

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет хімічної інженерії

Кафедра машинознавства та обладнання промислових підприємств

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи

освітньо-кваліфікаційного рівня *бакалавр*

напряму підготовки *6.050502 Інженерна механіка*

на тему **«Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі
«Вилка» з обсягом випуску 3000 штук на рік»**

Виконав: студент групи ІМ - 132

Дірій Д.О.
(прізвище, та ініціали)

_____ (підпис)

Керівник Сергієнко О.В.
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г.
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент Шевченко О.В.
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Сєверодонецьк - 2017

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота на тему:

Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Вилка» з обсягом випуску 3000 штук на рік.

Листів – 59, ілюстрацій – 10, таблиць – 14, додатків – 1, посилань – 20, графічного матеріалу – 4 аркуші формату А1.

Об'єкт дослідження – процес механічної обробки деталі «Вилка» з обсягом випуску 3000 штук на рік.

Метою даної дипломної роботи є закріплення набутих навичок по розробці маршрутного технологічного процесу виготовлення деталей.

В технологічній частині роботи виконано аналіз технологічності деталі, проведено обґрунтування методу отримання заготовки, розраховані міжопераційні припуски і проведений розрахунок режимів різання.

В конструкторській частині дипломної роботи спроектоване і розраховане спеціальне верстатне пристосування для встановлення і закріплення деталі. Зроблені розрахунки на точність, міцність елемента пристосування, описані принцип дії і визначені технічні вимоги пристосування. Також в конструкторській частині дипломного проекту спроектовані і розраховані спеціальний засіб контролю і спеціальний різальний інструмент.

В організаційній частині виконано технічне нормування верстатних операцій, а також представлені основні вимоги до організації робочого місця верстатника.

В останньому розділі роботи розглядаються питання щодо охорони праці верстатника до, під час та після виконання механічної обробки деталі «Вилка» з використанням металообробних верстатів на підприємстві.

Метод дослідження – теоретичний, графічний та розрахунковий із застосуванням ЕОМ.

Ключові слова: вилка, технологічний процес, технологічність конструкції, технологічні бази, заготовка, деталь, припуск, режими різання, ріжучий інструмент, пристосування, верстат.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	5
1.1 Аналіз призначення та умов роботи деталі «Вилка».	5
1.2 Визначення типу виробництва.	5
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі.	8
1.4 Вибір методу виготовлення заготовок.	10
1.5 Проектування послідовності оброблення деталі.	14
1.6 Розрахунок і призначення припусків на механічну обробку.	22
1.7 Розрахунок режимів різання.	27
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	35
2.1 Проектування верстатного пристосування.	35
2.2 Проектування контрольного пристосування.	37
2.3 Проектування інструментних налагоджень.	38
3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	41
3.1 Нормування технологічних операцій.	41
3.2 Організація робочого місця верстатника.	44
3.3 Організація інструментального господарства.	45
3.4 Організація технічного контролю.	47
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	48
ВИСНОВКИ	53
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА	54
ДОДАТКИ	56

ВСТУП

Машинобудування - одна з найважливіших галузей промисловості. Її основна продукція - машини різного типу і призначення, які обслуговують усі галузі народного господарства. Зростання промисловості і народного господарства, а так само темпи переозброєння їх новою технікою в значній мірі залежать від рівня розвитку машинобудування.

Технічний прогрес в машинобудуванні характеризується не тільки поліпшенням конструкції машин, але і безперервним вдосконаленням технології їх виробництва. В даний час важливо якісно, дешево і в задані терміни з мінімальними витратами живої і матеріалізованої праці виготовити машину, застосувавши сучасне високопродуктивне обладнання, інструмент, технологічне оснащення, засоби механізації та автоматизації виробництва. Від прийнятої технології виробництва багато в чому залежать довговічність і надійність роботи машин, що випускаються, а також економіка їх експлуатації.

Сьогоднішніми вимогами до машинобудування є створення високопродуктивних машин і устаткування, зниження їх матеріало- та енергоємності, впровадження маловідходних і безвідходних технологічних процесів, зменшення трудомісткості виготовлення продукції за рахунок широкого впровадження різних засобів автоматизації та механізації, в тому числі робототехніки гнучких автоматичних виробництв [1].

Завдання дипломної роботи - виконати конкретну прикладну і теоретичну розробку в області машинобудівних виробництв, а саме: розробити технологічний процес механічної обробки деталі «Вилка», що входить у вузол карданного валу приводу вентилятора колісного тягача, з річною програмою випуску 3000 шт/рік. При цьому набуваються практичні навички вирішення різних технологічних завдань підготовки виробництва деталей машин і розробки технічної документації. Закріплюється вміння користуватися довідковою літературою, стандартами та іншою літературою.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз призначення та умов роботи деталі «Вилка»

Деталь «Вилка» входить в вузол карданного валу приводу вентилятора колісного тягача. Карданний вал передає крутний момент від підвищувальної передачі через конічний редуктор на привід вентилятора. Карданний вал складається з двох шарнірів звичайної конфігурації з хрестовинами на голчастих підшипниках. Конструкція одного з вхідних в карданну передачу шарнірів повинна допускати осьове переміщення карданного валу. Для цієї мети використовується шліцьове з'єднання вилки ковзної з валом. Шліцьовий отвір вилки має десять пазів з центруванням по внутрішньому діаметру. На кінці хвостовика вилки передбачене різьблення M90x1,5-6h для установки гайки з сальником, що оберігає шлицеве з'єднання від попадання в нього пилу і бруду.

Найбільш високі вимоги по точності обробки і шорсткості пред'являються до отворів в вушках, торців і шліцьової поверхні.

Матеріал деталі - Сталь 45 ДСТ 1050-88.

1.2 Визначення типу виробництва

Тип виробництва згідно ДСТ 3.1121-84 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій (Кз.о.) [2]:

$1 < \text{Кз.о.} < 10$ – масове і багатосерійне виробництво;

$10 < \text{Кз.о.} < 20$ – середньосерійне виробництво;

$20 < \text{Кз.о.} < 40$ – дрібносерійне виробництво;

$40 < \text{Кз.о.}$ – одиничне виробництво.

Величину коефіцієнта закріплення операцій, з достатньою для навчального проекту точністю, можна розрахувати наступним чином [2]:

а) Визначаємо розрахункову кількість верстатів, необхідних для кожної верстатної операції (C_{pi}):

$$C_{pi} = \frac{N \times t_{ш-к}}{60 \times F_o \times K_B \times K_P} \quad (1.1)$$

де N – об’єм річного випуску деталей; $N = 3000$ шт.;

$t_{Ш-К}$ – штучно-калькуляційний час i -ої операції, хв.;

F_o – ефективний річний фонд часу роботи верстата [4];

K_e – середній коефіцієнт виконання норм часу:

- при обробці на верстатах з ручним керуванням; $K_e = 1,2$ [2];
- при обробці на верстатах з ЧПУ, автоматах, напівавтоматах і агрегатних верстатах; $K_e = 1,0$ [2];

K_p – коефіцієнт, що враховує втрати з організаційно-технічних причин; $K_p = 0,95$ [2].

При розрахунку по цій формулі у якості $t_{Ш-К}$ використовуємо штучно-калькуляційний час базового технологічного процесу, скорегованим шляхом зменшений на 10-20%. Коригування проводиться з урахуванням подальшого удосконалення базового технологічного процесу і деякого скорочення трудомісткості виготовлення деталі. Результати розрахунку C_{pi} зведені в табл. 1.1.

б) Визначаємо прийнятну кількість устаткування на кожній верстатній операції (S_i), для чого розрахункова кількість верстатів (C_{pi}) округляем збільшенням до цілих значень.

в) Розраховуємо коефіцієнт завантаження кожного робочого місця (h_{3i}):

$$h_{3i} = \frac{C_{pi}}{S_i} \quad (1.2)$$

г) Визначаємо число операцій, закріплених за одним робочим місцем (O_{PMi}):

$$O_{PMi} = \frac{h_H}{h_{3i}} \quad (1.3)$$

де h_H – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Приймаємо $h_H = 0,75$ [2].

д) Розраховуємо величину коефіцієнта закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O_{PMi}}{\sum P_i} \quad (1.4)$$

де $\sum P_i$ – загальна кількість робочих місць, на яких виконуються всі верстатні операції з виготовлення деталі, без урахування верстатів-дублерів. Результати розрахунку зводимо в табл. 1.1.

Маємо: $K_{з.о.} = 11,82$.

Таблиця 1.1 – Розрахунок коефіцієнта закріплення операцій

Кіл. штук на рік, N	3000	Пор. коеф. виконання норм часу, K_e		Еф. рік. фонд вр. роботи верст., F_0	
		ЧПУ	Без ЧПУ	ЧПУ	Без ЧПУ
Кіл заг. для зап-а, n	250,00	1	1,2	3935	4055

№ оп.	Найменування операції	$T_{шт},$ хв	$T_{п.з.},$ хв	$t_{ш-к},$ хв	C_{pi}	$h_{zi.}$	$O_{PMi.}$
5	Фрезерна	4,7	15	4,76	0,05	0,05	15,334
10	Свердлильна	5,2	18	5,27	0,05	0,05	13,845
20	Фрезерна	4,6	15	4,66	0,05	0,05	15,663
25	Токарна	7,6	30	7,72	0,08	0,08	9,455
30	Свердлильна	13,5	18	13,57	0,14	0,14	5,378
35	Токарна	5,1	30	5,22	0,05	0,05	13,983
55	Токарна	4,1	30	4,22	0,04	0,04	17,296
60	Протяжна	3,3	30	3,42	0,04	0,04	21,342
65	Протяжна	3,6	30	3,72	0,04	0,04	19,621
70	Токарна	4,5	30	4,62	0,05	0,05	15,799
75	Свердлильна	5,8	18	5,87	0,06	0,06	12,430
80	Токарна	6,3	30	6,42	0,07	0,07	11,369
85	Алмазно-розточна	8,2	30	8,32	0,09	0,09	8,773
90	Фрезерна	3,3	15	3,36	0,03	0,03	21,723
95	Фрезерна	3,6	15	3,66	0,04	0,04	19,943
100	Свердлильна	5,6	18	5,67	0,06	0,06	12,868
105	Свердлильна	5,2	18	5,27	0,05	0,05	13,845
110	Свердлильна	5,4	18	5,47	0,06	0,06	13,339
115	Свердлильна	5,1	18	5,17	0,05	0,05	14,113
120	Токарна	9,5	30	9,62	0,10	0,10	7,587

283,705

Кз.о.	11,821
-------	--------

Приймаємо тип виробництва - середньосерійний.

1.3 Аналіз технологічності деталі

Оцінка технологічності проводиться якісно і кількісно з розрахунком показників технологічності згідно ДСТ 14.201-83 «Забезпечення технологічності конструкції виробів» [18]. Деталь, що піддається обробці різанням, буде технологічна в тому випадку, коли її конструкція дозволяє застосовувати раціональну заготовку, форма і розміри якої максимально наближені до форми і розмірів готової деталі, а також використовувати високоефективні процеси обробки. До основних вимог технологічності можна віднести [18]:

- обґрунтований вибір матеріалу деталі і ув'язка вимог якості поверхневого шару з маркою матеріалу деталі;
- скорочення числа установ заготовки при обробці;
- надійне видалення стружки;
- можливість максимального використання стандартизованих і нормалізованих ріжучих і вимірювальних інструментів;
- забезпечення сприятливих умов роботи ріжучого інструменту;
- уніфікація форми і розмірів оброблюваних елементів, що забезпечить обробку їх мінімальним числом інструментів і використання типових підпрограм на верстатах з ЧПК і т.д.

Якісна оцінка деталі на технологічність

Деталь Вилка ковзна виготовляється з ливарної сталі, тому конфігурація зовнішнього контуру і внутрішньої поверхні не викликає значних труднощів при отриманні заготовки. Матеріал повністю відповідає умовам експлуатації і вимогам по міцності, зносостійкості, поверхневим деформаціям і т.п.

Конструкція деталі забезпечує достатню жорсткість при механічній обробці на металорізальному обладнанні.

Форми поверхонь, що підлягають обробці, не викликають складності, є можливість максимального використання стандартизованих і нормалізованих ріжучих і вимірювальних інструментів.

З точки зору забезпечення заданої точності і шорсткості поверхні деталі не викликають складності.

Кількісна оцінка технологічності

На початковій стадії при аналізі службового призначення деталі і оцінці її технологічності необхідно використовувати показники, такі, як коефіцієнти використання матеріалу ($K_{вм}$), точності обробки ($K_{мч}$), шорсткості поверхні ($K_{ш}$) [2].

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{вм} = \frac{M_{\partial}}{M_3}, \quad (1.5)$$

де M_{∂} - маса деталі;

M_3 - маса заготовки.

$$K_{вм} = 8,1/14,6 = 0,55.$$

Коефіцієнт точності обробки $K_{мч}$.

$$K_{мч} = 1 - \frac{1}{A_{ср}} = 0,86, \quad (1.6)$$

де $A_{ср}$ – середній квалітет точності обробки деталі по всіх поверхнях.

Коефіцієнт шорсткості поверхні $K_{ш}$.

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{ср}} = 0,29, \quad (1.7)$$

де $B_{ср}$ – середнє числове значення параметра шорсткості всіх поверхонь деталі.

Аналіз робочого креслення деталі (див. табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Аналіз робочого креслення деталі

Найменування поверхонь	Кількість	Квалітет точності	Шорсткість Ra, мкм
Торець	1	11	3,2
Діаметр М90	1	6	1,6
Діаметр Ø95	1	11	3,2
Діаметр Ø105	1	11	3,2
Отвір Ø72	1	13	6,3
Отвір Ø75	1	11	3,2
Отвір Ø81	1	11	3,2
Отвір Ø62	2	13	6,3
Отвір М10	4	6	1,6
Разом	13	93	42,9

Порівнюючи отримані результати з нормативними ($K_{mч} > 0,8$, $K_{ш} < 0,32$) можна сказати, що деталь за показниками точності обробки і шорсткості поверхні технологічна.

1.4 Вибір заготовки

Порівнюємо два способи отримання заготовки: литтям і отримання заготовки під тиском.

Заготовка виготовляється зі Сталі 45, яка зазвичай призначається для виготовлення валів-шестерень, колінчатих і розподільних валів, шестерень, шпинделів, бандажів, циліндрів, кулачків і інших нормалізованих, покращуваних і таких, що піддаються поверхневій термообробці деталей, від яких потрібна підвищена міцність.

Хімічний склад Сталі 45 наведено в таблиці 1.3, а основні механічні властивості в таблиці 1.4.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад сталі 45

Кремній (Si)	Мідь (Cu), не більше	Марганець (Mn)	Нікель (Ni), не більше	Фосфор (P), не більше	Миш'як (As), не більше	Хром (Cr)	Сірка (S), не більше
0.17-0.37	0.25	0.50-0.80	0.25	0.035	0.08	0.25	0.004

Таблиця 1.4 – Механічні властивості в залежності від перетину

Перетин, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, Дж/м ²	НВ
Гарт 850 °С, вода, масло. Відпуск 550 °С, вода, повітря						
300-500	245	470	17	35	59	143-179

1.4.1 Заготовка-вилівок

Виконаємо аналіз технологічності конструкції деталі. Деталь середніх розмірів, по масі відноситься до 1-ї вагової групи [2]. Має складне сполучення довгого циліндра із стінкою завтовшки 18 мм. Це підвищує небезпеку викривлення і утворення тріщин в литві.

Виконаємо вибір способу виготовлення заготовки-виливки. На основі маси виливки, матеріалу, типу виробництва та мінімальної товщини стінки вибираємо варіант способу лиття. В даному випадку найбільш підходящим способом є лиття в оболонкові форми. Вибираємо положення виливки у формі. Беремо вертикальне положення осі циліндра і верхнє розташування вушок, тому що зменшується неоднорідність сплаву, спрощується забезпечення спрямованого твердіння в порівнянні з горизонтальним розташуванням. Визначимо шорсткість поверхні заготовки за ступенем точності поверхні виливки. Найбільший габаритний розмір для вибору - 271 мм; ступінь точності поверхні виливки 7-12 (вибираємо 9 ступінь точності), шорсткість поверхонь $Ra = 12.5$ мкм.

Згідно [2] – клас точності розмірів – 7; ряд припусків 2.

Припуски та допуски на розміри заготовки наведені в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Припуски та допуски на розміри заготовки деталі «Вилка»

Розмір деталі, мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Розмір заготовки, мм
M90 (Ø90)	2	1.1	Ø94±1.1
Ø95	2	1.1	Ø99±1.1
Ø105	2.4	1.2	Ø107.4±1.2
143	2.6	1.2	145.6±1.2
Ø60 (шліци)	1.8	1.0	Ø56.4±1
Ø75	2	1.1	Ø71±1.1
Ø81.5	2	1.1	Ø77.5±1.1
173	2.4	1.4	175.4±1.4
Ø62	1.8	1.0	Ø58.4±1

Маса отриманої заготовки дорівнює 9,3 кг.

$$K_{\text{вм}} = \frac{8,1}{9,3} = 0,87 \text{ (кг)}.$$

Вартість заготовок одержуваних литтям в піщано-глинисті форми можна

визначити за формулою [8]:

$$S_{заг} = (C_i * M_3 * K_m * K_c * K_в * K_M * K_n / 1000) - (M_3 - M_д) * S_{вимх} / 1000, \quad (1.8)$$

де C_i – базова вартість однієї тонни заготовок, $C_i = 30000$ грн;

$S_{вимх}$ – вартість однієї тони відходів, $S_{вимх} = 5500$ грн.

$K_m, K_c, K_в, K_M, K_n$ – коефіцієнти, які залежать відповідно від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і обсягу виробництва.

$$M_д = 8,1 \text{ кг}, M_3 = 9,3 \text{ кг}.$$

$$K_m = 1,05; K_M = 1,26; K_c = 1; K_в = 1; K_n = 1,36.$$

$$S_{заг} = (30000 * 9,3 * 1,05 * 1 * 1 * 1,26 * 1,36 / 1000) - (9,3 - 8,1) * 5500 / 1000 = 495,4 \text{ грн}.$$

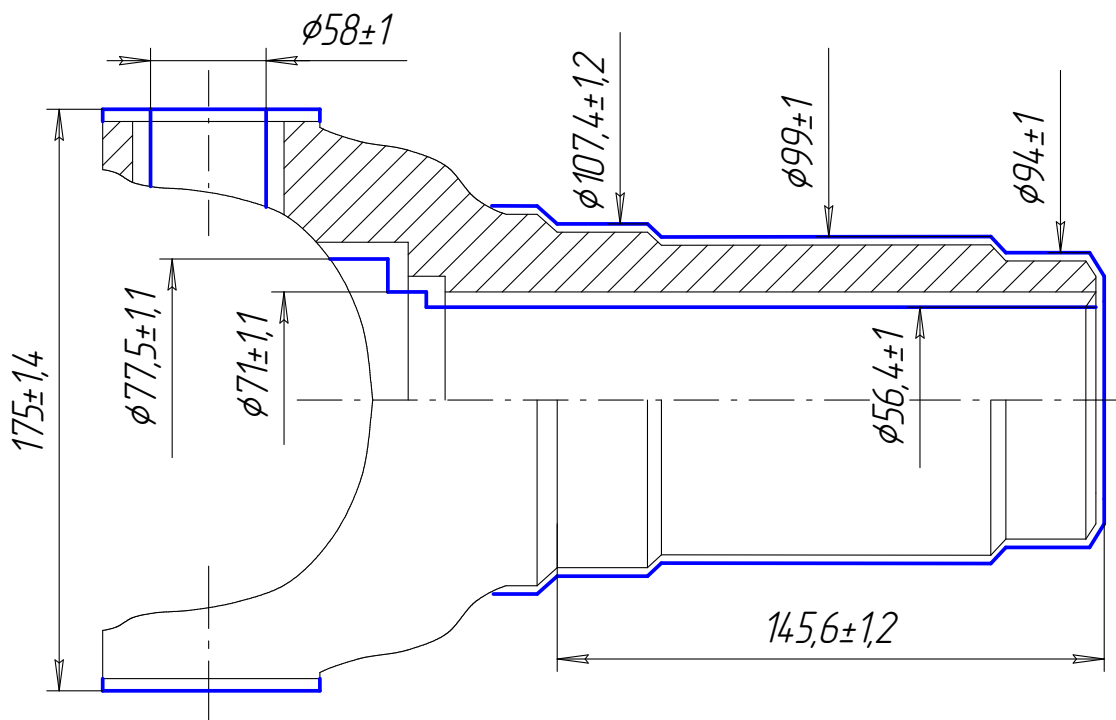


Рисунок 1.1 – Ескіз заготовки-виливки

1.4.2 Заготовка - поковка

Штампувальне обладнання – ГKM.

Матеріал – Сталь 45 ДСТ 1050-88. 0,45%С, $M_д = 8,1$ кг.

$$M_{пок} = M_д * K_p, \quad (1.9)$$

де K_p – розрахунковий коефіцієнт ($K_p = 1,5$).

$$M_{пок} = 8,1 * 1,5 = 12,5 \text{ кг}.$$

Клас точності – Т5 [2]; група сталі – М2 [2].

Ступінь складності – С1 ($G_n / G_\phi > 0.63$).

Конфігурація роз'єму штампа - плоска. Вихідний індекс – 11 [2].

Припуски і ковальські напуски:

Основні припуски на розміри [8], мм:

$\varnothing 90 - 1.8$ мм;	$\varnothing 95 - 1.8$ мм;	$\varnothing 105 - 1.8$ мм;
173 – 2 мм;	M10 – 1,2 мм.	143 – 2 мм. 230 – 2 мм.

Розміри поковки:

$90 + 1,8 * 2 = 93,6$ мм, приймаємо 93,5 мм;

$95 + 1,8 * 2 = 98,6$ мм, приймаємо 98,5 мм;

$105 + 1,8 * 2 = 108,6$ мм, приймаємо 108,5 мм;

$173 + 2 * 2 = 177$ мм, приймаємо 177 мм;

$143 + 2 * 2 = 147$ мм, приймаємо 147 мм;

$230 + 2 * 1 = 232$ мм; приймаємо 232 мм.

Радіус заокруглення зовнішніх кутів для глибини струмка 3 мм.

Штампувальні ухили [8]:

- для зовнішніх поверхонь – 5° ;
- для внутрішніх – 7° .

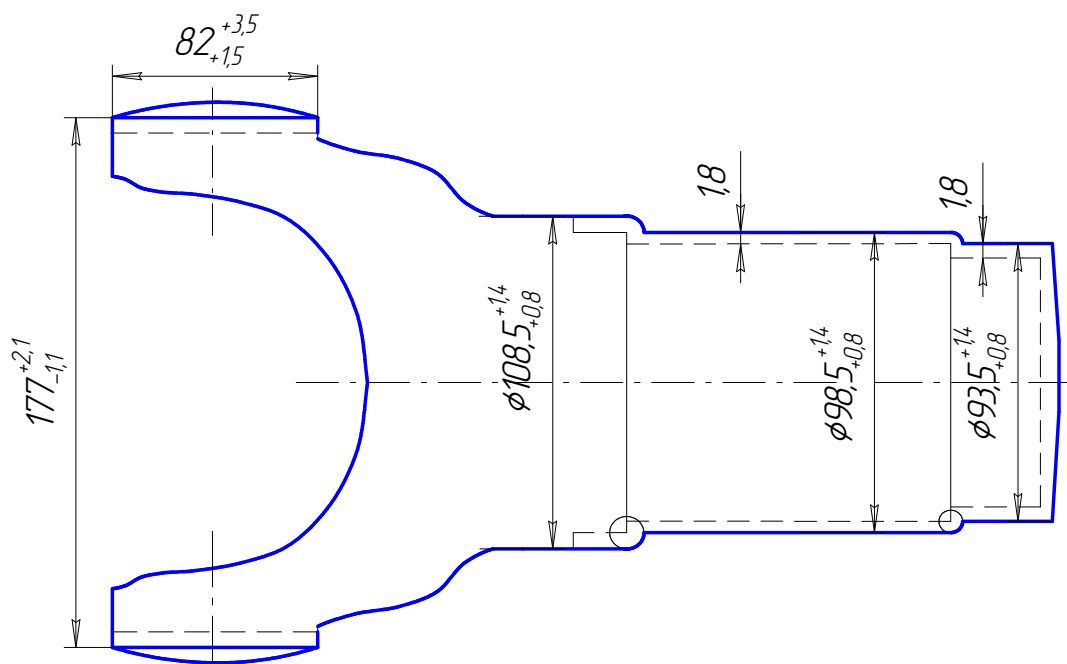


Рисунок 1.2 – Ескіз заготовки-поковки

Допустимі відхилення розмірів [8]:

$$93,5^{+1,4}_{-0,8} \quad 98,5^{+1,4}_{-0,8}$$

$$108,5^{+1,4}_{-0,8} \quad 177^{+2,1}_{-1,1}$$

$$147^{+1,8}_{-1,0} \quad 232^{+2,1}_{-1,1}$$

$$K_{e,m} = 8,1/12,5 = 0,64.$$

$$S_{заг} = (28000 * 14,6 * 1 * 1,5 * 1 * 0,8 * 1 / 1000) - (14,6 - 8,1) * 5500 / 1000 = 454,8 \text{ грн.}$$

Таким чином, порівнюючи ТЕП двох методів виготовлення заготовки, залишаємо базовий метод виготовлення - штампування.

1.5 Розробка маршрутного технологічного процесу механічної обробки деталі «Вилка»

Перед розробкою технологічного процесу необхідно отримати і вивчити інформацію яка ділиться на базову, керівну і довідкову [3].

Базова – відомості, які містяться в конструкторській документації на виріб, а саме: об'єм випуску, терміни підготовки виробництва. Робоче креслення деталі містить всі розміри, технічні вимоги до якості і шорсткості, марку і твердість матеріалу.

Керівна - відомості щодо розвитку галузі, плану випуску матеріалу, засобів технологічного оснащення, стандарти на технологічні процеси.

Довідкова - відомості про прогресивні методи обробки, каталоги, номенклатурні довідники обладнання і оснастки. Матеріали щодо вибору технологічних нормативів (режими обробки, припуски, витрати матеріалу та ін.) і інші довідкові матеріали.

Всю механічну обробку розбивають за операціями і таким чином виявляють послідовність виконання операцій, їх число для кожної операції, вибирають обладнання і визначають конструктивну схему пристосування.

Завданням кожного попереднього переходу є підготовка поверхні заготовки під подальшу обробку і кожний наступний метод (операція або перехід) повинен бути точніше попереднього, тобто забезпечувати більш високе значення показників якості деталі. Тому механічна обробка ділиться на:

- чорнову обробку, коли видаляється велика частина припуску, що дозволяє виявити можливі дефекти заготовки. При базуванні по чорновим базам обробляються основні технологічні бази.
- чистову обробку, коли в основному забезпечується необхідна точність.

Далі йдуть операції місцевої обробки по раніше обробленим поверхням, оздоблювальні операції, коли досягається необхідна шорсткість поверхні і остаточно забезпечується точність деталі.

Контроль в технологічному процесі передбачений з метою технологічного забезпечення заданих параметрів якості обробленої деталі.

Розроблений технологічний процес повинен містити загальний план обробки деталі, опис змісту операцій технологічного процесу і вибір типу обладнання. Він повинен бути прогресивним, забезпечувати підвищення продуктивності праці і якості деталі, скорочувати матеріальні і трудові витрати і бути екологічно безпечним.

Побудова технологічного маршруту обробки багато в чому визначається конструктивно-технологічними особливостями деталі. Вибір маршрутної технології істотно залежить від типу виробництва, рівня автоматизації і обладнання, що застосовується [1].

При серійному виробництві застосовують універсальні верстати з ЧПУ, агрегатні спеціалізовані і спеціальні верстати. Перспективним в серійному виробництві є застосування гнучких виробничих систем (ліній, ділянок, цехів), особливо при наявності умов для групової організації виробництва.

Вибір верстата на операцію визначається можливістю виготовлення на ньому деталей необхідної конфігурації і розмірів, а також забезпечення якості її поверхні.

Маршрутний технологічний процес механічної обробки деталі «Вилка»:

Операція 005 – Фрезерна з ЧПК:

Устаткування: Верстат фрезерний вертикальний багатоопераційний з ЧПК СВМ1Ф4.

Характеристика: Верстат призначений для фрезерування, центрування, розточування, розсвердлювання, зенкування, розгортання? нарізування різі

мітчиками і різцями. Оснащений пристроєм автоматичної зміни інструменту і заготовок, транспортером стружки.

Технологічна база: Торець Вилки, зовнішній діаметр (рис. 1.3).

Пристосування: Патрон обертальний SM-HSR 315.

Зміст операції:

1. Встановити заготовку в патроні, закріпити.
2. Фрезерувати начорно і начисто витримуючи розмір 1.
Ріжучий інструмент: Фреза P6M5 $\varnothing 125$ ДСТ 1092-80.
3. Свердли 3 отвори, витримуючи розміри 2, 3.
Ріжучий інструмент: Свердло P6M5 $\varnothing 9$ ДСТ 886-77.
4. Зенкувати 2 кріпильних отвори, витримуючи розмір 4.
Ріжучий інструмент: Зенковка $\varnothing 11$ P6M5 ДСТ 2353-0021.
5. Нарізати різь в 2 отворах, витримуючи розмір 5.
Ріжучий інструмент: Метчик M10x1 ДСТ 3266-81.
6. Розсвердлити центр. отвір начорно.
Ріжучий інструмент: Свердло P6M5 $\varnothing 26$ ДСТ 2092-77.
7. Зенкерувати центр. отвір, витримуючи розмір 6.
Ріжучий інструмент: Зенкер P6M5 $\varnothing 59$ ДСТ 12489-71
8. Зенкувати центр. отвір, витримуючи розмір 7.
Ріжучий інструмент: Зенківка $\varnothing 62$ P6M5 ДСТ 2353-0021.
9. Зняття деталі.

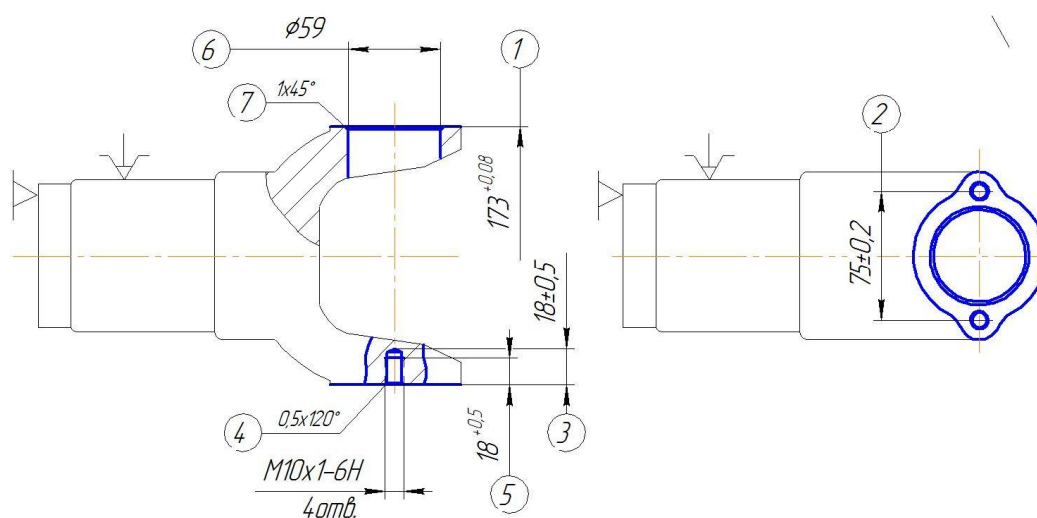


Рисунок 1.3 – Операційний ескіз на операцію 005

Операція 010 – Токарна з ЧПК:

Устаткування: Токарний верстат з ЧПК 16К20Ф3

Характеристика: Верстат призначений для токарної обробки зовнішніх (діаметром до 400 мм) і внутрішніх поверхонь деталей (довжиною до 1000 мм) із ступінчастим і криволінійним профілем в осьовому перерізі в замкнутому напівавтоматичному циклі.

Технологічна база: Торці Вилки, внутрішній діаметр отвору (рис. 1.4).

Пристосування: Патрон обертальний SM-HSR 315.

Зміст операції:

1. Встановити заготовку в патроні, закріпити.

2. Підрізати торець 1.

Ріжучий інструмент: Різець Т5К10 ДСТ 1888-73.

3. Точити поверхню 2.

Ріжучий інструмент: Різець Т5К10 ДСТ 1888-73.

4. Точити поверхню 3.

Ріжучий інструмент: Різець Т5К10 ДСТ 1888-73.

5. Зняття деталі.

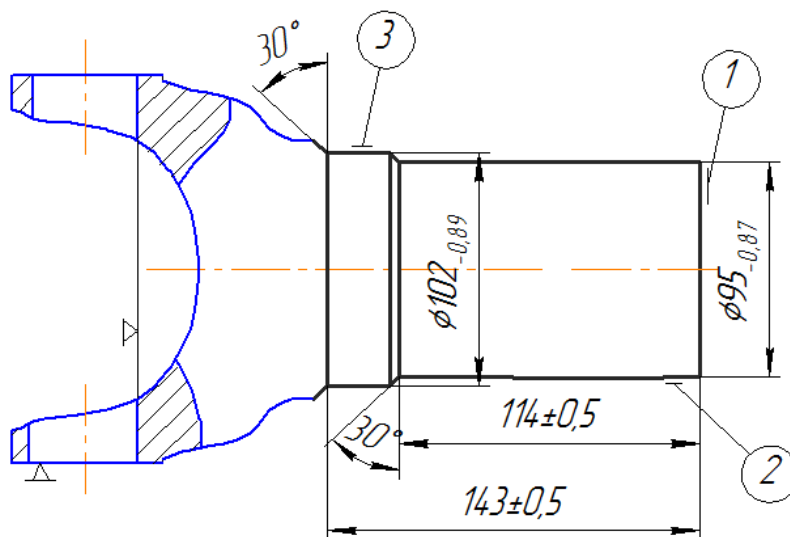


Рисунок 1.4 – Операційний ескіз на операцію 010

Операція 015 – Токарна з ЧПК:

Устаткування: Токарний верстат з ЧПК 16К20Ф3.

Характеристика: Верстат призначений для токарної обробки зовнішніх

(діаметром до 400 мм) і внутрішніх поверхонь деталей (довжиною до 1000 мм) із ступінчастим і криволінійним профілем в осьовому перерізі в замкнутому напівавтоматичному циклі.

Технологічна база: Торець Вилки, зовнішній діаметр (рис. 1.5).

Пристосування: Патрон обертальний SM-HSR 315.

Зміст операції:

1. Встановити заготовку в патроні, закріпити.

2. Свердлити наскрізь отвір $\varnothing 35$.

Ріжучий інструмент: Свердло P6M5 $\varnothing 35$ ДСТ 2092-77.

3. Точити отвір $\varnothing 49,8$.

Ріжучий інструмент: Різець T5K10 ДСТ 1888-73.

4. Точити отвір $\varnothing 55$.

Ріжучий інструмент: Різець T5K10 ДСТ 1888-73.

5. Точити начисто отвір $\varnothing 59,5$.

Ріжучий інструмент: Різець T5K10 ДСТ 1888-73.

6. Точити отвір $\varnothing 75$.

Ріжучий інструмент: Різець T5K10 ДСТ 1888-73.

7. Точити отвір $\varnothing 79$.

Ріжучий інструмент: Різець T5K10 ДСТ 1888-73.

8. Точити отвір $\varnothing 81,5$.

Ріжучий інструмент: Різець T5K10 ДСТ 1888-73.

9. Зняття деталі.

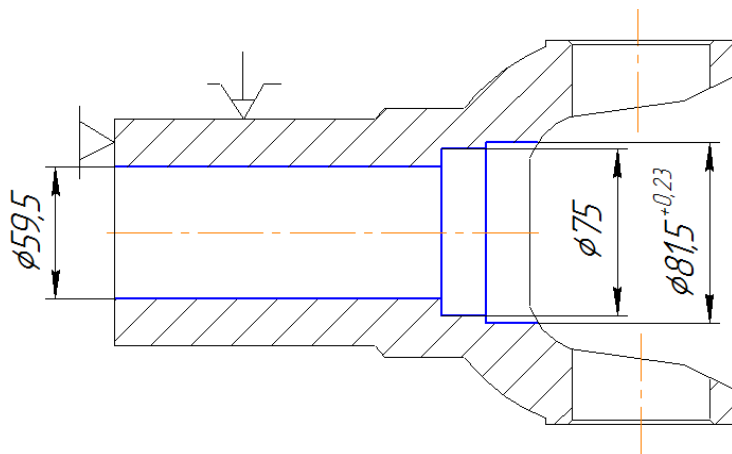


Рисунок 1.5 – Операційний ескіз на операцію 015

Операція 020 – Термообробка:

Для термічної обробки доцільно використовувати спеціалізовані гартувально-відпускні агрегати на базі механізованих камерних електропечей. До складу таких агрегатів входять дві камерні печі (одна для гартування, друга – для відпуску) та гартівний бак з водою.

Основні технологічні переходи гартування та відпуску корпусів у гартувально-відпускному агрегаті на базі двох механізованих камерних електропечей:

1. Завантаження вилки на піддоні у гартівну піч (за один цикл обробки завантажується один піддон). Температура робочого простору пічі 850°C. Захисне газове середовище – ендогаз КГ-ВО.

2. Нагрівання вилки до температури гартування – 850°C.

3. Витримка при температурі гартування 15 хвилин.

4. Вивантаження піддону з вилкою з гартівної пічі.

5. Занурення піддону з деталями у гартівний бак з водою.

6. Витримка деталей у гартівному баку 10 хвилин. Температура води до занурення деталей у бак – 20 - 25°C, після занурення деталей – не більше 60°C.

7. Підйом піддону з деталями з гартівного баку.

8. Завантаження піддону з деталями у відпускну піч. Робоче середовище пічі – повітря.

9. Нагрівання до температури відпускання – 550°C.

10. Витримка деталей у пічі при температурі 550°C (30 хвилин).

11. Вивантаження піддону з деталями з відпускної пічі. Охолодження деталей разом з піддоном на повітрі.

Операція 025 – Протяжна:

Устаткування: Горизонтально-протяжний верстат 7523.

Характеристика: Верстати моделі 7523 призначені для обробки протягуванням наскрізних отворів різної форми і розмірів: круглих і шліцьових отворів, шпонкових пазів тощо.

Технологічна база: Торці Вилки, внутрішній діаметр (рис. 1.6).

Пристосування: Патрон обертальний SM-HSR 315.

Зміст операції:

1. Встановити заготовку в патроні, закріпити.

2. Протягнути шліци попередньо.

Ріжучий інструмент: Протяжка 9359-192.

3. Встановити деталь на протяжку і протягнути шліци остаточно.

Ріжучий інструмент: Протяжка 9359-192.

4. Зняття деталі.

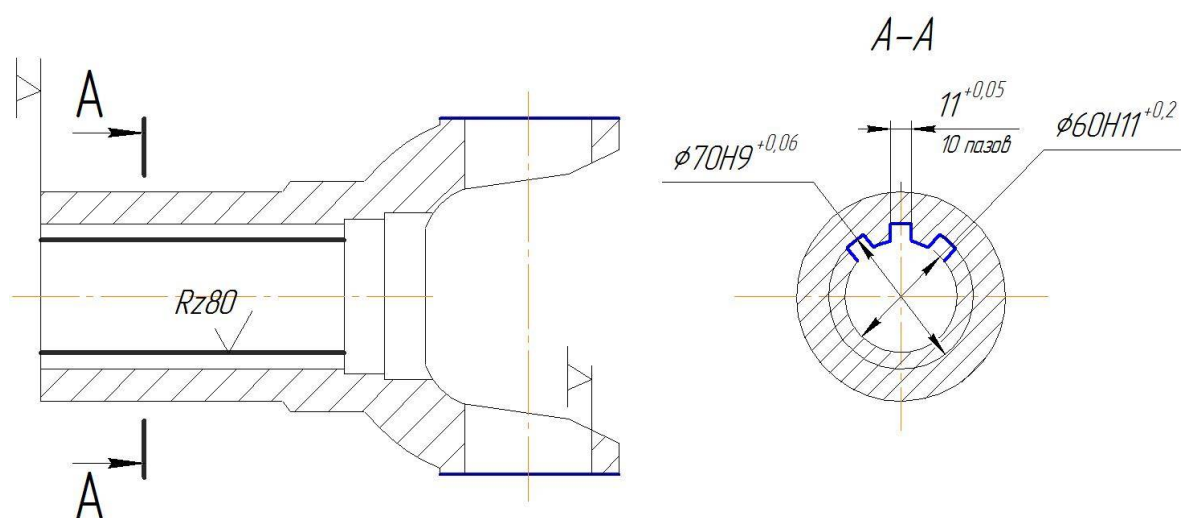


Рисунок 1.6 – Операційний ескіз на операцію 025

Операція 030 – Токарна з ЧПК:

Устаткування: Токарний верстат з ЧПК 16K20Ф3.

Характеристика: Верстат призначений для токарної обробки зовнішніх (діаметром до 400 мм) і внутрішніх поверхонь деталей (довжиною до 1000 мм) із ступінчастим і криволінійним профілем в осьовому перерізі в замкнутому напівавтоматичному циклі.

Технологічна база: Внутрішній діаметр (рис. 1.7).

Пристосування: Патрон обертальний SM-HSR 315.

Зміст операції:

1. Встановити заготовку в патроні, закріпити.

2. Обточити поверхню під різь $\varnothing 89,88_{-0,12}$.

Ріжучий інструмент: Різець T5K10 ДСТ 1888-73.

3. Нарізати різь M90x1,5.
Ріжучий інструмент: Різець T5K10 ДСТ 1888-73.
4. Точити поверхню 3.
Ріжучий інструмент: Різець T5K10 ДСТ 1888-73.
5. Зняття деталі.

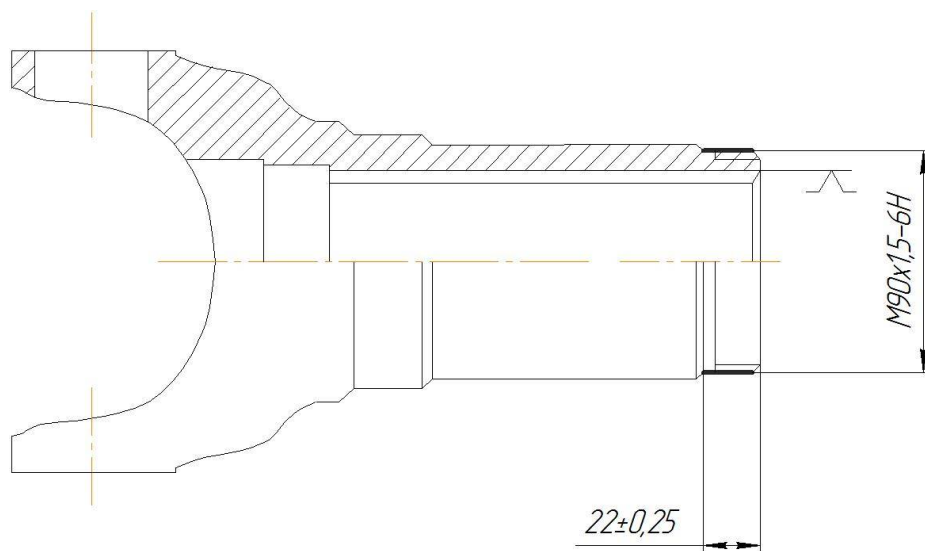


Рисунок 1.7 – Операційний ескіз на операцію 030

Операція 035 – Алмазно-розточна:

Устаткування: Алмазно-розточний верстат 2A715.

Характеристика: Верстати моделі 2A715 призначені для обробки заготовок великих розмірів в умовах індивідуального і серійного виробництва. На цих верстатах можна виконувати розточування, свердління, зенкування, нарізування внутрішньої та зовнішньої різі, обточування циліндричних поверхонь, підрізування торців, циліндричне і торцеве фрезерування.

Технологічна база: Внутрішній діаметр (рис. 1.8).

Пристосування: Патрон обертальний SM-HSR 315.

Зміст операції:

1. Встановити заготовку в патроні, закріпити.
2. Розточити отвори 1 і 2 з перевстановленням.
Ріжучий інструмент: Різець алмазний ДСТ 13297-86.
3. Зняття деталі.

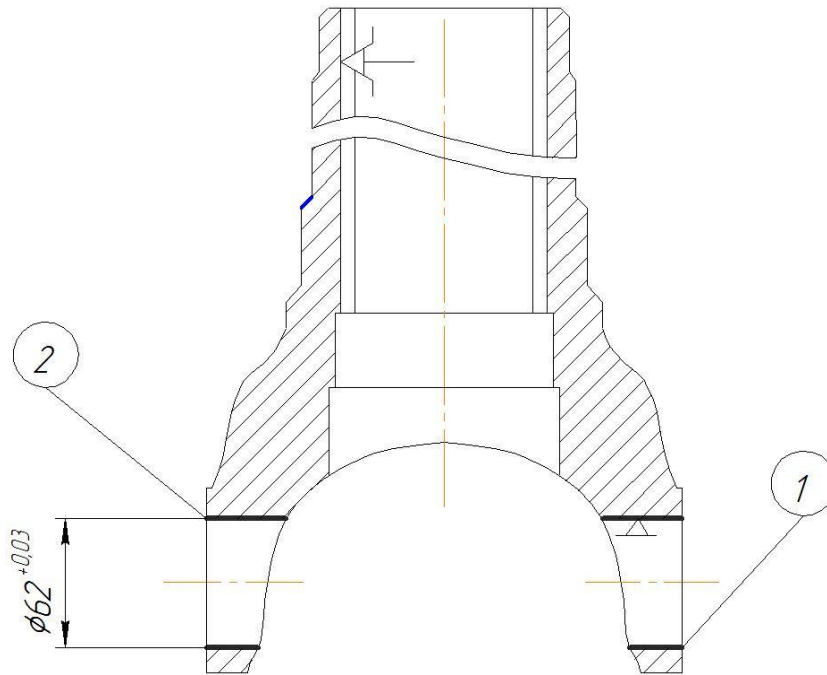


Рис. 1.8. Операційний ескіз на операцію 035

Операція 040 – Мийна:

Устаткування: Мийна машина.

Операція 045 – Контрольна:

Устаткування: Контрольний стіл; контрольне пристосування.

1.6 Розрахунок припусків

При проектуванні технологічних процесів виготовлення деталей визначають проміжні, операційні та загальні припуски на обробку різанням [6]. Проміжний припуск - це припуск, що видаляється при виконанні одного технологічного переходу. Операційний припуск є сумою припусків на переходи механічної обробки даної поверхні однієї технологічної операції. Загальний припуск визначається підсумовуванням операційних припусків технологічного процесу від вихідної заготовки до готової деталі.

Припуски на механічну обробку поверхонь заготовки можуть бути визначені дослідно-статистичним методом за відповідними довідковими таблицями ДСТ 7505-89, ДСТ 26645-85, матеріалами технічної літератури або

на основі розрахунково-аналітичного методу з урахуванням багатьох факторів обробки. Для зручності розрахунок припусків слід проводити у вигляді таблиці.

1.6.1 Розрахунок припусків на обробку отвору $\varnothing 81,5^{+0,23}$

Технологічний маршрут обробки отвору $\varnothing 81,54^{+0,23}$ на токарній операції 015 включає в себе наступні переходи:

1. Встановити заготовку в патроні, закріпити.
2. Свердлити наскрізь отвір $\varnothing 35$.
3. Точити отвір $\varnothing 49,8$.
4. Точити отвір $\varnothing 55$.
5. Точити начисто отвір $\varnothing 59,5$.
6. Точити отвір $\varnothing 75$.
7. Точити отвір $\varnothing 79$.
8. Точити отвір $\varnothing 81,5$.

Розрахунок припусків на обробку отвору ведемо шляхом складання таблиці, в яку послідовно записуємо технологічний маршрут обробки отвору і всі значення елементів припуску.

Значення Rz і T характеризують якість поверхні штампованої заготовки, складають 150 мкм і 250 мкм відповідно [6]). Значення Rz знаходимо згідно [6].

Сумарні значення просторових відхилень ρ , тобто відхилень від правильної геометричної форми поверхонь і їх взаємного розташування при обробці заготовок на першій операції з урахуванням методу базування розраховуються за формулами для даної деталі.

Сумарні значення просторових відхилень для заготовки визначаються за формулою для даного способу базування в 3-х кулачковому патроні [6]:

$$\rho_{ЗАГ} = \sqrt{\rho_{СМ}^2 + \rho_{КОР}^2}, \quad (1.10)$$

де $\rho_{СМ}$ - похибка заготовки по зміщенню, $\rho_{СМ} = \delta = 2$ мм;

$\rho_{КОР}$ - питома викривлення заготовки.

$$\rho_{КОР} = \sqrt{\Delta k \cdot d^2 + \Delta k \cdot l^2} = \sqrt{1 \cdot 75^2 + 1 \cdot 183^2} = 197 \text{ мкм.}$$

де Δk – питома кривизна заготовок (мкм) на 1 мм діаметра і довжини.

$$\rho_{3AG} = \sqrt{2000^2 + 197^2} = 2009 \text{ мкм.}$$

Для визначення припуску на чорнову обробку можна скористатися емпіричної формулою [6]:

$$\rho_{OCT} = K_y \cdot \rho_{3AG}, \quad (1.11)$$

де K_y - коефіцієнт уточнення форми.

Похибка установки ε_y на виконуваному переході [6]:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (1.12)$$

де ε_δ - похибка базування;

ε_3 - похибка закріплення.

Похибка базування має місце при несуміщенні настановної і вимірювальної баз і залежить також від допуску і похибки форми базових поверхонь; $\varepsilon_\delta = 0$ мкм [6].

Похибка закріплення виникає в результаті зсуву оброблюваних поверхонь заготовок від дії затискної сили; $\varepsilon_3 = 120$ мкм [6]).

Похибка положення заготовки є наслідком неточного виготовлення верстатного пристосування і зносу його настановних елементів, а також похибки установки самого пристосування на верстаті; ε_{np} приймаємо рівною нулю.

Отримуємо $\varepsilon_y = 120$ мкм.

На підставі записаних в таблиці даних виконуємо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, користуючись формулою [6]:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}). \quad (1.13)$$

Графа таблиці «Розрахунковий розмір» заповнюється починаючи з кінцевого (в даному випадку креслярського) розміру послідовним відніманням розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу.

Значення допусків для кожного переходу приймаються за таблицями відповідно до класу точності того чи іншого виду обробки.

У графі «Граничний розмір» найбільше значення (d_{max}) виходить за

розрахунковими розмірами, округленими до точності допуску відповідного переходу [6]. Найменші граничні розміри (d_{min}) визначаються з найбільших граничних розмірів відніманням допусків відповідних переходів.

Мінімальні граничні значення припусків Z_{min}^{np} рівні різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а максимальні значення Z_{max}^{np} - відповідно різниці найменших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів.

Результати проведених розрахунків записуємо в таблицю 1.6.

1.6.2 Розрахунок припусків на обробку поверхні $\varnothing 105-0,87$

Технологічний маршрут обробки отвору $\varnothing 81,54^{+0,23}$ складається з однієї операції: чорнове розточування.

Значення Rz і T, що характеризують якість поверхні штампованої заготовки, складають 150 мкм і 250 мкм відповідно [6].

Для чорнового розточування знаходимо згідно [6] значення Rz = 30 мкм.

$$\rho_{ЗАГ} = \sqrt{\rho_{СМ}^2 + \rho_{КОР}^2}, \quad (1.14)$$

де $\rho_{СМ}$ - похибка заготовки по зміщенню, $\rho_{СМ} = \delta$;

$\rho_{КОР}$ - питома викривлення заготовки.

$$\rho_{КОР} = \sqrt{\Delta k \cdot d^2 + \Delta k \cdot l^2} = \sqrt{1 \cdot 105^2 + 1 \cdot 15^2} = 106 \text{ мкм.}$$

де Δk – питома кривизна заготовок (мкм) на 1 мм довжини,

$$\delta = \frac{(\delta_{ЗАГ} + \delta_{ОБР})}{2} = \frac{2000 + 870}{2} = 1435 \text{ мкм.}$$

де $\delta_{ЗАГ}$ – допуск на розмір чорної заготовки;

$\delta_{ОБР}$ – допуск по якості для відповідного методу обробки.

$$\rho_{ЗАГ} = \sqrt{1435^2 + 106^2} = 1440 \text{ мкм.}$$

Для визначення припуску на чорнову обробку можна скористатися емпіричної формулою [6]:

$$\rho_{ОСТ} = K_v \cdot \rho_{ЗАГ}, \quad (1.15)$$

де K_v - коефіцієнт уточнення форми.

Похибка установки ε_y на виконуваному переході:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (1.16)$$

де ε_6 - похибка базування;

ε_3 - похибка закріплення.

Похибка базування має місце при несуміщенні настановної і вимірювальної баз і залежить також від допуску і похибки форми базових поверхонь. $\varepsilon_6 = 0$ мкм.

Похибка закріплення виникає в результаті зсуву оброблюваних поверхонь заготовок від дії затискної сили. $\varepsilon_3 = 120$ мкм [6].

Похибка положення заготовки є наслідком неточного виготовлення верстатного пристосування і зносу його настановних елементів, а також похибки установки самого пристосування на верстаті ε_{np} , приймаємо рівною нулю.

На підставі записаних в таблиці даних виконуємо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, користуючись формулою:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}). \quad (1.17)$$

На інші оброблювані поверхні деталі припуски і допуски приймаємо згідно ДСТ 7505-74 і заносимо їх в таблицю 1.6:

Таблиця 1.6 – Припуски та допуски на поверхні, що обробляються

Поверхня	Розмір	Припуск		Допуск
		табличний	розрахунковий	
1	Ø90	2*1,8	2*1,7	$2_{-0,7}^{+1,3}$
	Ø95	2*1,8		$2_{-0,7}^{+1,3}$
	Ø105-0,87			$2_{-0,7}^{+1,3}$
2	Ø62 ^{+0,03}	2*1,6		$2_{-0,7}^{+1,3}$
	M10*1-6H	2*1,2		$1,6_{-0,5}^{+1,1}$
4	Ø81,54 ^{+0,23}		2*1,4	$2_{-0,7}^{+1,3}$
	Ø75	2*1,2		$1,6_{-0,5}^{+1,1}$
	Ø60 ^{+0,2}	2*1,2		$1,6_{-0,5}^{+1,1}$

1.7 Розрахунок режимів різання

Операція 005 – «Фрезерна з ЧПК»:

Різальний інструмент [9]:

- 2) Фреза P6M5 Ø125 ДСТ 1092-80.
- 3) Свердло P6M5 Ø9 ДСТ 886-77.
- 4) Зенковка Ø11 P6M5 ДСТ 2353-0021.
- 5) Метчик M10x1 ДСТ 3266-81.
- 6) Свердло P6M5 Ø26 ДСТ 2092-77.
- 7) Свердло P6M5 Ø46 ДСТ 2092-77.
- 8) Зенкер Ø59 ДСТ 12489-71.
- 9) Зенковка Ø62 P6M5 ДСТ 2353-0021.

Вимірювальний інструмент:

- Скоба 94.81106-2002;
- Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ДСТ 162-90;
- Пробка M10x1 ДСТ 17758-72.

Режими різання:

Вихідні дані для розрахунку:

Опрацьований матеріал - Сталь 45 ДСТ 1050-88; $\sigma_b = 640$ МПа;

Верстат вертикально - фрезерний багатоопераційний з ЧПК СВМ1Ф4
($N_{дв} = 10$ кВт, $\eta = 0,9$);

Вибір ріжучого інструменту [9]:

Фреза 2234-0135 ДСТ6396-78 (діаметром 125 мм).

Швидкість фрези [10]:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y \times t^x \times B^u \times z^p} K_v \quad \text{м/хв,} \quad (1.18)$$

де C_v – коефіцієнт, що враховує оброблюваний матеріал;

D – діаметр фрези в мм;

T – стійкість інструменту в хв, $T = 180$ хв [10];

t – глибина різання в мм, $t = 1,8$ мм [10];

S – подача в мм/об, $S = 0,12$ мм/об [10];

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання. Визначимо коефіцієнт K_v за формулою [10]:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV}, \quad (1.19)$$

де K_{MV} – коефіцієнт, що враховує оброблюваний матеріал;

K_{PV} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;

K_{UV} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту.

Значення коефіцієнту K_{MV} розраховуємо за формулою [10]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (1.20)$$

де σ_B – межа міцності, $\sigma_B = 640$ МПа [2];

K_{Γ} – коефіцієнт, що враховує групу сталі, $K_{\Gamma} = 1$ [10];

n_v – показник ступеня, $n_v = 1$ [10].

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{640} \right)^1 = 1,2;$$

$$K_v = 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 1,2.$$

Тоді швидкість обертання фрези:

$$V = \frac{12 \times 125^{0,3}}{180^{0,26} \times 0,12^{0,3} \times 0,18^{0,25} \times 2^0} \cdot 1,2 = 44,13 \text{ м/хв}$$

Визначимо частоту обертання фрези:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \text{ хв}^{-1}, \quad (1.21)$$

де D – діаметр фрези, мм;

$$n = \frac{1000 \times 44,13}{3,14 \times 125} = 112 \text{ хв}^{-1},$$

приймаємо $n = 473 \text{ хв}^{-1}$.

Уточнимо швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \times D \times n}{1000}, \text{ м/хв}, \quad (1.22)$$

$$V = \frac{3,14 \times 125 \times 112}{1000} = 43,96 \text{ м / хв}$$

Визначимо силу різання по формулі [11]:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot K_{MP} \cdot z}{D^q \cdot n^w}, \quad (1.23)$$

де C_p – коефіцієнт, що враховує оброблюваний матеріал;

D – діаметр фрези, в мм;

t^x – глибина різання;

S – подача, в мм/об;

K_{MP} – загальний поправочний коефіцієнт на силу різання.

$$P_z = \frac{10 \times 68,5 \times 1,8^{0,86} \times 0,12^{0,72} \times 2}{125^{0,86} \times 500^0} \times 1,12 = 4454,87 \text{ Н}$$

Визначимо потужність різання за формулою [11]:

$$N_{рез} = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60}, \text{ кВт}, \quad (1.24)$$

де P_z – сила різання в Н;

V – швидкість різання в м/хв.

$$N_{рез} = \frac{4454,87 \times 43,96}{1020 \times 60} = 3,21 \text{ кВт}$$

Перевіряємо достатність потужності приводу верстата.

У верстата мод. СВМ1Ф4

$$N_{ШП} = N_{ДВ} \times \eta, \quad (1.25)$$

де $N_{ДВ}$ – потужність двигуна, в кВт;

η – ККД верстата.

$$N_{ШП} = 10 \times 0,9 = 9 \text{ кВт.}$$

Обробка можлива за умови, що $N \leq N_{ШП}$, отже, обробка можлива, так як $3,21 < 9$.

Аналогічним чином розраховуємо режими різання на всі переходи. Зведені дані розрахунків наведені в табл. 1.7.

Таблиця 1.7 - Зведена таблиця режимів різання до фрезерної операції

005

Поверхня, рис.1.3	Перехід	Режими різання			
		глибина різання, мм	подача, мм/об.	Швидк- ість різання, м/хв.	число обертань, об/хв.
		t	s	V	n
1	фрезерувати начорно	1,8	0,12	44	112
1	фрезерувати начисто	0,6	0,80	58	148
4	свердлити начорно 2 отв. Ø9	4,5	0,13	57	2000
4	зенкувати 2 отв. ø11	0,5	0,05	18	275
4	нарізати різь в 2 отв. M10x1		1		300
6	розсвердлити центр. отв. Ø26 начорно	13	0,44	12	149
6	розсвердлити центр. отв. Ø46 начорно	10	0,6	12	84
6	зенкерувати центр. отв. Ø59	7	1,2	10	56
6	зенкувати центр. отв. Ø62	1	0,05	16	100

Операція 010 – «Токарна з ЧПК»:

Різальний інструмент [9]:

- Різець Т5К10 ДСТ 1888-73.

Вимірювальний інструмент:

- Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ДСТ 162-90.

Режими різання:

Вихідні дані для розрахунку:

Опрацьований матеріал - Сталь 45 ДСТ 1050-88; $\sigma_B = 640$ МПа; верстат токарний з ЧПК 16К20Ф3 ($N_{\partial s} = 10$ кВт, $\eta = 0,9$).

Точиться поверхня діаметром $95_{-0,87}$ мм.

Вибір різального інструменту [9]: Різці Т5К10 ДСТ 1888-73.

Швидкість різання по формулі [10]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v \text{ м/хв}, \quad (1.26)$$

де C_v – коефіцієнт, що враховує оброблюваний матеріал;

T – стійкість інструменту, в хв, $T = 45$ хв [10];

S – подача, в мм/об, $S = 0,9$ мм/об [10];

t – глибина різання в мм, $t = 0,8$ мм [10];

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання.

$$V = \frac{420}{45^{0,2} \times 0,8^{0,15} \times 0,9^{0,2}} \times 0,8 = 138 \text{ м / хв.}$$

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \quad (1.27)$$

де D - діаметр деталі, $D = 84,6$ мм;

$$n = \frac{1000 \times 138}{3,14 \times 90} = 487 \text{ хв}^{-1}.$$

Уточнюємо швидкість різання:

$$V = 3,14 \times 138 \times 487 / 1000 = 211 \text{ м/хв.}$$

Сіли різання визначається за формулою [11]:

$$P_z(P_x, P_y) = 10 \cdot C_p \cdot t^{xp} \cdot S^{yp} \cdot V^{mp} \cdot K_p, \text{ Н}; \quad (1.28)$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,8 \cdot 0,9^{0,75} \cdot 211^{-0,15} \cdot 0,91 = 964,5 \text{ Н.}$$

Потужність різання [11]:

$$N_{рез} = P_z \cdot V / (1020 \cdot 60) \text{ кВт}, \quad (1.29)$$

$$N_{рез} = 964,5 \cdot 211 / (1020 \cdot 60) = 2,17 \text{ кВт.}$$

Перевіримо осьову силу різання по допустимому зусиллю подачі верстата і потужності різання: верстат 16К20Ф3.

$$N_{рез} < N_{дв} \cdot \eta. \quad (1.30)$$

$$2,17 < 10 \cdot 0,9 \text{ кВт},$$

$$2,8 < 9 \text{ кВт.}$$

Умова щодо перевірки осьової сили різання по допустимому зусиллю подачі верстата і потужності різання виконано.

На інші переходи призначення режимів різання робимо за допомогою нормативів [10]. В таблиці 1.8 наведено режими різання до токарної операції 010.

Таблиця 1.8 - Зведена таблиця режимів різання до токарної операції 010

Поверхня, рис. 1.4	Перехід	Режими різання			
		глибина різання, мм	подача, мм/об	Швидкість різання, м/хв.	число обертань, об/хв.
		t	s	V	n
1	2	3	4	5	6
1	підрізувати торець 1	0,8	0,90	138	462
2	точити поверхню 2	0,8	0,90	138	462
3	точити поверхню 3	0,8	0,90	138	418

Операція 015 – «Токарна з ЧПК»:

Різальний інструмент [9]:

- 2) Свердло Т5К10 ДСТ 2092-77.
- 3) Резець Т5К10 ДСТ 1888-73.

Вимірювальний інструмент:

- Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ДСТ 162-90.

Режими різання до токарної операції 015 наведено в таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 - Зведена таблиця режимів різання до токарної операції 015

№ переходу, рис. 1.5	Перехід	Режими різання			
		глибина різання, мм	подача, мм/об.	Швидкість різання, м/хв.	число обертань, об/хв.
		t	s	V	n
2	свердлити наскрізь отвір Ø35	17,5	0,5	28	257
3	точити отвір Ø49,8	3,7	0,6	131	760
4	точити отвір Ø55	2,6	0,7	129	748
5	точити начисто отвір Ø59,5	2,25	0,5	139	745
6	точити отвір Ø75	2,58	0,9	116	490
7	точити отвір Ø79	2	0,8	127	510
8	Точити отвір Ø81,5	1,25	0,8	136	531

Операція 025 – «Протяжна»:

Різальний інструмент [9]:

2) Протяжка 9359-192.

3) Протяжка 9359-193.

Вимірювальний інструмент:

– Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ДСТ 162-90;

– Пробка 8315-0324.

Режими різання до токарної операції 025 наведено в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 - Зведена таблиця режимів різання до токарної операції 025

№ переходу, рис.1.6	Перехід	Режими різання			
		глибина різання, мм	подача, мм/об.	Швидкість різання, м/хв.	число обертань, об/хв.
		<i>t</i>	<i>s</i>	<i>V</i>	<i>n</i>
2	протянути шліци попередньо	3,5		2	
3	протянути шліци остаточно	2,5		3	

Операція 030 – «Токарна з ЧПК»:

Різальний інструмент [9]:

2) Різець Т5К10 ДСТ 1888-73.

Вимірювальний інструмент:

– Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ДСТ 162-90.

Режими різання до токарної операції 030 наведено в таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 - Зведена таблиця режимів різання до токарної операції 030

№ переходу, рис.1.7	Перехід	Режими різання			
		глибина різання, мм	подача, мм/об.	Швидкість різання, м/хв.	число обертань, об/хв.
		<i>t</i>	<i>s</i>	<i>V</i>	<i>n</i>
2	точити поверхню Ø89,88 _{-0,12} під різь	2,5	0,17	84	315

Продовження таблиці 1.11

3	нарізати різь M90x1,5		1,5	35	125
4	точити поверхню 3	0,8	0,9	138	418

Операція 035 – «Алмазно-розточна»:

Різальний інструмент [9]:

2) Різець алмазний ДСТ 13297-86.

Вимірювальний інструмент:

– Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ДСТ 162-90.

Режими різання до алмазно-розточної операції 035 наведено в таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 - Зведена таблиця режимів різання до алмазно-розточної операції 035

№ переходу, рис.1.8	Перехід	Режими різання			
		глибина різання, мм	подача, мм/об.	Швидкість різання, м/хв.	число обертань, об/хв.
		<i>t</i>	<i>s</i>	<i>V</i>	<i>n</i>
2	розточити отвори 1 і 2 з перевстанов- ленням	0,25	0,1	58	400

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування верстатного пристосування

Пропоновані рішення по зміні конструкції заводського пристосування засновані на аналізі, що включає наступні пункти:

- Забезпечення даної конструкцією пристосування необхідної продуктивності, що відповідає річному випуску деталей.
- Забезпечення пристосуванням необхідної точності обробки на даній операції.
- Технологічність конструкції пристосування щодо користування уніфікованих і стандартних деталей і вузлів, забезпечення мінімальних витрат на виготовлення і ремонт пристосування.
- Забезпечення пристосуванням зручності обслуговування, установки і зняття деталей, управління затискними пристроями та відсутності надмірного стомлення робітника.
- Забезпечення зручності, швидкості та надійності видалення стружки з пристосування, збільшення точності обробки і безвідмовності роботи пристосування.
- Відповідність конструкції пристосування до вимог техніки безпеки.

До проектування нового спеціального пристосування приступають після остаточної розробки технологічного процесу виготовлення деталі. Спочатку розробляють принципову схему пристосування, на якій обов'язково показують оброблювану заготовку, установчі та затискні елементи (для свердлильних і розточувальних пристосувань - також напрямні елементи), механізм передачі зусилля затиску від силового приводу, всі сили і моменти, прикладені до оброблюваної заготовки. Після цього розраховується сила затиску в залежності від значення основних параметрів затискних пристроїв. Сила затиску повинна забезпечувати надійне закріплення заготовок у пристосуванні і не допускати зсуву, повороту або вібрації заготовки при обробці.

Розрахуємо в даному пункті затискні механізми зображеного на кресленні верстатного пристосування.

Затискні механізми попереджають переміщення заготовок щодо опор верстатного пристосування. Силу закріплення P_3 визначають з умови рівноваги силових факторів, що діють на заготовку. При розрахунках P_3 завжди враховують сили різання, реакції опор, сили тертя (або відповідні моменти).

2.1.1 Розрахунок токарного пристосування

Розрахуємо токарне пристосування на поворот заготовки під дією сили різання R , якій перешкоджають сили тертя, що виникають в місцях контакту заготовки з опорами і затискним механізмом (рис. 2.1) [12].

$$P_3 = \frac{K \cdot R}{f_1 + f_2} = \frac{2.5 \cdot 2416.5}{0.8 + 0.25} = 5753,2 \text{ Н.} \quad (2.1)$$

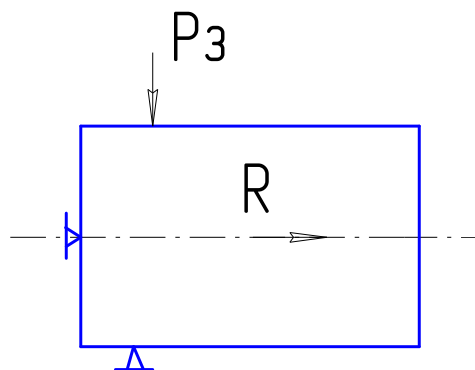


Рисунок 2.1 – Схемі дії сил в місцях контакту заготовки з опорами

Знайдемо силу на штоці [12]:

$$Q = 2 \frac{P_z \cdot l_1}{l_2 \cdot \eta} = \frac{2 \cdot 5753 \cdot}{134 \cdot 0.9} = 9,3 \text{ кН.} \quad (2.2)$$

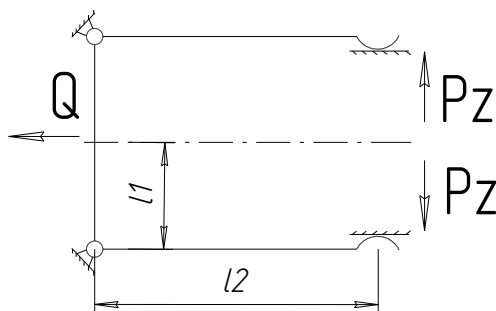


Рисунок 2.2 – Схема дії сил для розрахунку сили на штоці

При зусиллі на штоці $Q = 9.3$ кН вибираємо пневмоциліндр діаметром 125 мм (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Параметри пневмоциліндра

Діаметр, мм.		Хід поршня S_{max} , мм.	Статична сила (Н) на штоці, не менше, при тиску, МПа.		
Циліндра	Штока		4	6,3	10
D	d				
125	32	1250	$\frac{4200}{4000}$	$\frac{6700}{6200}$	$\frac{10600}{9900}$

В чисельнику дробу приведена сила, що штовхає, в знаменнику, що тягне.

2.2 Проектування контрольного пристосування

Пристосування призначене для контролю перпендикулярності осей і контролю лінійного розміру $173^{+0,08}$.

Сумарна похибка контрольного пристосування може бути розрахована за формулою [13]:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_y + \Delta_p + \Delta_s + \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_s^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_s^2 + \varepsilon_m^2} \quad (3.5)$$

де Δ_y – систематична складова похибки виготовлення настановних елементів пристосування;

Δ_p – систематична складова похибки передавальних пристроїв;

Δ_s – систематична складова похибки виготовлення еталона;

ε_{δ} – похибка базування деталі в контрольному пристосуванні;

ε_s – похибка закріплення деталі в пристосуванні;

ε_n – випадкова складова похибки передавальних пристроїв;

ε_s – випадкова складова похибки виготовлення еталона;

ε_m – похибка методу вимірювання, що викликаються похибками вимірювальних пристроїв.

$$\Delta_{\Sigma} = 0,007 + 0 + 0,005 + \sqrt{0 + 0 + 0 + 0,005^2 + 0,01^2} = 0,023$$

Сумарна похибка не повинна перевищувати $\frac{1}{4}$ допуску контрольованого розміру [13]:

$$\Delta_{\Sigma} \leq \frac{1}{4} T,$$

де T – допуск контрольованого параметра; $T = 0,08$ [12].

$$0,023 \leq 0,08.$$

Дана нерівність виконується, отже, контрольне пристосування підібрано для контрольованого параметра правильно.

2.3 Проектування інструментних налагоджень

Інструментні налагодження повинні давати наочне уявлення про налагодження верстата на проектовану операцію і відповідати на такі питання:

- Як базується і закріплюється оброблювана деталь на верстаті?
- Як розташовуються робочі інструменти щодо баз деталі?
- Як здійснюється закріплення інструментів і яким чином регулюється їх положення при налагодженні на задані розміри?

Інструментні налагодження проектуються на операції механічної обробки, що представляють найбільший інтерес з точки зору їх новизни, оригінальності, а також на операції, до яких внесено суттєві зміни в порівнянні з базовим варіантом. Оформлення інструментних налагоджень має виконуватися після вибору обладнання, пристосувань, ріжучих інструментів, розрахунків режимів різання і норм часу. При проектуванні налагоджень бажано, по можливості, використовувати стандартні ріжучі інструменти.

На кресленнях інструментних налагоджень показуються:

1. Ескіз оброблюваної заготовки в робочому положенні, виконаний суцільною основною лінією товщиною S з виділенням оброблюваних на даній операції (технологічному переході, позиції, установі) поверхонь суцільною основною лінією товщиною $2 \dots 3 S$ згідно ДСТ 2.303-68.

2. Конструктивне зображення настановних, затискних та напрямних елементів верстатного пристосування. На робочих позиціях опори і затискачі показуються умовно відповідно до ДСТ 3.1107-81.

3. Конструктивне зображення робочих та допоміжних інструментів. Робочі інструменти показуються в кінці їх робочого ходу, крім осьових

інструментів для обробки отворів (свердла, зенкери, розгортки, мітчики, протягання тощо), зображуваних в початковому положенні. Робочі інструменти рекомендується виділяти суцільною основною лінією товщиною S. Допоміжні інструменти допускається викреслювати частково в тому вигляді креслення, який дозволяє зрозуміти принцип встановлення і розмірів налагодження робочого інструмента.

4. Схема рухів робочих інструментів (циклограмма обробки) із зазначенням швидкого підведення (ШП), робочого ходу (РХ) та швидкого відведення (ШВ). Для кожного елемента циклу вказується відповідна величина переміщення інструментів.

5. Розміри оброблюваних поверхонь з граничними відхиленнями, позначеннями шорсткості поверхні на технологічних переходах операції; настроювальні розміри інструментів; технічні вимоги по точності відносного розташування оброблюваних поверхонь, оформлені згідно ДСТ 2.316-68.

6. Таблиця з даними по обладнанню, ріжучому інструменту, режимам обробки, нормам часу. Допускається застосовувати одну зведену таблицю на кілька налагоджень, розміщених на одному аркуші. При виконанні на аркуші двох або більше налагоджень не слід ділити лист на окремі формати, але над кожним налагодженням необхідно вказувати номери і найменування операцій і технологічних переходів.

На кресленнях інструментальних налагоджень зображується ескіз оброблюваної заготовки в робочому положенні. Конструктивне зображення настановних, затискних та напрямних елементів верстатного пристосування відсутня, тому що дані пристосування знаходяться безпосередньо за заготовкою, на тому вигляді, в якому зображений ескіз. Деталь базується за трьома отворами і поверхні, на яку встановлюється, додатково зверху закріплена притиском для нерухомості.

На кресленнях інструментальних налагоджень зображені також робочі інструменти. Вони розташовані так, як вони закріплені на верстаті при обробці деталі, в тому ж положенні (в горизонтальному). Зображена схема зображення робочих інструментів: швидке підведення інструменту - пунктирною лінією;

робочий хід - тонкою суцільною; швидке відведення - пунктирною лінією. Визначено і проставлені розміри оброблюваних поверхонь з граничними відхиленнями, позначеннями шорсткості оброблюваних поверхонь, настрайовальні розміри інструментів.

Виконуються таблиці з даними по обладнанню, ріжучому інструменту, режимам обробки, нормам часу.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Технічне нормування операцій

Під технічним нормуванням розуміється встановлення норми часу на виконання певної роботи. Норма часу є одним з основних факторів для оцінки досконалості технологічного процесу і вибору найбільш прогресивного варіанту обробки заготовки.

У середньосерійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу $T_{шк}$ [11]:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{нз}}{n_z}, \quad (3.1)$$

$$T_{шт} = t_o + t_\theta + t_{обс} + t_{лн}, \quad (3.2)$$

де $T_{нз}$ – підготовчо-заключний час, хв.;

n_z – розмір партії деталей, шт;

$T_{шт}$ – штучний час, хв.;

t_o – основний час, що розраховується для кожної операції на підставі призначених режимів різання, хв.;

t_θ – допоміжний час, що визначається за нормативами, хв.;

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

$t_{лн}$ – час перерв на відпочинок і особисті потреби людини, хв.

$$t_\theta = t_{вст. і знят.} + t_{упр} + t_\kappa, \quad (3.3)$$

$$t_{упр} = t_{вкл} + t_{зм. інстр.} + t_{зм. реж.} + t_{хх}, \quad (3.4)$$

де $t_{вст. і знят.}$ – час на установку і зняття заготовки, хв.;

$t_{упр}$ – час на управління верстатом, хв.;

$t_{вкл}$ – час включення станка, хв.;

$t_{зм. інстр.}$ – час зміни інструменту, хв.;

$t_{зм. реж.}$ – час зміни режимів, хв.;

$t_{хх}$ – час холостих переміщень, хв.;

t_κ – час на контроль деталі, хв.;

$t_{оп} = t_o + t_\theta$ – оперативний час.

Для верстатів з ЧПК приймаємо:

$$t_{обс} = 10\% t_{оп} [11];$$

$$t_{лн} = 3\% t_{оп} [11];$$

$$T_{нз} = 30-60 \text{ хв.} [11];$$

- для верстата СВМ1Ф4 $T_{нз} = 30$ хв. [11];
- для верстата 16К20Ф3 $T_{нз} = 40$ хв/ [11].

Контроль деталі виконується під час обробки іншої деталі, тобто t_k перекривається часом, тому воно не враховується [11].

$$t_{xx} = \frac{L_{xx}}{V_{xx}}; \quad (3.5)$$

де L_{xx} – довжина холостих ходів, яка визначається з налагодження, мм;

V_{xx} - швидкість швидких переміщень, мм/хв.

Технічне нормування операції 005:

$$t_o = \frac{L_{p.x}}{S_{об} \cdot n} = \frac{L_{p.x}}{S_{MIN}} = \frac{l_{ДЕТ} + l_{ПЕР} + l_{ВРЕЗ} + 0,5 \dots 2}{S_{MIN}}. \quad (3.6)$$

$$t_o = \sum t_{oj} = 2(2,46 + 3 + 0,2 + 1 + 0,45 + 0,59 + 0,59 + 0,1) = 9,29 \text{ хв.}$$

$t_{вст. і знят} = 0,07$ хв для встановлення в спеціальне пристосування;

$t_{зм. інстр} = 0,05$ хв.; $t_{вкл} = 0,02$ хв.; $t_{зм. реж.} = 0,05$ хв.; $L_{xx} = 319$ мм; $V_{xx} = 2500$ мм/хв.;

$$t_{xx} = \frac{319}{2500} = 0,12 \text{ хв.};$$

$$t_g = 0,07 + 0,02 + 3 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,05 + 1 = 0,51 \text{ хв.};$$

$$t_{он} = 1,19 + 0,51 = 1,7 \text{ хв.};$$

$$t_{обс} + t_{лн} = 13\% t_{он} = 0,13 \cdot 1,7 = 0,34 \text{ хв.};$$

$$T_{шт} = 9,29 + 1,39 + 0,34 = 11,02 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = 11,02 + \frac{30}{250} = 11,08 \text{ хв.}$$

Технічне нормування операції 010:

$$t_o = \sum t_{oj} = 0,074 + 0,228 + 0,052 + 0,102 = 0,456 \text{ хв.};$$

$t_{вст. і знят} = 0,17$ хв. (патрон, що самоцентрується);

$t_{зм. інстр} = 0,05$ хв.; $t_{вкл} = 0,02$ хв.; $t_{зм. реж.} = 0,05$ хв.; $L_{xx} = 1200$ мм; $V_{xx} = 2400$ мм/хв.;

$$t_{xx} = \frac{1200}{2400} = 0,5 \text{ хв.};$$

$$t_{\epsilon} = 0,17 + 0,02 + 3 \cdot 0,05 + 0,5 = 1,09 \text{ хв.};$$

$$t_{on} = 0,45 + 1,09 = 1,54 \text{ хв.};$$

$$t_{обс} + t_{лн} = 13\% t_{on} = 0,13 \cdot 1,54 = 0,2 \text{ хв.};$$

$$T_{ум} = 0,45 + 1,09 + 0,2 = 1,74 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = 1,74 + \frac{40}{250} = 1,90 \text{ хв.}$$

Технічне нормування операції 015:

$$t_o = \sum t_{oj} = 1,53 + 4,26 = 5,79 \text{ хв.};$$

$t_{вст. і знят} = 0,17$ хв. (патрон, що самоцентрується);

$t_{зм. інстр} = 0,05$ хв.; $t_{вкл} = 0,02$ хв.; $t_{зм. реж.} = 0,05$ хв.; $L_{xx} = 1600$ мм; $V_{xx} = 2400$ мм/хв.;

$$t_{xx} = \frac{1600}{2400} = 0,5 \text{ хв.};$$

$$t_{\epsilon} = 0,17 + 0,02 + 4 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,05 + 0,5 = 1,09 \text{ хв.};$$

$$t_{on} = 0,28 + 1,09 = 1,37 \text{ хв.};$$

$$t_{обс} + t_{лн} = 13\% t_{on} = 0,13 \cdot 1,37 = 0,19 \text{ хв.};$$

$$T_{ум} = 5,79 + 1,09 + 0,19 = 7,07 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = 7,07 + \frac{40}{250} = 7,15 \text{ хв.}$$

Технічне нормування операції 035:

$$t_o = \sum t_{oj} = 0,079 + 0,242 + 0,055 + 0,44 = 0,816 \text{ хв.};$$

$t_{вст. і знят} = 0,17$ хв. (патрон, що самоцентрується);

$t_{зм. інстр} = 0,05$ хв.; $t_{вкл} = 0,02$ хв.; $t_{зм. реж.} = 0,05$ хв.; $L_{xx} = 1200$ мм; $V_{xx} = 2400$ мм/хв.;

$$t_{xx} = \frac{1200}{2400} = 0,5 \text{ хв.};$$

$$t_{\epsilon} = 0,17 + 0,02 + 4 \cdot 0,05 + 0,5 = 1,14 \text{ хв.};$$

$$t_{on} = 0,82 + 1,14 = 1,96 \text{ хв.};$$

$$t_{обс} + t_{лн} = 13\% t_{on} = 0,13 \cdot 1,96 = 0,25 \text{ хв.};$$

$$T_{ум} = 0,81 + 1,09 + 0,25 = 2,2 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = 2,2 + \frac{40}{250} = 2,36 \text{ хв.}$$

Технічне нормування встановлює технічно обґрунтовану норму витрати виробничих ресурсів: робочого часу, сировини, матеріалів, інструментів.

Норма штучного часу - це норма часу на виконання обсягу роботи, що дорівнює одиниці нормування на виконання технічної операції.

Результати розрахунків штучно-калькуляційного часу на виконання технологічного процесу механічної обробки деталі «Вилка» наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Штучно-калькуляційний час виготовлення вилки ковзної

№ опер.	Найменування операції.	Тш.к., хв.
000	Заготівельна (ГКМ)	—
005	Фрезерна (СВМ1Ф4)	11,08
010	Токарна з ЧПК (16К20Ф3)	1,9
015	Токарна з ЧПК (16К20Ф3)	7,15
020	Термічна	—
025	Протяжна (7540)	3,60
030	Токарна з ЧПК (16К20Ф3)	2,3
035	Алмазно-розточна (2А715)	3,50
040	Мийна	—
045	Контрольна	—

3.2 Організація робочого місця верстатника

При проектуванні виробничих процесів і розробці плану розташування обладнання і робочих місць на ділянці необхідно мати на увазі основні положення наукової організації праці та технічної етики, виконання яких сприяє створенню найбільш сприятливих умов для працівників і підвищенню продуктивності праці.

Зовнішнім плануванням робочого місця є розміщення основного устаткування, оснащення, підйомно-транспортних засобів, пристосувань, за-

готовок і готових деталей.

Під робочим місцем розуміється організаційна зона виробничої площі, призначеної для виконання певних робіт і оснащена необхідними матеріально-технічними засобами праці, обладнанням.

При будь-якій формі організації роботи для найкращого використання обладнання і досягнення максимальної продуктивності праці необхідно, крім всіх технічних можливостей верстата, інструменту та пристосування, передбачити раціональну організацію робочого місця, яка забезпечує безперервність роботи верстата. Для цього потрібно усунути втрати часу і затримки, що викликаються зайвими рухами та несвоєчасним поданням матеріалу, незручним розташуванням заготовок, інструменту на робочому місці [14].

Раціональна організація робочого місця передбачає необхідну попередню підготовку роботи і робочого місця, своєчасне і чітке обслуговування його в процесі роботи і найбільш досконале планування.

У механічних цехах серійного виробництва на робочому місці токаря зберігається багато різного інструменту і пристосувань. Для храніння використовують інструментальну тумбочку з планшетом і прийомним столиком, на верхній полиці якого встановлюють тару з заготовками, а на нижній зберігаються пристосування і необхідний інструмент. Є дерев'яна решітка під ноги робітника. У тумбочці є два відділення відповідно для зберігання інструменту робітника, що працює в першу і другу зміну.

3.3 Організація інструментального господарства

Завданнями інструментальної служби цеху є: повне і своєчасне забезпечення робочих місць цеху потрібним і якісним інструментом; усунення простоїв робочих через несвоєчасне забезпечення інструментом; звільнення основних робітників від робіт із заточування і ремонту інструменту; своєчасний ремонт і організація робіт по відновленню відпрацьованого інструменту.

У великих цехах інструментальним господарством керує завідувач інструментальним бюро. До складу бюро входять: планова група,

інструментально-роздавальна комора (ІРК), майстерні з ремонту та заточення інструменту. У невеликих цехах керівництво роботою щодо забезпечення інструментом здійснює технік з інструменту, який входить до складу технічного бюро.

Основна частина роботи з організації інструментального господарства цеху зосереджується в ІРК, яка підпорядковується завідувачу інструментальним бюро або техніку по інструменту. ІРК призначене для зберігання запасів інструменту, видачі інструменту на робочі місця, перевірки і сортування його після роботи, обліку наявності, поповнення запасів, передачі інструменту на перезаточки і ремонт, списання відпрацьованого інструменту.

Штат комори повинен складатися з завідувача, роздавальників інструменту і обліковця.

Інструмент може видаватися робочим в тимчасове і постійне користування. Інструмент, що видається в постійне користування, записується в інструментальну книжку кожного робітника, яка зберігається в коморі. Подальша видача того ж інструменту з ІРК проводиться в обмін на раніше отриманий інструмент без документів. У разі заміни зламаного інструменту повинен бути пред'явлений акт на поломку, де вказуються причини поломки і винуватці. Інструмент, що вимагає переточування, видається у тимчасове користування.

Кращим способом видачі інструменту є його доставка безпосередньо на робоче місце. Це звільняє робітників від втрат часу при отриманні інструменту і сприяє збільшенню вироблення. Комора повинна мати у своєму розпорядженні рухомий роздатковий стелаж для доставки інструменту на робочі місця.

Для обліку наявності інструменту в ІРК використовуються облікові картки, які відкриваються на кожний вид і розмір інструмента.

Весь інструмент, який повертається в ІРК від робочих, залишається поза контролем.

3.4 Організація технічного контролю

Контроль якості продукції в усіх виробничих ланках підприємства здійснює відділ технічного контролю (ВТК). Його начальник підпорядковується безпосередньо директору підприємства. Він має право припинити приймання та відвантаження готової продукції, якщо остання не відповідає чинним стандартам і технічній документації.

В даний час метою підвищення якості продукції, що випускається на машинобудівних підприємствах, застосовують різні заходи технологічного та організаційного характеру.

Впровадження сертифікаційної системи якості ІСО 9004-2001, яка дає можливість виходу продукції на міжнародний ринок.

Основними завданнями ВТК є запобігання випуску неякісної продукції на всіх стадіях виготовлення, контроль дотримання технологічної дисципліни в цехах, оформлення документів про приймання готової продукції і документів на утилізацію виробів і проведення аналізу браку.

Безпосередньо в цехах контроль якості продукції здійснюють контрольні майстри і контролери, підлеглі ВТК. Якість праці виробничих робітників характеризується відсотком продукції заданої ВТК з першого пред'явлення.

ВТК займається технічним прийманням матеріалів, напівфабрикатів і готових виробів, що надходять від підприємств-постачальників. ВТК підпорядковані центрально-вимірювальній лабораторії (ЦВЛ) і контрольно-вимірювальних пунктах, які обслуговують цех заводу. ЦВЛ здійснює розробку та впровадження перевірочних схем, стежать за експлуатацією і станом вимірювальних засобів, і перевіряє їх в плановому порядку.

У розробленому технологічному процесі контроль заготовок передбачений після кожної операції виконавцем 100%, контролером ВТК 10%, остаточний контроль деталі і її технічних вимог від 50% до 100%. На проектованій ділянці передбачено місце контролера, контрольний стіл, контрольна плита для перевірки розмірів деталі, взаємного розташування поверхонь, якості поверхонь і шорсткості.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Згідно Інструкції щодо застосування "Порядку опрацювання і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві", "Положення про розробку інструкцій по охороні праці для працюючих», "Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці", ДСТ 12.1.013-78 [15, 16] розроблені наступні заходи з охорони праці, техніки безпеки та протипожежного захисту на ділянці механічної обробки деталі «Вилка» з використанням металообробних верстатів:

1. Забезпечення всіх видів металообробних верстатів огорожувальними пристроями.
2. Робота з емульсіями та іншими миючими засобами проводиться в гумових рукавичках або із застосуванням спеціальних паст.
3. Для кращого освітлення лампи розжарювання замінити газорозрядними люмінесцентними лампами.
4. Для захисту робітників від ураження електричним струмом обладнання повинно бути заземлено. Передбачені заземлюючі пристрої, решітки, гумові килимки.
5. Кожен робочий під час вступу на роботу проходить інструктаж з техніки безпеки, інструктаж проводиться паралельно з навчанням робочих безпечним прийомам праці і освоєнням обладнання на даній ділянці. Після проходження робочим вступного інструктажу він розписується в журналі. Майстер (інструктор з техніки безпеки) стежить за дотриманням техніки безпеки на робочому місці. Регулярно (один раз в три місяці) майстер проводить повторний інструктаж, в обов'язку первинного.
6. Робочим видається спеціальний одяг з урахуванням умов праці.
7. Для забезпечення протипожежного захисту на ділянці встановлено протипожежний кран, протипожежний щит (сокира, багор, лопата, вогнегасник) і ящик з піском. Засоби гасіння повинні знаходитися в справному стані. Розроблений і доведений до кожного працюючого план евакуації на випадок

пожежі.

8. При розміщенні на ділянці обладнання повинні бути враховані мінімальні відстані між верстатами (1,3 метра), стелажамі і елементами будівель (0,9 метра), що виключає захарашення проходів та проїздів.

9. На ділянці повинні бути встановлені необхідні вантажопідйомні механізми.

10. На ділянці є інформаційні та попереджувальні знаки, таблиці і покажчики.

Додаткові вимоги, викликані особливостями конструкції металорізальних верстатів та умов їх експлуатації, вказуються в нормативно-технічній документації на верстати.

Захисні пристрої, огорожувальні зону обробки, повинні захищати працюючого від стружки і змащувально-охолоджувальної рідини (ЗОР). Конструкція захисних пристроїв не повинна обмежувати технологічних можливостей верстата і викликати незручності при роботі, прибиранні, налагодженні, а при відкриванні — не забруднювати підлогу змащувально-охолоджувальною рідиною. У всіх випадках кріплення захисних пристроїв повинно бути надійним і не допускати самовідкривання.

Автомати та напівавтомати повинні бути обладнаними автоматичним блокуванням, що не допускає включення робочого циклу при відкритому захисному кожусі, якщо це може призвести до травмування [14]. Поверхні захисних кожухів, як і самих верстатів, органів управління, верстатного приладдя і пристосувань, не повинні мати гострих країв і задирок, які можуть травмувати працюючого.

В універсальних токарних і токарно-револьверних верстатах, призначених для обробки заготовок діаметром до 500 мм, час зупинки шпинделя з патроном (без закріпленої заготовки) після виключення не повинен перевищувати 5 с, а у верстатах для обробки заготовок діаметром до 630 мм — 10 с. Цей час для свердлильних верстатів не повинен перевищувати 3 с, для розточних верстатів — 6 с, для універсально-фрезерних — 5 с.

В зубообробних верстатах автоматичне вимкнення руху інструменту та елементів кінематичного ланцюга по закінченні циклу обробки заготовки має відбуватися за час не більше: для зубошевінговальних, зубохонінгувальних і зубонакатних верстатів — 5 с; для зубошліфувальних верстатів, що працюють конусним, профільним, абразивним кругом, — 30 с; для зубошліфувальних верстатів, що працюють черв'ячним кругом, — 40 с.

Складальні одиниці і деталі масою більше 16 кг повинні мати спеціальні пристрої у вигляді припливів, отворів, рим-болтів тощо, призначені для безпечного підйому і переміщення їх під час монтажу, демонтажу та ремонту обладнання.

На верстатах або автоматичних лініях для установки заготовок масою більше 8 кг, а також інструментів та пристосувань масою більше 20 кг встановлюють підйомні пристрої індивідуального типу. Підйомний пристрій повинен утримувати вантаж в будь-якому положенні, навіть у разі несподіваного припинення подачі електроенергії, масла, повітря. Для установки заготовок масою більше 250 кг належить використовувати внутріцехові підйомні засоби.

До окремих верстатів стандартом обумовлені додаткові вимоги безпеки.

Для токарних верстатів товщина матеріалу захисного пристрою збільшується не менш ніж у два рази при обробці заготовки зі швидкістю різання більш 5 м/с. Оглядові вікна в захисних пристроях (екранах) повинні виготовлятися з прозорого спеціального матеріалу в кілька шарів загальною товщиною не менше 10 мм.

Пруткові токарні автомати і пруткові револьверні верстати слід по всій довжині прутків оснащати огороженнями, що мають шумопоглинаючі пристрої.

Поздовжньо-стругальні верстати повинні мати гальмові й пружно-обмежувальні пристрої, що запобігають небезпеці при викиді столу, в разі виходу його із зачеплення з приводним елементом.

В абразивно-відрізних верстатах необхідно передбачати можливість приєднання до них індивідуальних відсмоктуючих пристроїв для видалення продуктів різання з робочої зони.

Шліфувальні верстати повинні мати підвищену надійність кріплення захисного кожуха, що забезпечує утримання його на місці в разі розриву круга. Круглошліфувальні верстати, що працюють зі швидкістю круга 60 м/с і вище, повинні мати зону обробки (звернену до працівника), повністю закриту захисним пристроєм. Захисний кожух і його оглядове вікно обладнуються відповідно до вимог до швидкісного різання.

Стрічкові пилки для різання металу огорожують так, щоб відкритою залишалася тільки робоча частина пилки. Огорожа огинає шків, по яких проходить стрічка, при цьому шків додатково огорожують з бічних сторін.

У верстатів стругального типу огорожуються зони руху стола або повзуна, що виходять за габарити верстата. Огородження може бути виконане у вигляді бар'єру або іншого пристрою, що перегороджує доступ працюючих в цю зону.

Для швидкохідних поздовжньо-стругальних верстатів обов'язкові гальмуючі і обмежуючі рух столу пристрої для запобігання викиду столу (платформи) при виході його із зачеплення. Механізми подачі, реверсивний механізм для зміни ходу, проміжки між стійками і столом огорожують щитами.

При різанні листового металу на гільйотинних ножицях можливе попадання рук робітника між ріжучими кромками. Щоб уникнути цього, нижню кромку ножиць з'єднують зі столом і нерухомою запобіжною лінійкою, що не допускає потрапляння пальців працюючого під ніж і притискний пристрій. Конструкція ножиць така, що виключена можливість самовільного опускання верхнього ножа.

При різанні заготовок на стрічкових і круглих пилах необхідно використовувати пристосування, що усувають можливість ушкодження пальців робітника.

На верстатах свердлильного типу оброблювані вироби встановлюють і закріплюють в лещатах, кондукторах та інших пристосуваннях, надійно укріплених на столі або плиті верстата. Механізм кріплення патронів повинен забезпечувати надійний затиск і точне центрування інструменту.

Автоматична лінія по механічній обробці виробів складається з окремих, взаємно пов'язаних верстатів-автоматів [14].

Управління автоматичною лінією здійснюється з центрального пульта, що забезпечує роботу у налагоджувальному і автоматичному режимах. При цьому система автоматичного управління повинна виключати можливість самопереключення лінії з налагоджувального режиму на автоматичний. При роботі на налагоджувальному режимі всі верстати і агрегати автоматичної лінії мають самостійні органи управління для їх пуску і зупину.

Обов'язково повинні бути передбачені сигнальні пристрої про включення лінії на налагоджувальний або автоматичний режим.

Необхідно також, щоб всі верстати і агрегати автоматичної лінії (як на автоматичному, так і на налагоджувальному режимах) щоб уникнути аварій, працювали в послідовності, встановленій технологічним процесом, і мали справну систему блокування для дотримання цієї послідовності.

Рухомі частини верстатів, агрегатів та інших пристроїв автоматичної лінії, а також інструмент і оброблюваний виріб, огорожують надійними кожухами, що виключають можливість доступу робочого до небезпечної зони під час роботи лінії.

Видалення стружки від місця її утворення за межі автоматичної лінії повинно відбуватися автоматично, наприклад змив її рідиною, використання скребкових конвеєрів, вакуумних пристроїв тощо.

Контроль виробів під час роботи лінії на автоматичному режимі повинен здійснюватися тільки за допомогою контрольних приладів на лінії.

ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломної роботи був розроблений технологічний процес механічної обробки деталі «Вилка», який заснований на використанні сучасного устаткування з ЧПУ, вживанні високопродуктивного ріжучого інструменту. Також було визначено штучно-калькуляційний час на кожну операцію і загальний час на виготовлення однієї деталі.

У даній дипломній роботі були використані раніше отримані знання щодо визначення технологічності деталі, вибору баз, методів обробки, з розрахунку припусків на механічну обробку, режимів різання і норм технологічного часу.

Розроблений маршрутно-операційний технологічний процес містить операції по обробці заготовки з розрахунком режимів різання, технологічного часу. Описано весь ріжучий, вимірювальний інструмент і необхідні пристосування.

Були розглянуті питання безпеки роботи.

Для виконання дипломної роботи використовувалися такі програми як: Microsoft Word, Microsoft Excel, Mathcad 2000, КОМПАС 5.11.03, Microsoft PowerPoint.

ЛІТЕРАТУРА

1. Богуслаєв В. О. Основи технології машинобудування [Текст]: навч. посібник / В. О. Богуслаєв, В. І. Ципак, В. К. Яценко. — Запоріжжя: Мотор СІЧ, 2003. — 336 с.: іл. — ISBN 966-7108-70-8.
2. Справочник технолога. В 2-х томах / Под ред. А.А. Панова, В.В. Аникина, Н.Г. Бойм, - 2-е изд., - М.: Машиностроение, 2004. - 784с., ил.
3. Наливайко С.О. Теоретичний посібник з дисципліни «Технологія машинобудування». – Горлівка: ГМК, 2012. – 513 с.
4. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. – Київ: Вища школа, 1993. – 414 с.
5. Прис Н.М. Базирование и базы в машиностроении: Методические указания к выполнению практических занятий по курсу "Основы технологии машиностроения" для студентов дневного и вечернего отделений спец. 120100 "Технология машиностроения" / Н.М. Прис. - Н.Новгород.: НГТУ, 1998. - 39 с.
6. Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: Справочник / Г.А.Харламов, А.С.Тарапанов. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.
7. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общей ред. Ф.В. Новикова и А.В.Якимова. В десяти томах. – Т.9. «Проектирование технологических процессов в машиностроении». – Одесса: ОНПУ, 2005. – 584 с.
8. Основи формоутворення поверхонь при механічній обробці: Навчальний посібник/ Н. С. Равська, П. Р. Родін, Т. П. Ніколаєнко, П. П. Мельничук.— Ж.: ЖІТІ, 2000.— 332с. — ISBN 966-7570-07-X.
9. Металорізальні інструменти [Текст]: навч. посібник. Ч. 2 / П. Р. Родін [та ін.] ; Київський політехнічний ін-т. — К.: ІСДО, 1993. — 180 с.: іл. — ISBN 5-7763-1585-4.
10. Режимы резания металлов. Справочник под редакцией Ю.В. Барановского. - 3-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение, 1972. – 457 с.
11. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых

станках с числовым программным управлением. Ч.2. Нормативы режимов резания.- М.: Экономика, 1990. – 385 с.

12. Андреев, Г.И. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства: Учебное пособие для машиностроительного производства / Г.И. Андреев, В.Ю. Новиков, А.Г. Схиртладзе. Под ред. Ю.М. Соломенцева,- 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 1999. - 415с.

13. Никитин, В.А. Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм: методические указания к лабораторному практикуму / В.А. Никитин, Золотарева А.С. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 21 с.

14. Ковальчук, Е.Р. Основы автоматизации машиностроительного производства / Е.Р. Ковальчук, М.Г. Косов, В.Г. Митрофанов и др. Под ред. Ю.М. Соломенцева,- 2-е изд., исп. - М.: Высшая школа, 1999. - 312 с., ил.

15. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / Под общ. ред. С.В.Белова, 2-е изд., испр. И доп. - М.: Высшая школа, 1999. - 448 с., ил.

16. Кукин, П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. / П.П. Кукин, В.Л. Логин, Е.А. Подгорных и др. - М.: Высшая школа, 1999. - 318 с., ил.

17. ДСТ 3.1121-84 Загальні вимоги до комплектності і оформлення комплектів документів на типові і групові технологічні процеси (операції).

18. ДСТ 14.201-83 Забезпечення технологічності конструкції виробів. Загальні вимоги.

19. ДСТУ 2232-93 Базування та бази в машинобудуванні. Терміни та визначення.

20. Методичні вказівки до виконання бакалаврських робіт освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр. Для студентів, що навчаються за напрямом підготовки 6.050503 – Машинобудування зі спеціальності – Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів / Уклад. Тараненко Г.В. – Сєверодонецьк, СНУ ім. В. Даля, 2015. – 23 с.

ДОДАТКИ