидкість при встановленому русі

$$\omega = \frac{v}{30m \cdot z \cdot 60} \text{сек}^{-1}$$

де v – лінійна швидкість штоку – рейки, для пневмоциліндрів згідно [4]
 $v = 10 \text{ м/хв.}$

m – модуль зубчатого зачеплення, $m = 2 \text{ мм.}$

z – число зубців колеса, $z = 48$.

Тоді
$$\omega = \frac{7}{30 \cdot 0.002 \cdot 48 \cdot 60} = 0.04 \text{сек}^{-1};$$

Кутове прискорення ε при часі розгону шпинделя $t = 0.15 \text{ сек}$ [4].

$$\varepsilon = \frac{\omega}{t} = \frac{0.04}{0.15} = 0.26 \text{сек}^{-2}.$$

Загальний момент інерції вузла

$$I = \varepsilon \cdot m_i \cdot \frac{R_{in}^2}{2};$$

де m_i – маса і елементів вузла;

R_{in} – радіус інерції елементів вузла.

Так як загальний момент інерції вузла є сумарною величиною моментів інерції всіх елементів вузла, згідно рекомендацій [4] приймаємо:

$$I = 17 \text{ кГмсек}^2$$

Звідки $M_{in} = 17 \cdot 0.26 = 4.42 \text{ кГм}$

Сумарний крутний момент шпинделя

$$M_{кр} = 4.42 \cdot 0.124 = 4.6 \text{ кГ} \cdot \text{м} = 43,3 \text{ Нм}$$

Тягове зусилля на штоці

$$F = \frac{M_{кр}}{r} = \frac{4,6}{0.048} = 95.8 \text{ кГ} = 960 \text{ Н}$$

де $r = 48 \text{ мм}$ – радіус зубчастого колеса.

Діаметр пневмоциліндра визначається із співвідношення:

$$\frac{\pi D^2}{4} = \frac{F}{P}$$

де $P = 5 \text{ кг/см}^2$ – тиск повітря в магістралі.

$$\text{Звідки } D = 2 \sqrt{\frac{F}{\pi P}} = 2 \sqrt{\frac{95.8}{3.14 \cdot 5}} = 4.9 \text{ см} = 49 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр пневмоциліндра $D = 50 \text{ мм}$.

Пристрій для контролю биття

Службове призначення пристрою, формування технічних вимог

Пристрій застосовується для контролю допуску биття площини А деталі гніздо пробки відносно площини Б.

Похибка вимірювання даним пристроєм не повинна перевищувати допустиму для поверхні А– 0,08мм.

Розрахунок пристрою на точність

До установчої поверхні пристрою Ø16d6 висувається умова циліндричності, щоб забезпечити надійне базування деталі, і точність контролю, яка не повинна перевищувати 30% допуску контрольованої поверхні.

Установочна поверхня характеризується твердістю, для того, щоб зменшити вплив похибки зношення на точність вимірювання.

Опис конструкції та роботи пристрою

В процесі контролю деталь встановлюється отвором на вал з посадкою d6. базування деталі в пристрої здійснюється отвором і торцем. Після встановлення деталі в пристрій, щуп індикатора підврдиться до торця деталі і ми її обертаємо на 360⁰, при цьому биття деталі визначається як різниця максимального і мінімального показів індикатора. Індикатор годинникового типу ИЧ-02. кл.0 за ГОСТ 577-68 встановлюється у спеціальній стійці.

4. ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОГО ЦЕХУ

Розрахунки річної працемісткості та верстатомісткості, кількості основного та допоміжного обладнання, уточнення типу виробництва та організаційної форми

Для визначення річної працемісткості та верстатомісткості, кількості основного та допоміжного обладнання, а також уточнення типу виробництва та організаційної форми використовуємо розроблений технологічний процес комплексної деталі. Визначення коефіцієнта закріплення операцій, кількості обладнання, коефіцієнта завантаження обладнання проводимо аналогічно до п. 2.1. Штучний час на кожну операцію беремо з табл. 3.6. Всі дані розрахунків зводимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1- Розрахунок необхідної кількості верстатів точним способом

№ операції	Назва операції та зміст переходу	$T_{шт}, хв$	C_p	C_n	$\eta_{з.ф.}$	O_p	O
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Токарно-револьверна	1,38	0,12	1	0,2	3,75	4
015	Токарна-автоматна	7,04	0,14	1	0,14	5,36	6
025	Токарна-гідрокопіювальна	2,48	0,98	1	0,98	0,76	1
030	Горизонтально -фрезерна	0,6	0,23	1	0,23	3,27	4
035	Вертикально-свердлильна	4,2	0,21	1	0,21	3,57	4
040	Вертикально-свердлильна	0,6	0,13	1	0,13	5,77	6
050	Вертикально-свердлильна	2,24	0,23	1	0,23	3,22	6
055	Вертикально-свердлильна	1,75	0,36	1	0,36	6,21	8
060	Профіленакатна	1,7	0,24	1	0,24	4,21	6

Коефіцієнт закріплення операцій $K_{zo} = \frac{25}{6} = 4,2$, $1 < K_{zo} < 10$, що відповідає багатосерійному виробництву. Організаційну форму виробництва визначаємо аналогічно до п. 2.1.

$$\text{Добова програма випуску } N_o = \frac{30000}{254} = 118 \text{ штук.}$$

Добова продуктивність потокової лінії:

$$Q_o = \frac{9 \cdot 952 \cdot 0,6}{14,58} = 352 \text{ шт.}$$

$N_o = 118 < Q_o = 352$, що відповідає груповій формі організації.

Отже, остаточно встановлено, що тип виробництва – великосерійне з груповою формою організації.

4.1 Визначення основних і допоміжних площ цеху

Визначимо площу кожної ділянки цеху, а також необхідну кількість робітників.

Ділянки механічного оброблення

Площа цих ділянок визначається за формулою [15]

$$S_{mo} = C_n \cdot S_{nit}, \quad (4.1)$$

де C_n - кількість верстатів;

$S_{nit} = 15 \dots 25 \text{ м}^2$ – питома площа для групи середніх верстатів.

$$S_{mo} = 125 \cdot 20 = 2500 \text{ м}^2.$$

Кількість виробничих працівників визначаємо за формулою [16]:

$$P_{\epsilon} = \frac{C_n \cdot \Phi_{\epsilon} \cdot K_{zn} \cdot K_p}{\Phi_p \cdot K_m}, \quad (4.2)$$

де $K_p = 1,02 \dots 1,03$ – коефіцієнт ручних робіт;

$\Phi_{\epsilon} = 4015$ год. – дійсний річний фонд часу роботи верстата;

$\Phi_p = 1860$ год. – дійсний річний фонд часу роботи робітника;

$K_m = 2,2 \dots 1,8$ – коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування;

$$P_{\epsilon} = \frac{125 \cdot 4015 \cdot 0,75 \cdot 1,02}{1860 \cdot 2,0} = 103 \text{ робітника.}$$

Кількість допоміжних робітників:

$$P_o = (0,4 \dots 0,5) P_{\epsilon} = 0,45 \cdot 103 = 47 \text{ чол.}$$

Кількість інженерно-технічних працівників:

$$P_{imn} = (0,09 \dots 0,12) P_{\epsilon} = 0,1 \cdot 103 = 10 \text{ чол.}$$

Кількість службовців:

$$P_c = (0,025 \dots 0,03) P_{\epsilon} = 0,027 \cdot 103 = 3 \text{ чол.}$$

Кількість молодшого обслуговуючого персоналу:

$$P_{mol} = (0,02 \dots 0,03) P_{\epsilon} = 0,025 \cdot 103 = 3 \text{ чол.}$$

Дільниця складання та випробування

Площу цієї дільниці визначаємо у процентному відношенні від площі дільниці механічного оброблення деталей регулятора положення кузова:

$$S_{скл.,випр.} = (0,3 \dots 0,4) S_{мо}^{регул} = 0,35 \cdot 500 = 175 \text{ м}^2.$$

Площа заточувальної дільниці

Площа заточувальної дільниці вибирається від габаритів виробів, що виготовляються у механічних дільницях. У нашому випадку регулятор

положення кузова відноситься до виробів дрібних габаритів, для яких:
 $S_{\text{зат}} = 8 \dots 10 \text{ м}^2$.

Приймаємо $S_{\text{зат}} = 10 \cdot 5 = 50 \text{ м}^2$.

Площа цехової ремонтної бази

При розрахунку $S_{\text{црб}}$ виходять із кількості верстатів і питомої площі під один верстат, який знаходиться в ЦРБ. По розрахунках їх кількість $C_p = 3$ (для цеху, в якому знаходиться більше 100 одиниць обладнання).

Тоді $S_{\text{црб}} = C_p \cdot S_{\text{ншт}} = 3 \cdot 20 = 60 \text{ м}^2$.

Площа ділянки ремонту інструменту та пристосувань вибирається також виходячи із габаритів виробів. Для дрібних виробів $S_{\text{ншт}} = 20 \dots 29 \text{ м}^2$ на один верстат. Приймаємо, що на ділянці є 7 верстатів.

Тоді $S_{\text{прт}} = S_{\text{ншт}} \cdot C_p = 22 \cdot 7 = 154 \text{ м}^2$.

Площа відділу технічного контролю розраховується із розрахунку $5 \dots 6 \text{ м}^2$ на одного контролера з коефіцієнтом K_k , що враховує прибавку площі на розташування контрольного відділення [16]:

$$S_{\text{ВТК}} = P_k \cdot S_{\text{ншт}} \cdot K_k, \quad (6.3)$$

де P_k - кількість контролерів, при двозмінній роботі у велико серійному виробництві становить 2 чол.

Тоді $S_{\text{ВТК}} = 2 \cdot 6 \cdot 1,75 = 21 \text{ м}^2$.

Склад металу, заготовок, деталей і вузлів

Площа складу визначається за формулою [17]:

$$S_{\text{скл}} = \frac{A \cdot Q}{q \cdot k \cdot m}, \quad (6.4)$$

де A - час зберігання вантажів на складі (для металу і заготовок $A=3\dots6$ днів, для деталей і вузлів $A=6\dots12$ днів).

$Q=0,0012 \cdot 5 \cdot 30000$ – маса вантажів, що зберігаються на складі протягом року;

$q=1,5 \text{ т/м}^2$ – допустима вантажонапруженість;

$k=0,5\dots0,65$ – коефіцієнт використання площі складу;

$m=254$ дні – кількість робочих днів в році.

Площа складу металу і заготовок:

$$S_1 = \frac{4 \cdot 0,0012 \cdot 5 \cdot 30000}{1,5 \cdot 0,6 \cdot 254} = 85 \text{ м}^2.$$

Площа складу деталей і вузлів:

$$S_2 = \frac{8 \cdot 0,0012 \cdot 5 \cdot 30000}{1,5 \cdot 0,6 \cdot 254} = 170 \text{ м}^2.$$

Загальна площа складу:

$$S = S_1 + S_2 = 85 + 170 = 255 \text{ м}^2.$$

Площа приміщення МОР та перероблення стружки

Визначається ця площа, виходячи із витрат мастил (емульсії) за формулою [16]

$$Q_{\text{м(е)}} = \frac{q_{\text{м(е)}} \cdot C_n \cdot m}{1000}, \quad (6.5)$$

де Q_m , Q_e - відповідно витрати мастила і емульсії на всі верстати за рік, т/рік;

q_i , q_a - відповідно витрати мастила і емульсії на 1 верстат за добу, кг;

$C_n = 125 + 5 + 3 + 7 = 140$ шт. – кількість верстатів у цеху;

$m = 254$ дні – число робочих днів в році.

Витрати мастила:

$$Q_m = \frac{0,2 \cdot 140 \cdot 254}{1000} = 0,71 \text{ т/рік.}$$

Витрати емульсії:

$$Q_e = \frac{2,0 \cdot 140 \cdot 254}{1000} = 7,1 \text{ т/рік.}$$

Площа приміщення для перероблення стружки встановлюється з умови 1 м² розрахунку площі на одну одиницю технологічного спорядження:

$$S_{\text{мор.,п.с.}} = 140 \cdot 1 = 140 \text{ м}^2.$$

9. Площа ділянки фарбування

Цю площу визначимо у процентному відношенні від площі ділянки складання та випробування:

$$S_{\text{фарб}} = (0,3 \dots 0,4) S_{\text{скл.,випр.}} = 0,35 \cdot 175 = 62 \text{ м}^2.$$

Площа ділянки приготування та роздачі фарб

Аналогічно до площі ділянки фарбування:

$$S_{\text{п.і.р.ф.}} = (0,2 \dots 0,3) S_{\text{скл.,випр.}} = 0,25 \cdot 175 = 44 \text{ м}^2.$$

Загальна площа допоміжних ділянок:

$$S_{доп} = S_{зат} + S_{црб} + S_{pin} + S_{ВТК} + S_{скл} + S_{мор,п.с.} + S_{фарб} + S_{п.і.р.ф.} = \\ = 50 + 60 + 154 + 20 + 255 + 140 + 62 + 44 = 785 \text{ м}^2$$

Площа службово-побутових приміщень

а) Площа адміністративно-канторських приміщень розраховується з розрахунку 4 м^2 на 1 інженерно-технічного працівника та МОП:

$$S_{адм.-конт.} = (11 + 3) \cdot 4 = 56 \text{ м}^2.$$

б) Площа під відпочивальник куток складає $0,9 \text{ м}^2$ на 1 працівника.

$$S_{в.к.} = (103 + 47 + 11 + 3 + 3) \cdot 0,9 = 150 \text{ м}^2.$$

в) Площа їдальні і буфету вибирається із розрахунку 1 м^2 площі на 1 працівника (при цьому вважаємо, що в 1 зміну працює не більше 100 чол.).

Тоді:

$$S_{їд.і буф.} = 90 \cdot 1 = 90 \text{ м}^2.$$

г) Площа санітарно-технічних приміщень (медпункту, роздягалень, душових, туалетів, умивальників) вибирається із розрахунку, коли в цеху працює більше 100 чол.:

$$S_{сн.т.} = 167 \cdot 0,9 = 150 \text{ м}^2.$$

д) Загальна площа службово-побутових приміщень складає:

$$S_{сл.поб.} = S_{адм.-кон.} + S_{в.к.} + S_{ід.ібуп.} + S_{с.т.п} = 56 + 15 + 90 + 150 = 446 \text{ м}^2.$$

Загальна площа механоскладального цеху

Цю площу визначаємо як суму виробничих і допоміжних ділянок без врахування площі службово-побутових приміщень:

$$S_{цех.} = S_{МО} + S_{скл.,вирп.} + S_{доп.} = 2500 + 175 + 785 = 3460 \text{ м}^2.$$

4.2 Розробка планів компонування цеху та розміщення обладнання на ділянці

Будівлю складального цеху приймемо прямокутної форми з розмірами ширини до довжини 1:2, одноповерхову, з повним каркасом. Висота цеху – 7,2 м. Кількість проїздів: магістральних – 2, поперечних – 1.

Виробничі відділення розташовані згідно з розробленим маршрутом технологічного процесу механічного оброблення заданих деталей та складання з них вузлів.

Вибір сітки колон здійснюємо, виходячи із загальної розрахункової площі цеху на базі використання уніфікованих типових секцій самої будівлі відповідно до рекомендацій [7].

У нашому випадку сітка колон буде розміром 12×24 м, для якої ширина цеху $a=24 \times 2=48$ м, довжина цеху $b=12 \times 6=72$ м. Тоді прийнята площа цеху $F_{цех} = a \cdot b = 48 \cdot 72 = 3456 \text{ м}^2$, яка є близькою до розрахункової $F_{цех}^{розр} = 3450 \text{ м}^2$.

Виконання компонувальної схеми цеху проводимо відповідно до рекомендацій [8].

У зв'язку із тим, що для виготовлення заданих деталей потрібно 6 металорізальних верстатів середніх габаритних розмірів (один вертикально-фрезерний – 6Р10, один вертикально-свердлильний – 2Н118, один токарно-

револьверних з ЧПУ– 1П4160РЗ ЧПУ, один вертикально-свердлильний з ЧПУ – 2Р135Ф2-1, два алмазно-розточувальних – 278Н), то ці верстати розташовуємо в один ряд, вздовж якого із складу транспортером подаються заготовки. Верстати з ЧПУ об'єднані в робототехнічні комплекси з завантажувальними роботами.

Дільниця складання обладнана потоковою лінією, яка складається з восьми робочих місць - 6 верстаків і 2 випробувальних стендів.

Вивезення готових деталей на дільницю складання проводиться за допомогою електрокара.

Загальний вид планування обладнання на дільниці механічного оброблення деталей ковпачок регулятора 1270701099, штуцер 95.00.352 і гніздо пробки 3170707009 виконуємо відповідно до ГОСТ 12.3.025-80.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1.1 Санітарно-гігієнічна характеристика умов праці на дільниці в цеху і порівняння їх з нормативними значеннями, вказаними в державних стандартах ССБП санітарних і будівельних нормах і правилах

Спроектована дільниця являє собою дільницю механічної обробки групи деталей: ковпачок регулятора 1270701099, штуцер 95.00.352 і гніздо пробки 3170707009, яка виконується на верстатах токарної і свердлильної і фрезерної груп, в тому числі і верстатах з ЧПК.

З точки зору санітарно-гігієнічної профілактики для оздоровлення мікроклімату, для виділення шкідливого для здоров'я людей пилу, передбачена загальнообмінна вентиляція.

Основним параметром гігієнічної оцінки пилу, виділення якого проходить на дільниці є його дисперсність, тобто перебування частин пилу в повітрі, глибина проникнення його в дихальні шляхи людини. Згідно з ГОСТ 12.1.005-88 “Повітря робочої зони” встановлені наступні граничнодопустимі концентрації шкідливих речовин в мг/м^3 в повітрі робочої зони.

Для попередження попадання в організм людини розпиленої ЗОР необхідно дотримуватись наступних вимог:

- роботу проводити тільки в спеціальному одязі;
- заборонено мити руки в ЗОР (тільки водою з милом).

В загальному технологічний процес механічної обробки гільзи не є шкідливим.

Розхід енергії людиною при виконанні даної роботи складає 150-200 ккал/год. і відноситься він до II-ї категорії вагомості.

Оптимальні і допустимі норми повітряної зони робітника відповідають ГОСТу 12.1.005-88 “Повітря робочої зони” дані приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Оптимальні і допустимі норми повітряної зони робітника

Пора року	Категор. робіт	Температура, °С			Відносна вологість, %		Швидкість руху Повітря, м/с	
		Оптим	Допустима					
				Верхня межа	Нижня межа	Оптим.	Допуст.	Оптим.
Холодна	Середн. вологос. II Б	17-19	21	15	40-60	75	0,2	0,4
Тепла		20-22	27	16	40-60	70	0,3	0,2-0,5

Освітлення на робочому місці нормується згідно з СНіП II-4-79 “Природне і штучне освітлення”.

При обробці заданих деталей найточніший розмір, який потрібно поміряти є Ø16H9 і використовуємо для цього нутромір, у якого ціна поділки становить 0,1мм. Величина мінімальної освітленості встановлюється з умовами зорової роботи.

Джерелом шуму на ділянці є технологічне обладнання. Шум виникає внаслідок пружних коливань, як самого обладнання так і окремих його частин. Виробничий шум на ділянці відноситься до середньо частотного, який складає 63-125 Гц, який походить від верстатів не ударної дії.

Згідно з ГОСТ 12.1.003-88 “Шум. Общие требования безопасности” встановлені допустимі рівні шуму для робочого місця.

Таблиця 5.2 - Кількісна характеристика освітленості

Характер робіт	Розмір об'єкту	Розрядробітний	Підряд	Контраст об'єкту з	Фон	Найменша освітленість	
						При газорозрядн. лампах	При лампах розжарювання

						Комбі новане	Загаль не	Комбі новане	Загаль не
Найвища точність	Менше 0,15	I	a	малий	тем ний	5000	1500	4000	300

Таблиця 5.3 - Допустимий рівень шуму

Робоче місце	Рівень звуку, дБа
Постійні робочі зони і робочі місця в приміщеннях	85

5.1.2 Аналіз конструкції пристроїв за умовами експлуатації

5.1.2.1 Надійність роботи гальмівних, затискуючих і блокуючих пристроїв і елементів, що забезпечують безпеку обслуговування

На технічному обладнанні, що використовується на ділянці передбачені пристрої, що забезпечують можливість виключення безпосереднього контакту з небезпечною зоною.

Зона обробки після встановлення деталі на верстаті закривається захисними екранами і робітнику заборонено втручатися в процес обробки. Для затиску деталі в пристроях використовують пневматичні затискні елементи. Вони оберігають людей від травм і одночасно з технічної точки зору більш швидкодійні, ніж механічні.

5.1.2.2 Огороджуючі і блокуючі пристрої небезпечних зон (зон обертання, переміщення, температурних зон)

Для верстатів токарної і свердлильної груп застосовують ГОСТ 12.3.025-88 “Обработка металлов резанием. Требования безопасности”. При обробці різанням заготовок, які виходять за межі обладнання, встановлені переносні огорожуючі щити і знаки безпеки за ГОСТ 12.2.004-80.

5.1.2.3 Прилади безпеки (обмежувачі переміщення)

Запобіжні пристрої, що застосовують при переміщенні столу або супорту токарного верстату в процесі обробки, призначені для автоматичного спрацювання (відключення) механізму при відхиленні якого-небудь параметру за межу допустимого.

Щоб не виникла аварія, в пристроях передбачений запобіжний клапан, який спрацьовує при підвищенні тиску на штоку на 20% від номінального.

Для забезпечення безпеки експлуатації кран-балки, яка використовується на дільниці, застосовують кінцеві вимикачі, які спрацьовують тоді, коли вага вантажу, що приймається перевищує допустиму величину. Для запобігання зсковзування канатів з чана застосовують запобіжні замки.

5.1.2.4 Електробезпека конструкції

З точки зору електробезпеки, обладнання на дільниці заземлене.

Під час ремонту електричної частини обладнання вивішують попереджуючі таблички. Ремонтники застосовують ізольовані інструменти. Всі електронесучі елементи обладнання також ізолюються. Ізоляція на них випробувана по напрузі в багато раз вищій, ніж є на верстаті.

Для перевірки наявності струму на струмоведучих частинах обладнання застосовують струмошукачі.

5.1.3 Заходи з покращення умов праці

5.1.3.1 Розробка заходів конструктивного і організаційного плану по боротьбі з шумом і вібраціями

Широке використання швидкодіючих пневматичних пристосувань, а також несвоєчасна заміна зношеного інструменту приводить до підвищення рівня звукового тиску і вібрацій.

В основному заходи по боротьбі з шумом і вібраціями, передбачено встановленню верстатів на фундамент з застосуванням прорезинених амортизаторів.

Для зменшення рівня вібрацій в вузлах верстатів використовують мастила, балансування обертових частин верстатів.

Згідно з ССБТ 12.1.012-78 “Вибрация. Общие требования безопасности” на даній ділянці встановлені гранично-допустимі значення вібрацій. Вони відповідають нормативним табличним значенням.

Таблиця 5.4 - Допустимі параметри віброшвидкості і вібропереміщення

Середньо - геометричні частоти	Допустимі значення нормативного параметру			
	По віброприскоренню, м/с^2		По віброшвидкості, м/с	
	в 1/3 акт	в 1/1 акт	в 1/3 акт	в 1/1 акт
	Z,X,Y	Z,X,Y	Z,X,Y	Z,X,Y
63	0,445	0,8	0,12	0,2

Для зменшення шуму на ділянці застосовують:

1. Зменшення шуму в самому джерелі.
2. Застосування захисних щитів, що перешкоджають розповсюдженню шуму.

5.1.3.2 Розробка заходів, що забезпечують зниження запиленості повітря у виробничих приміщеннях до гранично допустимих концентрацій

Для нормальної трудової діяльності організму людини необхідно забезпечити відповідні метеорологічні умови і потрібну чистоту повітря.

Основним заходом зі зниження запиленості повітря в виробничих приміщеннях застосовують вентиляцію, яка за принципом переміщення повітря буває природною і механічною. В нашому випадку застосовують природню вентиляцію, бо на ділянці не використовують обладнання, яке дає порошкову стружку. Природна вентиляція проходить в наслідок різниці температур повітря в приміщенні і навколишнього повітря, а також в результаті дії вітру.

Використання в процесі роботи змазувально-охолоджуючих рідин, що застосовуються для покращення умов різання, в свою чергу приводить до зменшення виділення пилу в повітря під час обробки деталей.

5.1.4 Розрахунок штучного освітлення ділянки цеху

Розрахунок штучного освітлення ділянки полягає в визначенні потрібної потужності електричної установки для створення у виробничому приміщенні заданої освітленості або при відомому числі і потужності ламп, визначення необхідної освітленості на робочій поверхні.

Розрахунок штучного освітлення в горизонтальній площині виконують методом коефіцієнт використання, або методом питомої потужності - він є найменш точним, тому ми його не використовуємо.

За методом коефіцієнт використання розрахунок проводимо наступним чином:

1. Сумарний світловий потік знаходиться по заданій освітленості:

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot k \cdot \eta \cdot 100$$

де E_n - нормована освітленість (згідно з СНіП II-4-79, $E_n=300\text{лк}$)

S - площа, яку освітлюємо ($S=468\text{м}^2$);

k - коефіцієнт запасу для ламп розжарювання ($k=1,5$);

η - коефіцієнт використання світлового потоку.

Даний коефіцієнт визначаємо через показник приміщення

$$i = A \cdot B / H_p \cdot (A + B)$$

де A і B - довжина і ширина приміщення;

H_p - висота світильників над розрахунковою поверхнею.

$$i = 12 \cdot 40 / 3 \cdot (12 + 40) = 3,07$$

Згідно отриманих даних і СНіП II-4-79

$$\eta = 57\%; \rho_n = 50\%; \rho_{cm} = 30\%.$$

Тип світильника - "Універсаль" без затискувача.

Тоді,

$$\Phi = (300 \cdot 480 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / 57) \cdot 100 = 454736$$

Кількість ламп:

$$n = \Phi / \Phi_{\lambda}$$

де Φ_{λ} - світловий потік однієї лампи, лм.

Світлові та електричні характеристики ламп приведені в ГОСТ 2239-70, згідно якого вибираємо лампи розжарювання.

Вибираємо лампу типу Г-750, з світловим потоком $\Phi_{\lambda} = 13100$ лк.

Отже,

$$n = 454736 / 13100 = 34,7 \text{ (шт)}$$

Приймаємо $n = 35$ (шт)

Освітленість для даної установки буде рівна:

$$E = \Phi_{\lambda} N n / S \cdot k_z = 13100 \cdot 1 \cdot 57 \cdot 35 / 480 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 302,5 \text{ лк}$$

5.1.5 Розробка робочого місця верстатника

Однією з основних задач підвищення продуктивності праці і естетичного рівня виробничих приміщень є належні художньо-конструктивні рішення елементів робочого місця. Всі елементи робочого місця повинні відповідати необхідним показникам, відповідати структурі людського тіла і санітарно-гігієнічним потребам, відповідати високим естетичним якостям.

Розміщення органів управління повинні забезпечувати економію рухів, виключати незручні, напружені положення тіла.

Планування робочого місця верстатника.

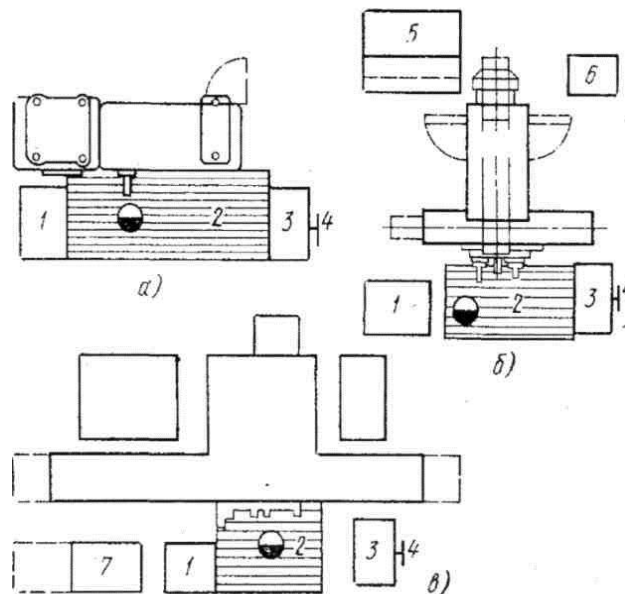


Рисунок - 5.2. Планування робочих місць: а - токаря ; б - фрезерувальника ; в - шліфувальника ;

1 - приймальний столик; 2 - решітка для ніг; 3 - інструментальна тумба;
4-планшет для креслень; 5 - стелаж для пристроїв; 6 - стелаж для оправок;
7 - стелаж для зберігання готових деталей

Ручки управління, призначенні для переміщення, необхідно розмістити під кутом не менше 60°. Компоновка органів управління повинна враховувати послідовність і частоту їх використання, а також значимість інформації. Органи

управління повинні мати схеми і надписи. Органи зупинки (включення) повинні бути червоного кольору.

5.1.6 Пожежна профілактика

5.1.6.1 Характеристика виробництва за ступенем пожежної безпеки

Для оцінки пожежобезпеки того чи іншого технологічного процесу необхідно знати, які вогнебезпечні речовини використовуються на даному підприємстві.

Так як механічний цех і обробка матеріалів проводиться в холодному стані, то згідно СНіП 2.09.02-85 “Протипожежні норми”, приміщення цеху відноситься до категорії “Д”.

Таблиця 5.8.1 - Категорії приміщень з пожежної безпеки

Категорії приміщень	Характеристика приміщень
Пожежно-небезпечні Д	До даної категорії відноситься виробництво, в якому знаходяться не горючі речовини і матеріали в холодному стані (цех механічної обробки)

5.1.6.2 Вибір і розрахунок засобів пожежогасіння

Для успішної ліквідації пожеж велике значення має швидке викриття пожежі, своєчасний виклик пожежного підрозділу до місця пожежі.

Для гасіння пожеж застосовують воду, хімічну і повітряно-механічну піни, водяний пар, вуглекислоту, інертні гази і т.д.

До первинних засобів пожежогасіння відносяться ручні і пересувні вогнегасники, гідропульти, відра, бочки з водою, лопати, ящики з піском, войлочні мати, а також стаціонарні і напівстаціонарні пожежогасінні установки.

На об'єктах первинні засоби пожежогасіння розміщують в приміщеннях, на площадках і по робочих місцях згідно наступних норм.

Розрахуємо кількість первинних засобів пожежогасіння для спроектованого цеху, виходячи з норм для механічних цехів: на 600м площі повинні бути наступні засоби пожежогасіння:

1. Хімічні пінні вогнегасники ОХП-10 - 1шт.
2. Вуглекислотний вогнегасник ОУ-5 - 1шт.
3. Ящик з піском на 0,5м - 1шт.
4. Лопати залізні - 2шт.
5. Відро пожежне - 1шт.
6. Лом - 1шт.

5.2 БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.2.1 Стійкість роботи підприємства і основні шляхи її підвищення

Одною із основних задач цивільної оборони є проведення заходів, направлених на підвищення стійкості підприємств у надзвичайний час.

Під стійкістю роботи промислового об'єкту розуміють спроможність його в умовах надзвичайного стану випускати продукцію в запланованому об'ємі і номенклатурі, а при одержанні слабих і середніх розрушень або порушення коопераційного зв'язку з поставок, що забезпечують функціонування підприємства відновлювати підприємство в мінімальний термін.

Під стійкістю роботи об'єктів, які безпосередньо не виробляють матеріальних цінностей, розуміють спроможність їх виконувати свої функції в умовах надзвичайного стану.

На стійкість роботи об'єктів народного господарства у надзвичайний стан впливають наступні фактори: надійність захисту робочих і службовців від дії зброї масового ушкодження; спроможність інженерно-технічного комплексу об'єкту протистояти у визначеній степені ударній хвилі, світловому випромінюванню і радіації; захисту об'єкта від вторинних ушкоджуючих факторів (пожарів, взривів, затоплення, зараження отравляючими речовинами); надійність забезпечення об'єкта всім необхідним для виготовлення продукції (водою, газом, електроенергією, комплектуючими, паливом); стійкість і безперервно управління підприємством і цивільною обороною; підготовка об'єкту до проведення рятувальних і аврійно-відновлюваних робіт і робіт з ліквідації збоїв в роботі підприємства.

Перераховані фактори визначають собою і основні, загальні для всіх об'єктів народного господарства, шляхи підвищення стійкості роботи у надзвичайний стан, а саме:

- забезпечення надійного захисту робочих і службовців від ушкоджуючих факторів зброї масового ушкодження;

- захист основних фондів від ушкоджуючих факторів, в тому числі і від вторинних;
- підвищення надійності і оперативності управління підприємством;
- забезпечення стійкості поставки всім необхідним для випуску запланованого у надзвичайний стан продукції;
- підготовка до відновлення порушеного випуску продукції.

Підвищення стійкості роботи об'єкта народного господарства у надзвичайний стан досягається попереднім проведенням комплексу інженерно - технічних, технологічних і організаційних заходів, направлених на максимальне зниження дії ушкоджуючих факторів зброї масового ушкодження і створення умов для швидкої ліквідації наслідків нападу.

Інженерно-технічні заходи, як правило, включають комплекс робіт, які забезпечують підвищення стійкості заводських будівель і споруджень, комунально-енергетичних систем.

Технологічні заходи забезпечують підвищення стійкості роботи об'єкта шляхом зміни технологічного процесу, який буде сприяти прискоренню виготовлення продукції і який виключає можливість виникнення вторинних ушкоджуючих факторів.

Організаційні заходи передбачають розробку і планування дії керуючого, командного складу, штаба, служб і формування ЦО при захисті робочих і службовців підприємств, проведення рятувальних і невідкладних аварійно відновлюваних робіт, встановлення підприємства, а також випуск продукції на збережених потужностях.

5.2.2 Забезпечення і захист інженерно-технічного комплексу у надзвичайний стан

Інженерно-технічний комплекс будь-якого підприємства включає в себе будівлі і споруди, технологічне обладнання і комунікації електросітки, теплові сітки, водопровід, каналізація і газопровід.

Від стійкості будівель і споруд залежить в основному стійкість всього об'єкта.

Підвищення стійкості будівель і споруд досягається встановленням допоміжного зв'язку, конструкцією каркасів, рам, підкосів, контрфорсів, опорів для зменшення ширини несучих конструкцій, а також за рахунок застосовування більш стійких матеріалів.

Низькі споруди для підвищення їх стійкості частково обсипають ґрунтом. Такій спосіб підвищення стійкості можна застосовувати для напівпідвальних приміщень і різних споруд.

Високі споруди (труби, вишки, башні, колон) закріплюють стяжками, розрахованими на задані навантаження.

Захист ємкостей для зберігання легко запалювальних рідин може здійснюватися створенням підземних сховищ, заглибленням їх в ґрунт або обвалюванням, а також збільшення механічної міцності ємкостей встановленням ребер жорсткості, та іншими способами.

При обвалюванні висота земляного валу розраховується на утримання повного об'єму рідини, яка може витекти із зруйнованої ємкості.

Надійно захистити все технологічні обладнання від дії ударної хвилі практично неможливо, тому що доводити міцність споруд до захисних властивостей сховищ економічно недоцільно. Захист обладнання необхідна в наступних випадках:

- обладнання яке потрібно захищати може після зруйнування решти підприємства може випускати особливо важливу продукцію;
- знищене обладнання важко відновлюється;
- Захисту підлягає унікальне обладнання і його потрібно зберегти для подальшого використання.

Захист обладнання входить в загальний комплекс інженерно-технічних заходів для підвищення стійкості роботи підприємства. Щоб попередити ушкодження обладнання уламками конструкцій які розвалюються, треба проводити раціональну компоновку обладнання при об'ємно - планіровочному вирішенню підприємства.

При реконструкції та розширення промислових об'єктів потрібно дотримуватися наступних вимог:

- важке обладнання розміщувати на нижніх поверхах;
- найбільш цінне і нестійке до ударів обладнання розміщувати в приміщеннях з підвищеними міцносними характеристиками, або в спеціальних захисних спорудах;
- більш міцне цінне обладнання – в окремо побудованих корпусах павільйонного типу, які мають полегшені і тяжко запалюванні огорожувальні конструкції, руйнування яких не принесе пошкодження обладнання;
- міцне закріплювання верстатів на фундаментах;
- спорудження контрфорсів, які підвищать стійкість верстатного обладнання до дії швидкісного напору повітря ударної хвилі.

Крім перерахованих заходів, потрібно створювати запаси деталей і вузлів технологічного обладнання які найшвидше виходять із ладу (секції конвеєрів, пультів керування, електрообладнання та інші), а також в мирний час виготовляти захисні конструкції(кожухи, камери, дашки, навіси) і застосовувати їх в час загрози нападу противника для попередження поломки обладнання при розрушенні конструкцій споруд.

Для сучасних підприємств характерно велика кількість комунікацій для подачі води, пара, електроенергії, газу, які розташовані на високих естакадах або зовнішніх стінах будівель, що підлягають постійному нагляду і ремонт але з другої сторони їх знижує стійкість .

Для підвищення надійності комунікацій потрібно:

- заглиблювати основні комунально-енергетичні сітки і технологічні комунікації або розміщувати їх на низьких естакадах і обвалювати ґрунтом;

- збільшенням механічної стійкості трубопроводів за рахунок ребер жорсткості, хомутів, з'єднування два-три трубопроводів в один.

Система електропостачання являється визначаючою на підприємстві. Підвищення стійкості цієї системи досягається проведенням, як загальноміським, так і об'єктним інженерно-технічних заходам.

Для запобігання виходу із ладу електричних ліній встановлюються пристрої автоматичного вимикання підчас перенавантаження.

При пошкодженні джерела газопостачання або газопроводу рекомендується мати підземні ємкості – газгольдери постійного об'єму.

Газові лінії прокладаються під землею і підводяться до об'єкту з двох напрямків. Паралельні газопроводи з'єднуються між собою, а вся система газопостачання за кільцюється, що дозволяє відключати пошкоджені ділянки і скористуватися іншою лінією.

Лінії водопостачання прокладаються в землі і комплектуються заслінками для відключення окремих ділянок підчас аварії.

При виборі схеми заводського водопостачання необхідно подумати над проблемою про можливість повторного використання води. Це зменшує загальну потрібність підприємства у воді.

Для того щоб підвищити стійкість каналізації об'єкта потрібно створювати роздільні системи каналізації: одну для стічних, другу для заводських і господарських зливів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В дипломному проекті на тему “Проект діляниці механічного цеху для виготовлення деталей: ковпачок регулятора 12707010099, штуцер 95.00.352, гніздо пробки 3170707009 з дослідженням закономірностей формування теплових потоків в зоні різання при точінні” згідно із завданням проведено дослідження процесу точіння деталі штуцер 95.00.352. Вдосконалено методику визначення теплових потоків зони різання та досліджено взаємозалежності температури в зоні точіння з параметрами експлуатації різального інструменту в процесі точіння деталі штуцер 95.00.352.

Розроблено групову технологію виготовлення групи деталей: ковпачок регулятора 1270701099, штуцер 95.00.352 і гніздо пробки 3170707009. Проведено характеристику службового призначення і технічних вимог на деталі, проаналізовано базовий технологічний процес виготовлення, запропоновано альтернативні проекти.

Встановлено тип і організаційну форму виробництва, яка виявилася груповою, а тому розроблено комплексну деталь, вибрано і економічно обґрунтовано спосіб отримання заготовки, проведено структурний аналіз і синтез двох варіантів технологічного процесу і встановлено оптимальний.

При детальному розробленні ТП визначено режими різання запропоновано технологічне оснащення, встановлено контрольні, допоміжні та транспортні операції, проведено нормування.

В проектній частині роботи розраховані площі всіх ділянок цеху.

Розроблено питання охорони праці, безпеки життєдіяльності і цивільної оборони.

Оцінюючи розроблений технологічний процес, можна зробити висновок, що він за рахунок розробки групи деталей при покращених якісних показниках є більш ефективний за існуючий на виробництві варіант.

У результаті впровадження проектних заходів очікується зменшення собівартості виготовлення запропонованих деталей, а також зниження гуртової ціни виготовлюваних деталей

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Антонюк В.С. Теплові явища при обробці матеріалів різанням / В.С. Антонюк, С.Ан. Клименко і С.А. Клименко. – К. : НТУУ “КПІ”, 2014. – 156 с. – Бібліогр. : с. 149-155. – 300 пр. ISBN 978-966-622-655-9
2. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва: Навчальний посібник – К.: ІСДО, 1993 – 544с.
3. Григурко І. О., Брендуля М. Ф., Доценко С. М. Технологія машинобудування. Дипломне проектування : навч. посіб. Львів : Новий світ, 2011. 768 с.
4. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277 с.
5. Жарков Н. В., Прокди Р. Г., Финков М. В. AutoCAD 2014 : посібник. Санкт-Петербург : Наука и техника, 2014. 624 с.
6. Екологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник. – К.: Знання, 2002. – 203с.
7. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В., Дячун А. Є. Механоскладальні дільниці та цехи : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 40 с.
8. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2017. 40 с.
9. Локтев А. Д. Общемашиностроительные нормативы режимов резания : справочник. В 2 т. Москва : Машиностроение, 1991.
10. Митрофанов С. П. Групповый метод обработки деталей. – М.: Машиностроение, 1976 – 288с.
11. Міренський І.Г. Основи технології машинобудування: навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 2007. 275 с.
12. Орлов П.І. Основи конструювання. Довідник в 3-ох книгах. Вир. II-ге перероблене і доп. – М.: Машинобудування, 1977 – Кн1 – 623с. з іл.; Кн2 – 574с. з іл.; Кн3 – 360с. з іл.;

13. Петраков Ю. В. Автоматичне управління процесами обробки матеріалів різанням. УкрНДІАТ, К.: 2004.– 384 с.
14. Пилипець О.М., Захарків О.М. Формування теплових потоків в процесі точіння Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції до 60 річчя з дня заснування ТНТУ та 175 річчя з дня народження Івана Пулюя, – Тернопіль 14–15 травня 2020 року: ТНТУ, 2020. С. 104.
15. Резников А. Н. Тепловые процессы в технологических системах / А.Н. Резников, Л. А. Резников // М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.
16. Рудь В.Д. Курсове проектування з технології машинобудування: Навчальний посібник – К.: ІСДО, 1996 – 300с.
17. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудування: Навчальний посібник. – К.; Вища школа, 1993 - 414с.
18. Справочная книга по охране труда в машиностроении / Г.В. Беткобеков, Н.Н. Борисова, В.Н. Короткое; Под общ. ред. О.Н.Русона. -Л.: Машиностроение.
19. Хоменко Ж.М. Аналіз можливостей використання середовищ комп'ютерної математики для розв'язку задач оптимізації систем// Вісник – Житомир: ЖДТУ, 2018. Вип. № 2 (82). – С. 174-178.
20. Якимов О. В. Теплофізика механічної обробки: Підручник / О. В. Якимов, А. В. Усов, Л. Т. Слободяник, Д. В. Іоргачов // Одеса: Астропринт, 2000. – С. 256.
21. R.N. Arnold, The mechanism of tool vibration in the cutting of steel, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers 154 - 1946. - P. 261-284.
22. E. Turkes, S. Orak, S. Neseli, Linear analysis of chatter vibration and stability for orthogonal cutting in turning // Journal of Refractory Metals and Hard Materials - 2011. - P. 163-169.
23. G. Totis, M. Sortino. Robust Analysis of Stability in Internal Turning // Proceda Engeneering. - 2014. - Vol. 69. - P. 1306-1315.