

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу механічного оброблення
маточини 87744-38075

Виконав: студент IV курсу, групи МП-41
спеціальності 131 “Прикладна механіка”

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Кузьмін І.Л.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Окіпний І.Б.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Дячун А.Є.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Окіпний І.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи боакалавра на тему:

“Розроблення технологічного процесу механічного оброблення маточини 87744-38075” студента групи МП-41 Кузьміна І.Л. Керівник роботи - кандидат техн. наук, доцент Окіпний І.Б.

Мета роботи – підвищити продуктивність базового технологічного процесу механічного оброблення маточини 87744-38075.

У першій частині, аналізуючи проведені розрахунки за критеріями та кількісними показниками, деталь є технологічною. Проведено аналіз креслення та технічних вимог деталі. Аналізуючи базовий технологічний процес, що використовується для виготовлення деталі, встановлено його відповідність середньосерійному типу виробництва, що пов'язано із використанням універсального технологічного обладнання без напівавтоматів.

Річна програма випуску 120000 шт, що вказана у завданні, відповідає масовому типу виробництва., тому у проектному технологічному процесі запроваджено зміни для підвищення його продуктивності.

У другій частині визначено тип виробництва – масовий на основі даних штучного часу на кожну із операцій базового технологічного процесу. Метод ґрунтується на визначенні коефіцієнта закріплення операцій, що відповідає певному типу виробництва.

Коефіцієнт використання матеріалу при виготовленні заготовки литвом в кокіль із сталі 35Л є вищим ніж для штампування на кривошипному гарячештампувальному пресі із сталі 35, тому для розроблення технологічного процесу виготовлення деталі “Маточина” 87744-38075 вибрано литво в кокіль.

Проведено вибір обладнання, інструментів, розраховано припуски, режими різання та технічні норми часу. Розроблено технологічний процес механічного оброблення маточини 87744-38075.

У третій частині для обробки отворів деталі на 020 вертикально-свердлильній операції проведено проектування спеціального кондуктора, що працює в комплекті із чотирьохшпindelною свердлильною головкою.

У четвертій частині розглянуто питання охорони праці.

ЗМІСТ

Вступ	
1 Загально-технічна частина	
1.1. Службове призначення деталі	
1.2. Аналіз технічних вимог деталі.....	
1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі.....	
1.4. Аналіз базового технологічного процесу.....	
1.5. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу.....	
2 Технологічна частина	
2.1. Визначення типу виробництва.....	
2.2. Вибір способу одержання заготовки.....	
2.3. Вибір технологічних баз.....	
2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі.....	
2.5. Визначення припусків на оброблення.....	
2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу.....	
3 Конструкторська частина	
3.1. Розрахунок точності пристосування для механічного оброблення деталі.....	
3.2. Розрахунок силових параметрів пристосування для механічного оброблення деталі.....	
4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	
4.1. Комплекс заходів електробезпеки на ділянці механічної обробки деталей.....	
4.2. Нормативно-правове та стандартизоване забезпечення системи охорони праці на підприємстві.....	
Висновки.....	
Перелік посилань.....	
Додатки	

ВСТУП

У кваліфікаційній роботі проведено проектування технологічного процесу механічного оброблення деталі “Маточина” 87744-38075 для умов масового типу виробництва. Деталь є однією із складових частин редуктора, що встановлюється на викопуючому дисковому пристрої комбайна, який призначений для викопування цукрових буряків. Маточина 87744-38075 призначена для передачі обертового руху та крутних моментів між редукторами, а також виконавчим робочим елементам шнекового очисника, при викопуванні цукрових буряків. Деталь відповідно до креслення виготовляється із сталі 35 або сталі 35Л.

Базовий технологічний процес, що використовується для виготовлення деталі “Маточина” 87744-38075 відповідає середньосерійному типу виробництва, що пов’язано із використанням універсального технологічного обладнання без напівавтоматів. Річна програма випуску, що вказана у завданні, відповідає масовому типу виробництва. Тому при розробленні проектного технологічного процесу необхідно внести такі зміни: для виготовлення заготовки використовувати метод литва в кокіль із заміною матеріалу деталі із сталі 35 на сталь 35Л; для розточування центрального отвору, проточування циліндричних поверхонь та підрізання торців використовувати токарний багатошпиндельний вертикальний напівавтомат із багатоінструментальними наладками замість трьох токарно-гвинторізних верстатів; для свердління чотирьох отворів та формування на них фасок можна використовувати вертикально-свердлильні верстати із багатошпиндельними свердлильними головками.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Службове призначення деталі

Деталь “Маточина” 87744-38075 є однією із складових частин редуктора, що встановлюється на викопуючому дисковому пристрої комбайна, який призначений для викопування цукрових буряків. Через редуктор здійснюється привід редукторів шнекового очисника. Маточина 87744-38075 призначена для передачі обертового руху та крутних моментів між редукторами, а також виконавчим робочим елементам шнекового очисника, при викопуванні цукрових буряків.

За допомогою отвору $\varnothing 40H7^{(+0,025)}$ і шпонкового пазу $12Js9(\pm 0,021)$ маточина встановлюється на вал-шестерню зі шпонкою, за допомогою якої передається обертання від вала-шестерні на маточину. В отвір $\varnothing 70^{+0,12}_{-0,06}$ встановлюється фланець карданного вала. Чотири отвори $\varnothing 12,1H12^{(+0,18)}$ призначені для з’єднання маточини із фланцем карданного вала за допомогою болтів. В торці $55_{-0,3}$ та $52_{-0,3}$ впирається фланець карданного вала.

До основних поверхонь належать отвори $\varnothing 40H7$ і $\varnothing 70^{+0,12}_{-0,06}$, а також шпонковий паз $12Js9$.

До другорядних відносяться чотири отвори $\varnothing 12,1H12$; поверхні $\varnothing 78_{-0,5}$ та $\varnothing 124h14$; торці $8h14$, $52_{-0,3}$ і $55_{-0,3}$ та інші, що визначають конфігурацію маточини, забезпечують її жорсткість та необхідні технічні вимоги. Частина поверхонь не піддається різанню.

Деталь “Маточина” 87744-38075 виготовляється із сталі 35, до складу якої входять домішки марганцю і кремнію. Необхідність застосування такого матеріалу визначається міцністю деталі при передачі крутного моменту. Сталь має середні показники границі текучості та міцності, добре піддається різанню та пластичній деформації.

У таблицях 1.1 та 1.2 детальніше наведено інформацію про хімічний склад та характеристики механічних випробувань сталі 35.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 35, %

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
			не більше				
0,32–0,40	0,50–0,80	0,17–0,37	0,035	0,04	0,25	0,30	0,30

Таблиця 1.2 – Характеристики механічних випробувань сталі 35

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	ψ , %	a_H , Дж/см ²	НВ	
не менше					гарячекатаної	відпаленої
540	320	20	45	70	207	168

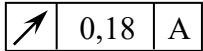
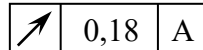
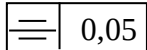
1.2. Аналіз технічних вимог деталі

З метою розроблення технологічного процесу виготовлення деталі “Маточина” 87744-38075 проведено вивчення технічних вимог та показників якості поверхонь деталі на основі аналізу креслення. Кожній із поверхонь присвоєно номери та описано технічні вимоги, що відображено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Аналіз технічних вимог та показників якості поверхонь деталі “Маточина” 87744-38075

Позначення поверхні (поверхонь)	Зміст технічної вимоги	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
1	ø124h14, Ra25	Чорнове обточування при поздовжній подачі	Штангенциркуль Взірці шорсткості
2, 12, 21	1×45°±IT14/2, Ra25	Чорнове точіння	Шаблон 1×45° фасковий спеціальний Взірці шорсткості

Закінчення таблиці 1.3

1	2	3	4
3, 20	55 _{-0,3} ;  Ra12,5; Ra25	Напівчистове підрізання торців	Штангенциркуль Взірці шорсткості Биттемір
4	52 _{-0,3} ; Ra25	Напівчистове розточування	Штангенциркуль Взірці шорсткості
5	ø40H7; Ra0,8	Протягування	Калібр-пробка двохсторонній- двохграничний 40H7 Взірці шорсткості
6	ø70 ^{+0,12} _{-0,06} ,  Ra6,3	Напівчисте розточування	Штангенциркуль Взірці шорсткості Биттемір
7	0,5×45°±IT14/2; Ra25	Чорнове розточування	Штангенциркуль Шаблон 0,5×45° спеціальний Взірці шорсткості
13	8h14; Ra25	Напівчистове підрізання торця при поперечній подачі	Штангенциркуль Взірці шорсткості
14,15,16,17	1×45°±IT14/2; Ra25	Зенкування	Шаблон 1×45° фасковий спеціальний Взірці шорсткості
22	43,3 ^{+0,2} , Ra12,5; 12Js9, Ra6,3; 	Протягування	Калібр шпонковий 12Js9 пазовий спеціальний Калібр-пробка шпонковий комплексний
8, 9, 10,11	ø12,1H12; ø96±0,07; ∠ 80°±5'; Ra12,5	Свердління по кондуктору	Штангенциркуль Калібр-розташування спеціальний ø96±0,07; ∠ 80°±5'

1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

При аналізі технологічності деталі “Маточина” 87744-38075 враховано те, що програма випуску дорівнює 120000 шт. та відповідає великосерійному типу виробництва. В процесі аналізу розглянуто вимоги до точності, шорсткості поверхонь, торцевого та радіального биття циліндричних поверхонь, відхилення від симетричності шпоночного паза відносно центрального твору та інші технічні вимоги.

Матеріал деталі сталь 35 має середні показники границі текучості та міцності, добре піддається різанню та пластичній деформації, має порівняно низьку вартість. Застосування такого матеріалу дозволяє використовувати для виготовлення заготовки прокат та різні методи об'ємного пластичного деформування, зокрема штампування на кривошипному гарячештампувальному пресі. Для одержання можливості виготовлення заготовки методами литва необхідно замінити сталь 35 на сталь 35Л.

В даній деталі наявні поверхні для використання їх як технологічні бази. Важкодоступних поверхонь деталь немає, а до важкооброблюваних відноситься отвір $\varnothing 40H7$. Поверхні зручні і доступні для контролю. Конструкція даної деталі не є складною і не вимагає спрощення або зміни, навіть при умові зміни типу виробництва. Конструкція деталі не передбачає необхідності створення штучних технологічних баз для здійснення механічної обробки деталі. Для технологічних баз використовуються як зовнішні циліндричні і торцеві поверхні деталі, так і внутрішні циліндричні.

Жорсткість деталі достатня для прикладання зусиль затиску пристроями із механічним приводом. Для забезпечення торцевого та радіального биття відносно центрального отвору в межах допуску на перших операціях доцільно проводити розточування отвору 5, підрізання торців 20, 13 за одну установку. При цьому отвір 5 та торцеві поверхні будуть основними базами на наступних операціях.

Для оброблення отворів, торців можливе використання стандартних інструментів, зокрема різців, свердл, зенківок, шліфувальних кругів, протяжок а також як обладнання можна використовувати напівавтомати з багатоінструментальними наладками.

Враховуючи вищевказане, за якісними показниками деталь “Маточина” 87744-38075 є технологічною.

Також проведено розрахунок технологічності деталі “Маточина” 87744-38075 за трьома кількісними показниками: коефіцієнтом точності, коефіцієнтом шорсткості та коефіцієнтом уніфікації, відповідно до відомих методик та даних із табл. 1.3.

Коефіцієнт точності обробки:

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{T_{\text{cp}}}, \quad (1.1)$$

$$T_{\text{cp}} = \frac{14 \cdot 11 + 13 \cdot 1 + 12 \cdot 7 + 11 \cdot 2 + 9 \cdot 2 + 7 \cdot 1}{11 + 1 + 7 + 2 + 2 + 1} = 12,42;$$

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{12,42} = 0,92.$$

При $K_{\text{т.ч.}} = 0,92 > 0,8$ деталь “Маточина” 87744-38075 є технологічною.

Коефіцієнт шорсткості:

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{B_{\text{cp}}}, \quad (1.2)$$

$$B_{\text{cp}} = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{2 \cdot 14 + 3 \cdot 6 + 4 \cdot 3 + 7 \cdot 1}{14 + 6 + 3 + 1} = 2,71,$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{2,71} = 0,37.$$

При $K_{\text{ш}} = 0,37 > 0,16$ деталь “Маточина” 87744-38075 є технологічною.

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{\text{уе}} = \frac{21}{24} = 0,88.$$

При $K_{yc} = 0,88 > 0,6$ деталь “Маточина” 87744-38075 є технологічною.

Аналізуючи проведені розрахунки за критеріями та кількісними показниками, деталь “Маточина” 87744-38075 є технологічною.

1.4. Аналіз базового технологічного процесу

Для аналізу базового технологічного процесу у таблиці 1.4 зібрано дані про операції в послідовності їх виконання та про технологічне устаткування базового технологічного процесу, що використовується для виготовлення деталі “Маточина” 87744-38075.

Таблиця 1.4 – Дані про операції та технологічне устаткування базового технологічного процесу виготовлення деталі “Маточина” 87744-38075

Назва і номер операції	Обладнання	Прийоми
1	2	3
005 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2170	Патрон трьохкулачковий спіральний-рейковий Кулачки спеціальні
010 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2170	Патрон трьохкулачковий спіральний-рейковий Кулачки спеціальні
015 Горизонтально-протяжна	Горизонтально-протяжний верстат 7Б55	Планшайба з комплекту верстата. Планшайба сферична
020 Горизонтально-протяжна	Горизонтально-протяжний верстат 7Б55	Планшайба з комплекту верстата. Адаптер спеціальний
025 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 16К20	Цангово-розтискна оправка спеціальна
030 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 16К20	Цангово-розтискна оправка спеціальна
035 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 16К20	Цангово-розтискна оправка спеціальна
040 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2Н150	Кондуктор спеціальний

Закінчення таблиці 1.4

1	2	3
045 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2Н150	Спеціальне пристосування з базуванням на циліндричний палець і площину

Враховуючи середньосерійний тип виробництва базового технологічного процесу, можна зробити такі висновки щодо існуючого технологічного процесу: технологічні бази вибрані правильно для виконання чорнової і чистової обробки та дозволяють досягнути технічні вимоги деталі; кількість та послідовність технологічних операцій забезпечує досягнення заданої точності і шорсткості поверхонь деталі; устаткування за параметрами точності, ступенем спеціалізації відповідає середньосерійному типу виробництва і габаритам деталі; при контролі поверхонь деталі використовуються універсальні вимірювальні інструменти; диференціація операцій технологічного процесу відповідає вказаному типу виробництва.

1.5. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу

У розділі праналізовано креслення та технічні вимоги деталі “Маточина” 87744-38075 як однієї із складових частин редуктора, що встановлюється на викопуючому дисковому пристрої комбайна, який призначений для викопування цукрових буряків.. Проведено вивчення технічних вимог деталі, аналізуючи креслення. Аналізуючи проведені розрахунки за критеріями та кількісними показниками, деталь “Маточина” 87744-38075 є технологічною.

Матеріал деталі сталь 35 має середні показники границі текучості та міцності, добре піддається різанню та пластичній деформації, має порівняно низьку вартість. Застосування такого матеріалу дозволяє використовувати для виготовлення заготовки прокат та різні методи об’ємного пластичного

деформування, зокрема штампування на кривошипному гарячештампувальному пресі. Для одержання можливості виготовлення заготовки методами литва необхідно замінити сталь 35 на сталь 35Л.

Для забезпечення торцевого та радіального биття відносно центрального отвору в межах допуску на перших операціях доцільно проводити розточування отвору 5, підрізання торців 20, 13 за одну установку. При цьому отвір 5 та торцеві поверхні будуть основними базами на наступних операціях.

Для оброблення отворів, торців можливе використання стандартних інструментів, зокрема різців, свердл, зенків, шліфувальних кругів, протяжок а також як обладнання можна використовувати напівавтомати з багатоінструментальними наладками.

Аналізуючи базовий технологічний процес, що використовується для виготовлення деталі “Маточина” 87744-38075, встановлено його відповідність середньосерійному типу виробництва. Річна програма випуску 120000 шт, що вказана у завданні, відповідає масовому типу виробництва. Тому у проектному технологічному процесі необхідно запровадити такі зміни:

- для виготовлення заготовки використовувати метод литва в кокіл із заміною матеріалу деталі із сталі 35 на сталь 35Л;

- для розточування центрального отвору, проточування циліндричних поверхонь та підрізання торців можна використовувати токарний багатошпиндельний вертикальний напівавтомат із багатоінструментальними наладками замість трьох токарно-гвинторізних верстатів;

- для свердління чотирьох отворів та формування на них фасок можна використовувати вертикально-свердлильні верстати із багатошпиндельними свердлильними головками.

Зміни базового технологічного процесу дозволяють підвищити продуктивність виготовлення деталі “Маточина” 87744-38075 для умов масового типу виробництва.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Визначення типу виробництва

Наближено тип виробництва деталі “Маточина” 87744-38075 для програми випуску $N = 120000$ шт. і маси $m = 1,3$ кг, визначений табличним методом, є масовий.

Використовуючи дані штучного часу на кожну із операцій базового технологічного процесу, проводимо точний розрахунок типу виробництва аналітичним методом для встановлення умов проектування нового технологічного процесу. Метод ґрунтується на визначенні коефіцієнта закріплення операцій, що відповідає певному типу виробництва.

У таблиці 2.1. представлено дані про штучний час для операцій базового технологічного процесу виготовлення деталі “Маточина” 87744-38075.

Таблиця 2.1 – Дані про штучний час для операцій базового технологічного процесу виготовлення деталі “Маточина” 87744-38075

Операція	$T_{шт.}$
1	2
005 Вертикально-свердлильна	2,08 хв
010 Вертикально-свердлильна	2,94 хв
015 Горизонтально-протяжна	0,52 хв
020 Горизонтально-протяжна	0,58 хв
025 Токарно-гвинторізна	2,2 хв
035 Токарно-гвинторізна	4,98 хв
045 Токарно-гвинторізна	1,36 хв
050 Вертикально-свердлильна	0,83 хв
055 Вертикально-свердлильна	1,404 хв

Кількість верстатів, що використовуються для кожної операції при заданій програмі випуску N [1]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{зн}}, \quad (2.1)$$

де F_d – час на роботу обладнання, $F_d = 3979$ год;

$$\eta_{зн.} = 0,75.$$

$$m_{p1} = \frac{120000 \cdot 2,08}{60 \cdot 3979 \cdot 0,7} = 1,49, P_{005} = 2 \text{ верстати};$$

$$m_{p2} = \frac{120000 \cdot 2,94}{60 \cdot 3979 \cdot 0,7} = 2,11, P_{010} = 3 \text{ верстати};$$

$$m_{p3} = \frac{120000 \cdot 0,52}{60 \cdot 3979 \cdot 0,7} = 0,42, P_{015} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p4} = \frac{120000 \cdot 0,58}{60 \cdot 3979 \cdot 0,7} = 0,42, P_{020} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p5} = \frac{120000 \cdot 2,2}{60 \cdot 3979 \cdot 0,7} = 1,58, P_{025} = 2 \text{ верстати};$$

$$m_{p6} = \frac{120000 \cdot 4,98}{60 \cdot 3979 \cdot 0,7} = 3,58, P_{030} = 5 \text{ верстатів};$$

$$m_{p7} = \frac{120000 \cdot 1,36}{60 \cdot 3979 \cdot 0,7} = 0,98, P_{035} = 2 \text{ верстати};$$

$$m_{p8} = \frac{120000 \cdot 0,83}{60 \cdot 3979 \cdot 0,7} = 0,6, P_{040} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p9} = \frac{120000 \cdot 1,404}{60 \cdot 3979 \cdot 0,7} = 1,01, P_{045} = 2 \text{ верстати}.$$

Фактичні коефіцієнти завантаження обладнання [1]:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}, \quad (2.2)$$

$$\eta_{з.ф.005} = \frac{1,49}{2} = 0,75.$$

$$\eta_{з.ф.010} = \frac{2,11}{3} = 0,7.$$

$$\eta_{3.ф.015} = \frac{0,42}{1} = 0,42.$$

$$\eta_{3.ф.020} = \frac{0,42}{1} = 0,42.$$

$$\eta_{3.ф.025} = \frac{1,58}{3} = 0,53.$$

$$\eta_{3.ф.030} = \frac{3,58}{5} = 0,72.$$

$$\eta_{3.ф.035} = \frac{0,98}{2} = 0,49.$$

$$\eta_{3.ф.040} = \frac{0,6}{1} = 0,6.$$

$$\eta_{3.ф.045} = \frac{1,01}{2} = 0,51.$$

Кількість операцій, що виконуються на робочому місці [1]:

$$O = \frac{\eta_{3.н.}}{\eta_{3.ф.}}, \quad (2.3)$$

$$O_{005} = \frac{0,7}{0,75} = 0,93. \quad O_{005} = 1 \text{ операція};$$

$$O_{010} = \frac{0,7}{0,7} = 1. \quad O_{010} = 1 \text{ операція};$$

$$O_{015} = \frac{0,7}{0,42} = 1,67. \quad O_{015} = 2 \text{ операції};$$

$$O_{020} = \frac{0,7}{0,42} = 1,67. \quad O_{020} = 2 \text{ операції};$$

$$O_{025} = \frac{0,7}{0,53} = 1,32. \quad O_{025} = 2 \text{ операції};$$

$$O_{030} = \frac{0,7}{0,72} = 0,97. \quad O_{030} = 1 \text{ операція};$$

$$O_{035} = \frac{0,7}{0,49} = 1,43. \quad O_{035} = 2 \text{ операції};$$

$$O_{040} = \frac{0,7}{0,6} = 1,17. O_{040} = 2 \text{ операції};$$

$$O_{045} = \frac{0,75}{0,51} = 1,47. O_{045} = 2 \text{ операції}.$$

Коефіцієнт закріплення операцій [1]:

$$K_{з.о.} = \frac{1+1+2+2+2+1+2+2+2}{2+3+1+1+3+5+2+1+2} = 0,75.$$

Для $K_{з.о.} = 0,75$ тип виробництва – масовий.

2.2. Вибір способу одержання заготовки

Матеріал деталі “Маточина” 87744-38075 сталь 35 має середні показники границі текучості та міцності, добре піддається різанню та пластичній деформації, має порівняно низьку вартість. Застосування такого матеріалу дозволяє використовувати для виготовлення заготовки прокат та різні методи об’ємного пластичного деформування, зокрема штампування на кривошипному гарячештампувальному пресі. Для одержання можливості виготовлення заготовки методами литва необхідно замінити сталь 35 на сталь 35Л.

Порівняння двох методів виготовлення заготовок виконуємо за коефіцієнтом використання матеріалу. Розглянуто такі способи виготовлення заготовки:

1) штампування на кривошипному гарячештампувальному пресі для сталі 35;

2) литво в кокіль для сталі 35Л.

Клас точності штамповки на кривошипному гарячештампувальному пресі – Т4; група сталі – М2.

Ступінь складності заготовки дорівнює відношенню маси штамповки $m_{ш}$ до маси $m_{ф}$ геометричної фігури, в яку вписана заготовка:

$$C = \frac{m_{\text{ш}}}{m_{\text{ф}}}, \quad (2.4)$$

Приблизна маса штамповки:

$$m_{\text{ш}} = m_{\text{д}} \cdot \kappa_{\text{р}}, \quad (2.5)$$

де $\kappa_{\text{р}}$ – коефіцієнт для приблизного визначення маси штамповки, $\kappa_{\text{р}} = 1,65$ [7];
 $m_{\text{д}} = 1,3$ кг – маса деталі.

Отже, $m_{\text{ш}} = m_{\text{д}} \cdot \kappa_{\text{р}} = 1,3 \cdot 1,65 = 2,15$ кг.

Маса $m_{\text{ф}}$ геометричної фігури, в яку вписана заготовка:

$$m_{\text{ф}} = V_{\text{з}} \cdot \rho, \quad (2.6)$$

де ρ – густина матеріалу, $\rho = 7,85$ г/см³.

Об'єм геометричної фігури

$$V_{\text{ф}} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot H}{4}, \quad (2.7)$$

$$V_{\text{ф}} = \frac{\pi \times d^2}{4} \times H = \frac{3,14 \cdot 124^2}{4} \cdot 55 = 663858,8 \text{ мм}^3 = 663,86 \text{ см}^3.$$

$$m_{\text{ф}} = 663,86 \cdot 1,05 \cdot 7,8 = 5437,01 \text{ г} = 5,44 \text{ кг}.$$

Тоді група складності штамповки: $C = \frac{2,15}{5,44} = 0,4$.

Заготовка штамповка відноситься до ступеня складності С3.

Вихідний індекс заготовки для Т4, М2, С3 та $m_{\text{д}} = 1,3$ кг – 14.

Для способу виготовлення заготовки литво в кокіль із сталі 35Л: 6 клас точності розмірів; 2 ряд припусків.

Результати розрахунку двох варіантів загальних припусків деталі “Маточина” 87744-38075 представлено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку двох варіантів загальних припусків деталі “Маточина” 87744-38075

Оброблювана поверхня, її розмір, точність	Параметр шорсткості деталі, мкм	Допуск заготовки, мм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки з граничними відхиленнями
штампування на кривошипному гарячештампувальному пресі для сталі 35				
ø124h14	Ra25	2,5	1,5×2=3,0	ø127 ^{+1,6} _{-0,9}
55 _{-0,3}	Ra12,5	2,2	1,4×2=2,8	57,8 ^{+1,4} _{-0,8}
литво в кокіль для сталі 35Л				
ø124h14	Ra25	0,8	1,3×2=2,6	ø126,6±0,4
ø40H7	Ra0,8	0,56	1,6×2=3,2	ø36,8±0,28
55 _{-0,3}	Ra12,5	0,64	1,3×2=2,6	57,6±0,32

На основі креслення деталі виконуємо проектування заготовок при формуванні двома вказаними методами. Креслення двох варіантів виготовлення заготовки представлено на рис. 2.1 (штампування на кривошипному гарячештампувальному пресі для сталі 35) та на рис. 2.2 (литво в кокіль для сталі 35Л).

Масу заготовки, одержану литвом в кокіль визначаємо на основі комп'ютерної моделі $Q_2 = 1,59$ кг.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_b = \frac{q}{Q}, \quad (2.8)$$

– штампування на кривошипному гарячештампувальному пресі із сталі 35:

$$K_{b1} = \frac{1,3}{2,15} = 0,6;$$

– для литва в кокіль із сталі 35Л:

$$K_{в2} = \frac{1,3}{1,59} = 0,82.$$

Отже, коефіцієнт використання матеріалу литва в кокіль із сталі 35Л є вищим ніж для штампування на кривошипному гарячештампувальному пресі із сталі 35, тому для розроблення технологічного процесу виготовлення деталі “Маточина” 87744-38075 вибираємо литво в кокіль.

2.3. Вибір технологічних баз

Для механічного оброблення поверхонь деталі “Маточина” 87744-38075 використовуються чорнові та чистові бази. Для забезпечення торцевого та радіального биття відносно центрального отвору в межах допуску на перших операціях доцільно проводити розточування отвору 5, підрізання торців 20, 13 за одну установку. При цьому отвір 5 та торцеві поверхні будуть основними базами на наступних операціях.

На першій операції виконується базуванням деталі по зовнішньому торцю і зовнішній циліндричній поверхні у патроні на першій індексації та по торцю і внутрішній циліндричній поверхні на спеціальній цанговій розтискній оправці на другій індексації.

На другій операції виконується базуванням деталі по зовнішньому торцю і по зовнішній циліндричній поверхні.

На третій операції виконується базуванням деталі по торцю і внутрішній циліндричній поверхні.

На четвертій та п'ятій операціях виконується базуванням деталі по торцю, внутрішній циліндричній поверхні та шпоночному пазу у спеціальних кондукторах.

2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі

З метою проектування операційної технології оброблення деталі “Маточина” 87744-38075 розроблено три варіанти оброблення її поверхонь. На

основі цих варіантів сформовано остаточний маршрут механічного оброблення деталі, що забезпечує формування геометричних параметрів поверхонь із мінімальними переходами та використанням токарного напівавтомата, внутрішньошліфувального напівавтомата та багатошпиндельних головок на вертикально-свердлильних верстатах.

Варіанти оброблення поверхонь деталі “Маточина” 87744-38075 представлено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Маршрути оброблення деталі “Маточина” 87744-38075

№ пов.	Вид поверхні, позначення	Вихідні параметри деталі		Варіанти методів, маршрутної обробки поверхонь		
		Квалітет	Шорсткість, мкм	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7
1	Циліндрична зовнішня поверхня $\varnothing 124h14$	14	Ra25	Точіння при поздовжній подачі чорнове		
2, 12	Фаска зовнішня $1 \times 45^\circ$	14	Ra25	Точіння при поздовжній подачі чорнове	Точіння при поперечній подачі чорнове	
3, 20	Торцева поверхня $55_{-0,3}$	12	Ra12,5 Ra25	Точіння при поперечній подачі чорнове. Точіння при поперечній подачі напівчистове	Фрезерування циліндричною фрезою чорнове. Фрезерування циліндричною фрезою напівчистове	Фрезерування торцевою фрезою чорнове
4	Торцева поверхня $52_{-0,3}$	12	Ra25	Розточування чорнове. Розточування напівчистове.		

Закінчення таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7
5	Циліндрична внутрішня поверхня $\varnothing 40H7$	7	Ra0,8	Розточування напівчистове. Розвертання чорнове. Розвертання чистове.	Розточування напівчистове. Шліфування кругле внутрішнє напівчистове. Шліфування кругле внутрішнє чистове	Зенкерування чорнове. Протягування
6	Циліндрична внутрішня $\varnothing 70^{+0,12}_{-0,06}$	11	Ra6,3	Розточування чорнове. Розточування напівчистове.		
7	Фаска внутрішня $0,5 \times 45^\circ$	14	Ra25	Розточування чорнове.	Точіння при поперечній подачі чорнове.	
8, 9, 10, 11	Циліндрична внутрішня поверхня $\varnothing 12,1H12$	12	Ra12,5	Свердління по кондуктору.	Центрування. Свердління.	
13	Торцева поверхня 8h14	14	Ra25	Точіння при поперечній подачі чорнове. Точіння при поперечній подачі напівчистове.		
14, 15, 16, 17	Фаска внутрішня $1 \times 45^\circ$	14	Ra25	Зенкування.		
18	Циліндрична зовнішня $\varnothing 78_{-0,5}$	13	Ra25	Проточування при поперечній подачі чорнове. Проточування при поперечній подачі напівчистове.		

Із варіантів табл. 2.4 оброблення деталі сформовано операційну технологію, що відповідає масовому типу виробництва. Для розточування центрального отвору, проточування циліндричних поверхонь та підрізання торців використовується токарний багатошпиндельний вертикальний напівавтомат із багаотоінструментальними наладками замість трьох токарно-гвинторізних верстатів. Для одночасного свердління чотирьох отворів та формування на них фасок використовуються вертикально-свердлильні верстати із багатошпиндельними свердлильними головками. Операція протягування центрального отвору замінена на операцію внутрішнього шліфування.

005 Токарна напівавтоматна

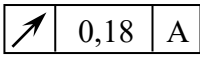
1. Встановити заготовку, закріпити, зняти деталь.
2. Перевстановити заготовку, закріпити, зняти деталь.
3. Підрізати торець 13, витримуючи розмір $h=9,55_{-0,58}$; точити зовнішню поверхню 18, витримуючи розмір $\phi 78,45_{-1,2}$; підрізати торець 20, витримуючи розмір $h=56,6_{-1,2}$ з універсального супорта одночасно.
4. Розточити отвір 6, витримуючи розмір $\phi 68^{+0,74}$; підрізати торець 4, витримуючи розмір $h=52,25_{-0,74}$; точити зовнішню поверхню 1, витримуючи розмір $\phi 124_{-1}$ з паралельного супорта одночасно.
5. Підрізати остаточно торець 13, витримуючи розмір $h=9,3_{-0,36}$; точити остаточно зовнішню поверхню 18, витримуючи розмір $\phi 78_{-0,5}$; точити фаску 19, витримуючи розмір $1,6 \times 45^\circ$; підрізати остаточно торець 20, витримуючи розміри $h=56,3_{-0,3}$,

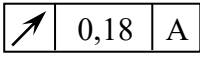
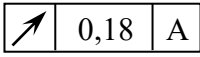
	0,18	A
---	------	---

 з універсального супорта одночасно.
6. Розточити остаточно отвір 6, витримуючи розміри $\phi 70^{+0,12}_{-0,06}$, підрізати остаточно торець 4, витримуючи розмір $h=52_{-0,3}$; підрізати торець 3, витримуючи розміри $h=55,3_{-1,2}$,

	0,18	A
---	------	---

 універсального супорта одночасно.
7. Розточити остаточно наскрізний отвір 5, витримуючи розмір $\phi 39,54^{+0,16}$; розточити фаску 21, витримуючи розмір $1 \times 45^\circ$; точити фаску 12, витримуючи розмір $1 \times 45^\circ$ з вертикального супорта одночасно.

8. Точити фаску 2, витримуючи розмір $1 \times 45^\circ$; підрізати остаточно торець 3, витримуючи розміри $h=55_{-0,3}$,  ; розточити фаску 7, витримуючи розмір $0,5 \times 45^\circ$ з універсального супорта одночасно.

Перевірити розміри: $55_{-0,3}$; $52_{-0,3}$; $8_{-0,36}$; $\phi 124_{-1}$; $\phi 78_{-0,5}$; $\phi 70_{-0,06}^{+0,12}$; $\phi 39,54_{-0,06}^{+0,16}$; торцеве биття  радіальне биття . Контроль 20%.

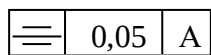
010 Внутрішньошліфувальна

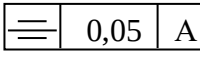
2. Шліфувати наскрізний отвір 5, витримуючи розмір $\phi 40H7(^{+0,025})$.

4. Перевірити розмір $\phi 40H7(^{+0,025})$. Контроль 20%.

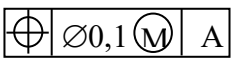
015 Горизонтально-протяжна

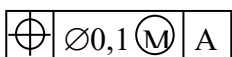
2. Протягнути шпонковий паз 22, витримуючи розміри $12Js9$; $43,3^{+0,2}$;



4. Перевірити розміри: $12Js9$; $43,3^{+0,2}$;  Контроль 20%.

020 Вертикально-свердлильна

2. Свердлити одночасно чотири наскрізних отвори 8, 9, 10, 11, витримуючи розміри $\phi 12,1H12(^{+0,18})$; $\phi 96 \pm 0,07$; $\angle 80^\circ \pm 5'$;  Контроль 20%.

4. Перевірити розміри: $\phi 12,1H12(^{+0,18})$; $\phi 96 \pm 0,07$; $\angle 80^\circ \pm 5'$; 

025 Вертикально-свердлильна

2. Зенкувати одночасно чотири фаски 14, 15, 16, 17, витримуючи розмір $1 \times 45^\circ$.

4. Перевірити розмір $1 \times 45^\circ$. Контроль 20%.

Операція 030 Контроль.

2.5. Визначення припусків на оброблення

У таблиці 2.5 представлено результати визначення загальних припусків на механічне оброблення деталі “Маточина” 87744-38075 а також проміжних припусків для виконання переходів проектного технологічного процесу, що здійснено, використовуючи табличний та аналітично-розрахунковий методи, які дозволяють забезпечити необхідні технічні вимоги.

Таблиця 2.5 – Припуски оброблення деталі “Маточина” 87744-38075

Технологічні операції і переходи обробки деталей	Квалітет (клас точності)	Шорсткість, мкм	Допуск, мм	Припуск, мм	Операційні (проміжні) розміри із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6
Циліндрична зовнішня поверхня $\varnothing 124h14$					
Точіння при поздовжній подачі чорнове	14	Ra25	1	$1,3 \times 2 = 2,6$	$\varnothing 124h14_{(-1)}$
Заготовка	6-ий	Rz200	0,8	$1,3 \times 2 = 2,6$	$\varnothing 126,6 \pm 0,4$
Циліндрична зовнішня поверхня $\varnothing 78_{-0,5}$					
Точіння при поперечній подачі напівчистове	13	Ra25	0,5	$0,225 \times 2 = 0,45$	$\varnothing 78_{-0,5}$
Точіння при поперечній подачі чорнове	15	Ra32	1,2	$24,075 \times 2 = 48,15$	$\varnothing 78,45h15_{(-1,2)}$
Заготовка	6-ий	Rz200	0,8	$24,3 \times 2 = 48,6$	$\varnothing 126,6 \pm 0,4$
Циліндрична внутрішня поверхня $\varnothing 70^{+0,12}_{-0,06}$					
Розточування напівчистове	11	Ra6,3	0,18	$1 \times 2 = 2$	$\varnothing 70^{+0,12}_{+0,06}$
Розточування чорнове	14	Ra12,5	0,74	$14,23 \times 2 = 28,46$	$\varnothing 68H14^{(+0,74)}$
Заготовка	11	Rz32	0,16	$15,23 \times 2 = 30,46$	$\varnothing 39,54^{+0,16}$
Торцева поверхня $55_{-0,3}$					
Точіння при поперечній подачі напівчистове	12	Ra12,5	0,3	$0,3 \times 2 = 0,6$	$55_{-0,3}$
Точіння при поперечній подачі чорнове	15	Ra25	1,2	$1 \times 2 = 2$	$55,6h15_{(-1,2)}$
Заготовка	6-ий	Rz200	0,64	$1,3 \times 2 = 2,6$	$57,6 \pm 0,32$

Закінчення таблиці 2.5

Торцева поверхня 52 _{-0,3}					
Розточування напівчистове	12	Ra25	0,3	0,25	52 _{-0,3}
Розточування чорнове	14	Ra25	0,74	4,05	52,25h14 _(-0,74)
Заготовка	6-ий	Rz200	0,3	4,3	56,3 _{-0,3}

На рис. 2.3. графічно представлено розподіл припусків та допусків при виконанні переходів оброблення отвору $\varnothing 40H7$ на 005 токарній напівавтоматній та 010 внутрішньошліфувальній операціях.

2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу

Розрахунок режимів різання оброблення деталі “Маточина” 87744-38075 проведено для 005 токарної напівавтоматної операції.

005 Операція. Токарна напівавтоматна.

1. Глибина різання для кожного різця на всіх позиціях:

Позиція III: $t_{III\ 1}=2,75\text{мм}$; $t_{III\ 2}=1,0\text{мм}$.

Позиція IV: $t_{IV\ 1}=1,3\text{мм}$; $t_{IV\ 2}=4,05\text{мм}$.

Позиція V: $t_{V\ 1}=0,25\text{мм}$; $t_{V\ 2}=1,6\text{мм}$; $t_{V\ 3}=0,3\text{мм}$.

Позиція VI: $t_{VI\ 1}=1,0\text{мм}$; $t_{VI\ 2}=0,25\text{мм}$.

Позиція VII: $t_{VII\ 1}=1,0\text{мм}$; $t_{VII\ 2}=0,99\text{мм}$; $t_{VII\ 3}=1,0\text{мм}$.

Позиція VIII: $t_{VIII\ 1}=1,0\text{мм}$; $t_{VIII\ 2}=0,3\text{мм}$; $t_{VIII\ 3}=0,5\text{мм}$.

2. Довжина робочих ходів супортів на кожній позиції [14]:

$$L_{p.x.} = l_{різ.} + l_{підв.} + l_{вріз.} + l_{перебігу} + l_{дод.} \quad (2.9)$$

Позиція III:

– для різця 1

$l_{різ.}=24,075\text{мм}$;

$l_{підв.}=3\text{мм}$; $l_{вріз.}=0$; $l_{перебігу}=0$; $l_{дод.}=0$.

$$L_{p.x.III1}=24,075+3=27,075\text{мм}.$$

– для різця 2

$$l_{\text{різ.}}=10,23\text{мм};$$

$$l_{\text{підв.}}=3\text{мм}; l_{\text{вріз.}}=0; l_{\text{перебігу}}=3\text{мм}; l_{\text{дод.}}=0.$$

$$L_{p.x.III2}=10,23+3+3=16,23\text{мм}.$$

Позиція IV:

– для різця 1

$$l_{\text{різ.}}=8,3\text{мм};$$

$$l_{\text{підв.}}=3\text{мм}; l_{\text{вріз.}}=2; l_{\text{перебігу}}=3\text{мм}; l_{\text{дод.}}=0.$$

$$L_{p.x.IV1}=8,3+3+2+3=16,3\text{мм}.$$

– для різця 2

$$l_{\text{різ.}}=14,23\text{мм};$$

$$l_{\text{підв.}}=3\text{мм}; l_{\text{вріз.}}=0; l_{\text{перебігу}}=0; l_{\text{дод.}}=0.$$

$$L_{p.x.IV2}=14,23+3=17,23\text{мм}.$$

Позиція V:

– для різця 1

$$l_{\text{різ.}}=24,3\text{мм};$$

$$l_{\text{підв.}}=3\text{мм}; l_{\text{вріз.}}=0; l_{\text{перебігу}}=0; l_{\text{дод.}}=0.$$

$$L_{p.x.V1}=24,3+3=27,3\text{мм}.$$

– для різця 2

$$l_{\text{різ.}}=1,6\text{мм};$$

$$l_{\text{підв.,вріз.}}=3\text{мм}; l_{\text{перебігу}}=0; l_{\text{дод.}}=0.$$

$$L_{p.x.V2}=1,6+3=4,6\text{мм}.$$

– для різця 3

$$l_{\text{різ.}}=8,63\text{мм};$$

$$l_{\text{підв.}}=3\text{мм}; l_{\text{вріз.}}=1; l_{\text{перебігу}}=3\text{мм}; l_{\text{дод.}}=0.$$

$$L_{p.x.V3}=8,63+3+1+3=15,63\text{мм}.$$

Позиція VI:

– для різця 1

$$l_{\text{різ.}}=27\text{мм};$$

$$l_{\text{підв.}}=3\text{мм}; l_{\text{вріз.}}=1; l_{\text{перебігу}}=3; l_{\text{дод.}}=0.$$

$$L_{\text{р.х.VI1}}=27+3+1+3=34\text{мм}.$$

– для різця 2

$$l_{\text{різ.}}=15,23\text{мм};$$

$$l_{\text{підв.}}=3\text{мм}; l_{\text{вріз.}}=0; l_{\text{перебігу}}=0; l_{\text{дод.}}=0.$$

$$L_{\text{р.х.VI2}}=15,23+3=18,23\text{мм}.$$

Позиція VII:

– для різця 1

$$l_{\text{різ.}}=1,0\text{мм};$$

$$l_{\text{підв.,вріз.}}=3\text{мм}; l_{\text{перебігу}}=0; l_{\text{дод.}}=0.$$

$$L_{\text{р.х.VII1}}=1+3=4,0\text{мм}.$$

– для різця 2

$$l_{\text{різ.}}=56,3\text{мм};$$

$$l_{\text{підв.}}=3\text{мм}; l_{\text{вріз.}}=0; l_{\text{перебігу}}=3; l_{\text{дод.}}=0.$$

$$L_{\text{р.х.VII2}}=56,3+3+3=62,3\text{мм}.$$

– для різця 3

$$l_{\text{різ.}}=1,0\text{мм};$$

$$l_{\text{підв.,вріз.}}=3\text{мм}; l_{\text{перебігу}}=0; l_{\text{дод.}}=0.$$

$$L_{\text{р.х.VII3}}=1+3=4,0\text{мм}.$$

Позиція VIII:

– для різця 1

$$l_{\text{різ.}}=1,0\text{мм};$$

$$l_{\text{підв.,вріз.}}=3\text{мм}; l_{\text{перебігу}}=0; l_{\text{дод.}}=0.$$

$$L_{\text{р.х.VIII1}}=1+3=4,0\text{мм}.$$

– для різця 2

$$l_{\text{різ.}}=27\text{мм};$$

$$l_{\text{підв.}}=3\text{мм}; l_{\text{вріз.}}=1; l_{\text{перебігу}}=3; l_{\text{дод.}}=0.$$

$$L_{\text{р.х. VIII2}}=27+3+1+3=34\text{мм}.$$

– для різця 3

$$l_{\text{різ.}}=0,5\text{мм};$$

$$l_{\text{підв., вріз}}=3\text{мм}; l_{\text{перебігу}}=0; l_{\text{дод.}}=0.$$

$$L_{\text{р.х. VIII3}}=0,5+3=3,5\text{мм}.$$

Вибираємо найбільше значення робочого ходу супорта лімітуючої позиції $L_{\text{р.х. VII}}=62,3\text{мм}$.

3. Визначаємо подачу та підбираємо зубчасті колеса верстата залежно від сумарної глибини різання:

Позиція III:

$$\Sigma t_{\text{III}}=2,75+1=3,75\text{мм}; S_{\text{oIII}}=0,6 \cdot K_S \cdot K_{\text{ВПД}}=0,6 \cdot 1,2 \cdot 1=0,72\text{мм/об},$$

де K_S – коефіцієнт матеріалу деталі, при $\sigma_B=540\text{МПа}$;

K_S – коефіцієнт жорсткості системи ВПД.

За паспортом верстата: $S_{\text{oIIIп}}=0,75\text{мм/об}$.

Підбираємо зубчасті колеса за кількістю зубів:

$$1/f=31/79; d=64; c=32.$$

Позиція IV:

$$\Sigma t_{\text{IV}}=1,3+4,05=5,35\text{мм}; S_{\text{oIV}}=0,45 \cdot K_S \cdot K_{\text{ВПД}}=0,45 \cdot 1,2 \cdot 1,3=0,43\text{мм/об}.$$

За паспортом верстата: $S_{\text{oIVп}}=0,44\text{мм/об}$.

Підбираємо зубчасті колеса за кількістю зубів:

$$1/f=31/79; d=52; c=44.$$

Позиція V:

$$\Sigma t_{\text{V}}=0,25+1,6+0,3=2,15\text{мм}; S_{\text{oV}}=0,6 \cdot K_S \cdot K_{\text{ВПД}}=0,6 \cdot 1,2 \cdot 1=0,72\text{мм/об}.$$

За паспортом верстата: $S_{\text{oVп}}=0,75\text{мм/об}$.

Підбираємо зубчасті колеса за кількістю зубів:

$$1/f=31/79; d=64; c=32.$$

Позиція VI:

$$\Sigma t_{\text{VI}}=1+0,25=1,25\text{мм}; S_{\text{oVI}}=0,6 \cdot K_S \cdot K_{\text{ВПД}}=0,6 \cdot 1,2 \cdot 1=0,72\text{мм/об}.$$

За паспортом верстата: $S_{oVII}=0,75\text{мм/об.}$

Підбираємо зубчасті колеса за кількістю зубів:

$$1/f=31/79; d=64; c=32.$$

Позиція VII:

$$\Sigma t_{VII}=1+0,99+1=2,99\text{мм}; S_{oVII}=0,6 \cdot K_S / K_{ВПД} = 0,6 \cdot 1,2/1,3=0,56\text{мм/об.}$$

За паспортом верстата: $S_{oVIII}=0,57\text{ мм/об.}$

Підбираємо зубчасті колеса за кількістю зубів:

$$1/f=31/79; d=58; c=38.$$

Позиція VIII:

$$\Sigma t_{VIII}=1+0,3+0,5=1,8\text{мм}; S_{oVIII}=0,6 \cdot K_S \cdot K_{ВПД} = 0,6 \cdot 1,2 \cdot 1=0,72\text{мм/об.}$$

За паспортом верстата: $S_{oVIII}=0,75\text{мм/об.}$

Підбираємо зубчасті колеса за кількістю зубів:

$$1/f=31/79; d=64; c=32.$$

4. Період стійкості інструментів [14]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda, \quad (2.10)$$

$$\lambda = \frac{L_{\text{різ.}}}{L_{\text{р.х.}}} \quad (2.11)$$

Позиція III:

$$\lambda_{III} = \frac{24,075}{27,075} = 0,89, \text{ оскільки } \lambda_{III} > 0,7, \text{ приймаємо } \lambda_{III} = 1 \quad T_{pIII} = 150\text{хв};$$

$$\lambda_{III2} = \frac{10,23}{16,23} = 0,63, \quad T_{pIII2} = 150 \cdot 0,63 = 94,5\text{хв.}$$

Позиція IV:

$$\lambda_{IV1} = \frac{8,3}{16,3} = 0,51, \quad T_{pIV1} = 150 \cdot 0,51 = 76,5\text{хв};$$

$$\lambda_{IV2} = \frac{14,23}{17,23} = 0,83, \text{ оскільки } \lambda_{IV2} > 0,7, \text{ приймаємо } \lambda_{IV2} = 1 \quad T_{pIV2} = 150\text{хв.}$$

Позиція V:

$$\lambda_{V1} = \frac{24,3}{27,3} = 0,89, \text{ оскільки } \lambda_{V1} > 0,7, \text{ приймаємо } \lambda_{V1} = 1 \quad T_{pV1} = 150\text{хв};$$

$$\lambda_{v2} = \frac{1,6}{4,6} = 0,35, \quad T_{pv2} = 150 \cdot 0,35 = 52,5 \text{ хв};$$

$$\lambda_{v3} = \frac{8,63}{15,63} = 0,55, \quad T_{pv3} = 150 \cdot 0,55 = 82,5 \text{ хв}.$$

Позиція VI:

$$\lambda_{vI1} = \frac{27}{34} = 0,79, \text{ оскільки } \lambda_{vI1} > 0,7, \text{ приймаємо } \lambda_{vI1} = 1 \quad T_{pvI1} = 150 \text{ хв};$$

$$\lambda_{vI2} = \frac{15,23}{18,23} = 0,84, \text{ оскільки } \lambda_{vI2} > 0,7, \text{ приймаємо } \lambda_{vI2} = 1 \quad T_{pvI2} = 150 \text{ хв}.$$

Позиція VII:

$$\lambda_{vII1} = \frac{1,0}{4,0} = 0,25, \quad T_{pvII1} = 150 \cdot 0,25 = 37,5 \text{ хв};$$

$$\lambda_{vII2} = \frac{56,3}{62,3} = 0,90, \text{ оскільки } \lambda_{vII2} > 0,7, \text{ приймаємо } \lambda_{vII2} = 1 \quad T_{pvII2} = 150 \text{ хв};$$

$$\lambda_{vII3} = \frac{1,0}{4,0} = 0,25, \quad T_{pvII3} = 150 \cdot 0,25 = 37,5 \text{ хв}.$$

Позиція VIII:

$$\lambda_{vIII1} = \frac{1,0}{4,0} = 0,25, \quad T_{pvIII1} = 150 \cdot 0,25 = 37,5 \text{ хв};$$

$$\lambda_{vIII2} = \frac{27}{34} = 0,79, \text{ оскільки } \lambda_{vIII2} > 0,7, \text{ приймаємо } \lambda_{vIII2} = 1 \quad T_{pvIII2} = 150 \text{ хв};$$

$$\lambda_{vIII3} = \frac{0,5}{3,5} = 0,14, \quad T_{pvIII3} = 150 \cdot 0,14 = 21 \text{ хв}.$$

5. Швидкість різання [14]:

Позиція III:

$$V = V_T K_1 K_2 K_3, \quad (2.12)$$

$$V_{III} = 100 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,2 = 108 \text{ м/хв}.$$

Позиція IV:

$$V_{IV} = 90 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 68,85 \text{ м/хв}.$$

Позиція V:

$$V_V = 120 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,2 = 129,6 \text{ м/хв}.$$

Позиція VI:

$$V_{VI}=100 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,2=108 \text{ м/хв.}$$

6. Позиція VII [14]:

$$V=\frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V, \quad (2.13)$$

де

$$K_V=K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} \cdot K_{jV} \cdot K_{jIV} \cdot K_{rV}, \quad (2.14)$$

$$K_V=1,39 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 0,97=0,76,$$

$$C_V=340; x=0,15; y=0,34; n=0,20 \quad [14];$$

$$V_{VII}=\frac{340}{150^{0,2} \cdot 0,99^{0,15} \cdot 0,57^{0,34}} 0,76=116,96 \text{ м/хв.}$$

$$V_{VII}=116,96 \cdot 0,9=105,26 \text{ м/хв.}$$

Позиція VIII:

$$V_{VIII}=120 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,2=129,6 \text{ м/хв.}$$

7. Частота обертання шпинделя [14]:

$$n=\frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (2.15)$$

$$\text{Позиція III: } n_{III}=\frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}=\frac{1000 \cdot 108}{3,14 \cdot 126,6}=271,68 \text{ хв}^{-1}.$$

$$\text{За паспортом верстата: } n_{шпинIII} = 274 \text{ хв}^{-1}.$$

Підбираємо зубчасті колеса за кількістю зубів: $a=23$; $b=42$.

$$\text{Позиція IV: } n_{IV}=\frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}=\frac{1000 \cdot 68,85}{3,14 \cdot 68}=322,45 \text{ хв}^{-1}.$$

$$\text{За паспортом верстата: } n_{шпинIV} = 313 \text{ хв}^{-1}.$$

Підбираємо зубчасті колеса за кількістю зубів: $a=25$; $b=40$.

$$\text{Позиція V: } n_V = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 129,6}{3,14 \cdot 126,6} = 326,02 \text{ хв}^{-1}.$$

$$\text{За паспортом верстата: } n_{\text{шпVII}} = 313 \text{ хв}^{-1}.$$

Підбираємо зубчасті колеса за кількістю зубів: $a=25$; $b=40$.

$$\text{Позиція VI: } n_{VI} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 108}{3,14 \cdot 124} = 277,38 \text{ хв}^{-1}.$$

$$\text{За паспортом верстата: } n_{\text{шпVII}} = 274 \text{ хв}^{-1}.$$

Підбираємо зубчасті колеса за кількістю зубів: $a=23$; $b=42$.

$$\text{Позиція VII: } n_{VII} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 105,26}{3,14 \cdot 37,56} = 892,50 \text{ хв}^{-1}.$$

$$\text{За паспортом верстата: } n_{\text{шпVIII}} = 856 \text{ хв}^{-1}.$$

Підбираємо зубчасті колеса за кількістю зубів: $a=42$; $b=23$.

$$\text{Позиція VIII: } n_{VIII} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 129,6}{3,14 \cdot 124} = 332,85 \text{ хв}^{-1}.$$

$$\text{За паспортом верстата: } n_{\text{шпVIII}} = 334 \text{ хв}^{-1}.$$

Підбираємо зубчасті колеса за кількістю зубів: $a=26$; $b=39$.

8. Час робочого ходу [14]:

$$t_p = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_o \cdot n_{\text{шп.}}}, \quad (2.16)$$

$$\text{Позиція III: } t_{\text{рIII}} = \frac{24,075}{0,75 \cdot 274} = 0,117 \text{ хв}.$$

$$\text{Позиція IV: } t_{\text{рIV}} = \frac{17,23}{0,44 \cdot 313} = 0,13 \text{ хв}.$$

Для зменшення робочого часу на даній позиції до величини робочого часу лімітуючої позиції збільшуємо частоту обертання шпинделя:

$$n_{\text{шп.IV}} = \frac{17,23}{0,44 \cdot t_{\text{рVII}}} = \frac{17,23}{0,44 \cdot 0,12} = 326,33 \text{ хв}^{-1}.$$

$$\text{За паспортом верстата: } n_{\text{шп.IV}} = 334 \text{ хв}^{-1}.$$

Підбираємо зубчасті колеса за кількістю зубів: $a=26$; $b=39$.

Робочий час на даній позиції:

$$t_{p.kIV} = \frac{17,23}{0,44 \cdot 334} = 0,117 \text{хв.}$$

$$\text{Позиція V: } t_{pV} = \frac{27,3}{0,75 \cdot 313} = 0,116 \text{хв.}$$

$$\text{Позиція VI: } t_{pVI} = \frac{34}{0,75 \cdot 274} = 0,17 \text{хв.}$$

Для зменшення робочого часу на даній позиції до величини робочого часу лімітуючої позиції збільшуємо частоту обертання шпинделя:

$$n_{\text{шп.кVI}} = \frac{34}{0,75 \cdot t_{pVII}} = \frac{34}{0,75 \cdot 0,12} = 377,78 \text{хв}^{-1}.$$

За паспортом верстата: $n_{\text{шп.кVI}} = 379 \text{хв}^{-1}$.

Підбираємо зубчасті колеса за кількістю зубів: $a=28$; $b=37$.

Робочий час на даній позиції:

$$t_{p.kVI} = \frac{34}{0,75 \cdot 379} = 0,12 \text{хв.}$$

$$\text{Позиція VII: лімітуюча позиція } t_{pVII} = \frac{62,3}{0,56 \cdot 856} = 0,12 \text{хв.}$$

$$\text{Позиція VIII: } t_{pVIII} = \frac{34}{0,75 \cdot 334} = 0,14 \text{хв.}$$

Для зменшення робочого часу на даній позиції до величини робочого часу лімітуючої позиції збільшуємо частоту обертання шпинделя:

$$n_{\text{шп.кVIII}} = \frac{34}{0,75 \cdot t_{pVII}} = \frac{34}{0,75 \cdot 0,12} = 377,78 \text{хв}^{-1}.$$

За паспортом верстата: $n_{\text{шп.кVI}} = 379 \text{хв}^{-1}$.

Підбираємо зубчасті колеса за кількістю зубів: $a=28$; $b=37$.

Робочий час на даній позиції:

$$t_{p.kVIII} = \frac{34}{0,75 \cdot 379} = 0,12 \text{хв.}$$

9. Визначаємо фактичну швидкість різання [14]:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{шп.}}}{1000}, \quad (2.17)$$

$$\text{Позиція III: } V_{\phi\text{III}} = \frac{3,14 \cdot 126,6 \cdot 274}{1000} = 108,92 \text{ м/хв.}$$

$$\text{Позиція IV: } V_{\phi\text{IV}} = \frac{3,14 \cdot 68 \cdot 334}{1000} = 71,32 \text{ м/хв.}$$

$$\text{Позиція V: } V_{\phi\text{V}} = \frac{3,14 \cdot 126,6 \cdot 313}{1000} = 124,43 \text{ м/хв.}$$

$$\text{Позиція VI: } V_{\phi\text{VI}} = \frac{3,14 \cdot 124 \cdot 379}{1000} = 147,57 \text{ м/хв.}$$

$$\text{Позиція VII: } V_{\phi\text{VII}} = \frac{3,14 \cdot 37,56 \cdot 856}{1000} = 100,96 \text{ м/хв.}$$

$$\text{Позиція VIII: } V_{\phi\text{VIII}} = \frac{3,14 \cdot 124 \cdot 379}{1000} = 147,57 \text{ м/хв.}$$

10. Визначаємо силу різання [14]:

Позиція III:

$$P_Z = P_{Z\text{табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.18)$$

$$P_{Z\text{III1}} = 5100 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 3442,5 \text{ Н.}$$

– для різця 2.

$$P_{Z\text{III2}} = 1700 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 1147,5 \text{ Н.}$$

$$\Sigma P_{Z\text{III}} = 3442,5 + 1147,5 = 4590 \text{ Н.}$$

Позиція IV:

– для різця 1.

$$P_{Z\text{IV1}} = 1800 \cdot 0,75 \cdot 1,1 = 1485 \text{ Н.}$$

– для різця 2.

$$P_{Z\text{IV2}} = 6000 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 4050 \text{ Н.}$$

$$\Sigma P_{Z\text{IV}} = 1485 + 4050 = 5535 \text{ Н.}$$

Позиція V:

– для різця 1.

$$P_{ZV1}=450 \cdot 0,75 \cdot 1,0=337,5\text{Н}.$$

– для різця 2.

$$P_{ZV2}=2500 \cdot 0,75 \cdot 1,0=1875\text{Н}.$$

– для різця 3.

$$P_{ZV3}=850 \cdot 0,75 \cdot 1,0=637,5\text{Н}.$$

$$\Sigma P_{ZV}=337,5+1875+637,5=2850\text{Н}.$$

Позиція VI:

– для різця 1.

$$P_{ZVI1}=1700 \cdot 0,75 \cdot 1,0=1275\text{Н}.$$

– для різця 2.

$$P_{ZVI2}=450 \cdot 0,75 \cdot 0,9=303,75\text{Н}.$$

$$\Sigma P_{ZVI}=1275+303,75=1578,75\text{Н}.$$

Позиція VII [14]:

$$P_Z=10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (2.19)$$

де

$$K_P=K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{TP}, \quad (2.20)$$

$$K_P=0,78 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0=0,86;$$

$$C_P=300; x=1,0; y=0,75; n=-0,15 \quad [14];$$

$$P_{ZVII1}=10 \cdot 300 \cdot 1,0^{1,0} \cdot 0,57^{0,75} \cdot 100,96^{-0,15} \cdot 0,86=840,54\text{Н}.$$

- для різця 2:

$$K_P=0,78 \cdot 0,89 \cdot 1,25 \cdot 1,0=0,87.$$

$$C_P=300; x=1,0; y=0,75; n=-0,15 \quad [14];$$

$$P_{ZVII2}=10 \cdot 300 \cdot 0,99^{1,0} \cdot 0,57^{0,75} \cdot 100,96^{-0,15} \cdot 0,87=841,81\text{Н}.$$

- для різця 3:

$$K_P=0,78 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0=0,86.$$

$$C_P=300; x=1,0; y=0,75; n=-0,15 \quad [14];$$

$$P_{ZVII3}=10 \cdot 300 \cdot 1,0^{1,0} \cdot 0,57^{0,75} \cdot 100,96^{-0,15} \cdot 0,86=840,54 \text{Н}.$$

$$\Sigma P_{ZVII}=840,54+841,81+840,54=2522,89 \text{Н}.$$

Позиція VIII:

– для різця 1.

$$P_{ZVIII1}=1700 \cdot 0,75 \cdot 1,0=1275 \text{Н}.$$

– для різця 2.

$$P_{ZVIII2}=450 \cdot 0,75 \cdot 1,0=337,5 \text{Н}.$$

– для різця 3.

$$P_{ZVIII3}=850 \cdot 0,75 \cdot 1,0=637,5 \text{Н}.$$

$$\Sigma P_{ZVIII}=1275+337,5+637,5=2250 \text{Н}.$$

11. Потужність різання на всіх позиціях:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60}. \quad (2.21)$$

$$\text{Позиція III: } N_{\text{різIII}} = \frac{4590 \cdot 108,92}{1020 \cdot 60} = 8,17 \text{кВт}.$$

$$\text{Позиція IV: } N_{\text{різIV}} = \frac{5535 \cdot 71,32}{1020 \cdot 60} = 6,45 \text{кВт}.$$

$$\text{Позиція V: } N_{\text{різV}} = \frac{2850 \cdot 124,43}{1020 \cdot 60} = 5,79 \text{кВт}.$$

$$\text{Позиція VI: } N_{\text{різVI}} = \frac{1578,75 \cdot 147,57}{1020 \cdot 60} = 3,81 \text{кВт}.$$

$$\text{Позиція VII: } N_{\text{різVII}} = \frac{2522,89 \cdot 100,96}{1020 \cdot 60} = 4,16 \text{кВт}.$$

$$\text{Позиція VIII: } N_{\text{різVIII}} = \frac{2250 \cdot 147,57}{1020 \cdot 60} = 5,43 \text{кВт}.$$

Визначаємо сумарну потужність:

$$\Sigma N_{\text{різ}} = N_{\text{різIII}} + N_{\text{різIV}} + N_{\text{різV}} + N_{\text{різVI}} + N_{\text{різVII}} + N_{\text{різVIII}}, \quad (2.22)$$

$$\sum N_{\text{різ}} = 8,17 + 6,45 + 5,79 + 3,81 + 4,16 + 5,43 = 33,81 \text{ кВт}.$$

12. Перевіряємо потужність приводу верстата:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шп}} \quad (2.23)$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \cdot \eta, \quad (2.24)$$

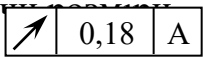
де $N_{\text{д}}$ – потужність приводу головного руху верстата 1K282, $N_{\text{д}} = 55 \text{ кВт}$;
 $\eta = 0,8$.

$$N_{\text{шп}} = 55 \cdot 0,8 = 44 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{різ}} = 33,81 \text{ кВт} < N_{\text{шп}} = 44 \text{ кВт}.$$

Аналогічно проведено розрахунки режимів різання для інших технологічних операцій виготовлення деталі “Маточина” 87744-38075 і зведено у таблиці 2.6.

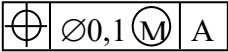
Таблиця 2.6 – Режими різання для виконання технологічних операцій виготовлення деталі “Маточина” 87744-38075

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T _м , хв	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	T _о , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005 Токарна напівавтоматна.									
Позиція III. Підрізати торець 13, витримуючи розмір $h=9,55_{-0,58}$; точити зовнішню поверхню 18, витримуючи розмір $\varnothing 78,45_{-1,2}$; підрізати торець 20, витримуючи розмір $h=56,6_{-1,2}$ з універсального супорта одночасно.	2,75	27,07	1	150	0,75	274	108,9	0,117	8,17
Позиція IV. Розточити глухий отвір 6, витримуючи розмір $\varnothing 68^{+0,74}$; підрізати торець 4, витримуючи розмір $h=52,25_{-0,74}$; точити зовнішню поверхню 1, витримуючи розмір $\varnothing 124_{-1}$ з паралельного супорта одночасно.	4,05	17,23	1	150	0,44	334	71,32	0,117	6,45
Позиція V. Підрізати остаточно торець 13, витримуючи розмір $h=9,3_{-0,36}$; точити остаточно зовнішню поверхню 18, витримуючи розмір $\varnothing 78_{-0,5}$; точити фаску 19, витримуючи розмір $1,6 \times 45^\circ$; підрізати остаточно торець 20, витримуючи розмір $h=56,3_{-0,3}$,  з універсального супорта одночасно.	0,25	27,3	1	150	0,75	313	124,4	0,116	5,79

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Позиція VI. Розточити остаточно глухий отвір 6, витримуючи розміри $\varnothing 70^{+0,12}_{-0,06}$,  0,18 A; підрізати торець 4, витримуючи розмір $h=52_{-0,3}$; підрізати торець 3, витримуючи розміри $h=55,3_{-1,2}$ з універсального супорта одночасно.	1,0	34	1	150	0,75	379	147,5	0,12	3,81
Позиція VII. Розточити наскрізний отвір 5, витримуючи розмір $\varnothing 39,54^{+0,16}$; розточити фаску 21, витримуючи розмір $1 \times 45^\circ$; точити фаску 12, витримуючи розмір $1 \times 45^\circ$ з вертикального супорта одночасно.	0,99	62,3	1	150	0,57	856	100,9	0,12	4,16
Позиція VIII. Точити фаску 2, витримуючи розмір $1 \times 45^\circ$; підрізати торець 3, витримуючи розміри $h=55_{-0,3}$,  0,18 A; розточити фаску 7, витримуючи розмір $0,5 \times 45^\circ$ з універсального супорта	0,3	34	1	150	0,75	379	147,5	0,12	5,43
010 Внутрішньошліфувальна.									
Шліфувати наскрізний отвір 5, витримуючи розмір $\varnothing 40H7^{(+0,025)}$.	0,46	82,67	2	—	$S_{2x} = 0,005$ мм/дв.х	$n_k = 900$ $n_3 = 100$	$V_{\text{кол}} = 27$ $V_{\text{спозд}} = 4$	0,51	—
015 Горизонтально-протяжна.									
Протягнути шпонковий паз 22, витримуючи розміри 12Js9; $43,3^{+0,2}$;  0,05 A.	3,3	1093	1	60	$S_z = 0,04$	—	5	0,22	0,32

Закінчення таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
020 Вертикально-свердлильна.									
Свердлити одночасно чотири отвори 8,9,10,11, витримуючи розміри $\varnothing 12,1H12^{(+0,18)}$; $\varnothing 96 \pm 0,07$; $\angle 80^\circ \pm 5'$; 	6,05	18	1	80	0,14	355	13,5	0,36	2,56
025 Вертикально-свердлильна.									
Зенкувати одночасно чотири фаски 14,15,16,17, витримуючи розмір $1 \times 45^\circ$.	1,0	3	1	80	0,14	280	12,5	0,08	1,28

Розрахунок технічних норм часу для 005 токарної напівавтоматної операції проведено аналітичним методом, а для решти двох операцій на основі табличних даних і базового технологічного процесу.

Штучний час на виконання операції [14]:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_d + T_{\text{тех.обсл.}} + T_{\text{орг.обсл.}} + T_{\text{відп.}} \quad (2.25)$$

Для напівавтоматів [14]:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{ц}} + T_{\text{тех.обсл.}} + T_{\text{орг.обсл.}} + T_{\text{відп.}} \quad (2.26)$$

Час циклу напівавтомата [14]:

$$T_{\text{ц}} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + 5,5 \text{ с}, \quad (2.27)$$

де T_1 – тривалість переміщення заготовки від завантажувальної до робочої позиції;

T_2 – тривалість синхронізації на швидкохідній позиції;

T_3, T_5 – тривалість швидкого підводу та відводу супорта відповідно;

T_4 – час робочого ходу.

005 Токарна напівавтоматна.

1. Час циклу напівавтомата:

$T_1=8,1\text{с.}$ – при подвійній індексації;

$T_2=1,5\div 2\text{с.}$ Приймаємо $T_2=2\text{с.}$;

$T_3+T_5=0,017(L_{\text{підв.}}+L_{\text{відв.}})=0,017\cdot(27,7+62,3+27,7)=2,0\text{ с.}$

де $L_{\text{підв.}}$ – швидкий підвід інструменту на лімітуючій позиції VII;

$L_{\text{відв.}}$ – швидкий відвід інструменту на лімітуючій позиції VII;

$T_4=0,12\text{хв}=7,2\text{с.}$

Отже, $T_{\text{Ц}}=8,1+2+2+7,2+5,5=24,8\text{с}=0,41\text{хв.}$

2. Час на вимірювання перекривається часом циклу роботи напівавтомата.

3. Оперативний час:

$$T_{\text{ОП}}=T_{\text{Ц}}=0,41\text{хв.}$$

3.1. Час на технічне обслуговування становить 2% від основного часу:

$$T_{\text{тех.обсл.}}=T_{\text{о}}\cdot 2\%, \quad (2.28)$$

$$T_{\text{тех.обсл.}}=0,12\cdot 0,02=0,0024\text{хв.}$$

3.2. Час на організаційне обслуговування становить 2,9% від оперативного часу:

$$T_{\text{орг.обсл.}}=T_{\text{ОП}}\cdot 2,9\%, \quad (2.29)$$

$$T_{\text{орг.обсл.}}=0,41\cdot 0,029=0,012\text{хв.}$$

3.3. Часу на особисті потреби становить 6% від оперативного часу:

$$T_{\text{відп.}}=T_{\text{ОП}}\cdot 6\%, \quad (2.30)$$

$$T_{\text{відп.}}=0,41\cdot 0,06=0,0246\text{хв.}$$

4. Штучний час на операцію:

$$T_{\text{шт}}=0,41+0,0024+0,012+0,0246=0,45\text{хв.}$$

010 Внутрішньошліфувальна.

1. Основний час $T_o=0,51\text{хв.}$

2. Штучний час [1]:

$$T_{\text{шт}} = \Psi_k \cdot T_o. \quad (2.31)$$

$$T_{\text{шт}}=1,55 \cdot 0,51=0,79\text{хв.}$$

015 Горизонтально-протяжна.

1. Основний час $T_o=0,22\text{хв.}$

2. Штучний час:

$$T_{\text{шт}}=1,1 \cdot 0,22=0,24\text{хв.}$$

020 Вертикально-свердлильна.

1. Основний час $T_o=0,36\text{хв.}$

2. Штучний час:

$$T_{\text{шт}}=1,3 \cdot 0,36=0,47\text{хв.}$$

025 Вертикально-свердлильна.

1. Основний час $T_o=0,08\text{хв.}$

2. Штучний час:

$$T_{\text{шт}}=1,3 \cdot 0,08=0,10\text{хв.}$$

У таблиці 2.7 представлено результати розрахунку норм часу.

Таблиця 2.7 – Технічні норми часу виготовлення деталі “Маточина” 87744-38075

Номер та назва операції	T _о , хв	Допоміжний час, T _д , с			Час циклу напів- автомата, T _ц , хв	Час обслуговування, T _{обсл.} , хв		T _{відп.} , хв	T _{шт} , хв
		T ₁	T ₂	T _{3,5}		T _{тех.обсл.}	T _{орг.обсл.}		
005 Токарна напівавтоматна	0,12	8,1	2	2	0,41	0,0024	0,012	0,024	0,45
010 Внутрішньо- шліфувальна	0,51	—	—	—	—	—	—	—	0,79
015 Горизонтально- протяжна	0,22	—	—	—	—	—	—	—	0,24
020 Вертикально- свердлильна	0,36	—	—	—	—	—	—	—	0,47
025 Вертикально- свердлильна	0,08	—	—	—	—	—	—	—	0,10

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок точності пристосування для механічного оброблення деталі

Для обробки отворів деталі “Маточина” 87744-38075 на 020 вертикально-свердлильній операції проведено проектування спеціального кондуктора, що працює в комплекті із чотирьох шпиндельною свердлильною головкою.

На даній операції одержуються такі розміри: 4 отвори $\varnothing 12,1H12$, які витримуються інструментом; розміри $\varnothing 96 \pm 0,07$, $\alpha = 80^\circ \pm 5'$, $\boxed{\oplus \varnothing 0,1 \textcircled{M} A}$, які витримуються за допомогою кондукторних втулок.

Базування деталі здійснюється таким чином: орієнтування деталі виконується встановленням на циліндричний палець із великим зазором та штифт $12m6 \times 20$, який в деталі усуває одну ступінь вільності. Після затиску деталі накладною кондукторною плитою із зрізаним пальцем її позбавляють п'ятих ступенів вільності (з яких палець усуває дві ступені, а плита -три ступені). Таким чином правило базування витримується.

Для затиску деталі в даному кондукторі використовується сила подачі свердлильної головки та дві пружини.

Затиск деталі відбувається шляхом переміщення свердлильної головки із неробочої позиції в робочу (переміщення зверху вниз), відповідно головка стискає пружини, які розташовані на колонах, а ті, в свою чергу, притискають кондукторну плиту, що затискає за допомогою пальця деталь. Розтискання здійснюється шляхом піднімання свердлильної головки з робочої позиції в неробочу (знизу вверху), під час якого свердлильна головка піднімає із собою колони із плитою за допомогою хомутів (кріпляться нерухомо на скалках). Після здійснюється заміна деталі на наступну.

Із кондуктором працює чотирьох шпиндельна свердлильна головка, яка встановлюється на шпиндель верстата повідковим патроном поз. 11. Головка прикріплюється хомутами поз. 3 до шпинделя верстата. Обертний рух на

свердла передається від повідкового патрона до зубчастого колеса поз. 7, а потім на чотири шестерні поз. 8, які розмішені на шпинделях відповідного інструменту. Свердло кріпиться на шпинделі за допомогою затискної втулки поз. 35, яка вставляється в перехідну втулку поз. 34.

Базування і кріплення пристосування на верстаті.

Попередньо встановлюють кондуктор на столі верстату, після чого встановлюють свердлильну головку на колони пристосування. Далі переміщують все до осі шпинделя з наступною корекцією та фіксацією головки в шпинделі по конусу. За допомогою свердл, які встановлюють у свердлильну головку коректують положення кондуктора, після чого здійснюють його фіксацію на столі верстата за допомогою двох пазів $B=22\text{мм}$ і установчих болтів. Після виконаних дій можна фіксують хомути на скалках.

Транспортування кондуктора здійснюється за допомогою двох рим-болтів M12.

Креслення пристрою представлено у графічній частині.

Похибку встановлення заготовки деталі “Маточина” 87744-38075 у кондукторі знаходимо за формулою [15]:

$$\Delta\varepsilon_1 = \sqrt{\Delta_6^2 + \Delta_3^2 + \Delta_{\text{пр}}^2} . \quad (3.1)$$

Необхідна точність встановлення заготовки у пристрої буде забезпечена, якщо похибка встановлення заготовки буде меншою за допуск розмірів деталі, які досягають під час свердління [15]:

$$\Delta\varepsilon_1 \leq \Delta\varepsilon_{10} . \quad (3.2)$$

Схема базування деталі “Маточина” 87744-38075 у кондукторі зображена на рис. 3.1.

Похибка установки на розмір $\varnothing 12,1\text{H}12 \ \varepsilon_{y12,1}=0\text{мм}$, оскільки даний розмір отримується інструментом. Похибка установки більше нуля буде тільки на розмір $\varnothing 96\pm 0,07$.

Похибка базування деталі у кондукторі визначається, як максимальний зазор між зрізаним пальцем і отвором $\varnothing 40H7$ згідно:

$$\varepsilon_{696} = S_{\text{тах}}, \quad (3.3)$$

$$S_{\text{тах}} = ES - ei, \quad (3.4)$$

де ES – верхнє граничне відхилення отвору заготовки, мм;

ei – нижнє граничне відхилення пальця, мм.

Оскільки посадка між отвором і пальцем $H7/g6$, одержуємо:

$$\varepsilon_{696} = 0,025 - (-0,025) = 0,05 \text{ мм}.$$

Похибка закріплення механізованим затиском по чисто обробленій поверхні отвору $\Delta_z = 0,08 \text{ мм}$.

Похибка пристосування $\Delta_{\text{п}} = 0,015 \text{ мм}$.

Розраховуємо похибку встановлення заготовки деталі “Маточина” 87744-38075 у кондукторі:

$$\Delta \varepsilon_1 = \sqrt{0,05^2 + 0,08^2 + 0,015^2} = 0,096 \text{ мм}.$$

Визначаємо допустиму похибку при свердлінні отворів в розмір $\varnothing 96 \pm 0,07$:

$$\Delta \varepsilon_{10} = \delta, \quad (3.5)$$

де δ – допуск розміру, $\delta = 0,14 \text{ мм}$.

Перевіряємо виконання умови (3.2):

$$0,096 \text{ мм} < 0,14 \text{ мм}.$$

Отже, необхідна точність встановлення заготовки у кондукторі буде забезпечена.

3.2. Розрахунок силових параметрів пристосування для механічного оброблення деталі

Розрахунок силових параметрів затиску заготовки деталі “Маточина” 87744-38075 у спроектованому кондукторі проведемо для одночасного свердління чотирьох отворів, витримуючи розміри $\varnothing 12,1H12$, $\varnothing 96 \pm 0,07$, $\alpha = 80^\circ \pm 5'$ із виникненням моментів різання свердлами.

На рис. 3.1 представлено схему, що застосовано для розрахунку силових параметрів при затиску заготовки.

Перевіряємо можливість свердління за потужністю верстата, забезпечуючи умову:

$$N_{\text{верст.}} > \frac{N_{\text{гол.сум.}}}{\eta_{\text{верст.}}}, \quad (3.6)$$

де $N_{\text{верст.}}$ – потужність головного приводу верстата 2H135C $N_{\text{верст.}} = 4,6 \text{ кВт}$;

$N_{\text{гол.сум.}}$ – сумарна потужність при одночасному свердлінні чотирьох отворів;

$\eta_{\text{верст.}}$ – коефіцієнт корисної дії.

$$N_{\text{гол.сум.}} = \frac{K \cdot N}{\eta_{\text{гол.}}}, \quad (3.7)$$

де K – кількість свердл, що одночасно виконують процес різання, $K=4$;

N – потужність різання одним свердлом;

$\eta_{\text{гол.}}$ – коефіцієнт корисної дії свердлильної головки.

Потужність різання одним свердлом:

$$N = \frac{M_{\text{кр.}} \cdot n}{9750}, \quad (3.8)$$

де $M_{\text{кр.}}$ – крутний момент при свердлінні;

n – частота обертання свердла.

$$n = \frac{1000 \cdot V_{\text{різ.}}}{\pi \cdot D}, \quad (3.9)$$

де $V_{\text{різ.}}$ – швидкість різання;

D – діаметр свердла.

Швидкість різання [14]:

$$V_{\text{різ.}} = \frac{C_V \cdot D^q}{T^t \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (3.10)$$

де $S=0,28 \cdot 0,5=0,14$ мм/об – подача [14];

C_V , q , t , y – коефіцієнт та показники степеня [6] С.278, табл.28.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{iV} \cdot K_{IV}, \quad (3.11)$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\delta_B} \right)^n; \quad (3.12)$$

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{540} \right)^{-0,9} = 0,74;$$

$$K_V = 0,74 \cdot 1 \cdot 1 = 0,74;$$

$$V_{\text{різ.}} = \frac{7 \cdot 12,1^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,14^{0,7}} \cdot 0,74 = 13,61 \text{ м/хв};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 13,61}{3,14 \cdot 12,1} = 358,21 \text{ об/хв.}$$

За паспортом верстата: $n_{\text{д}} = 355 \text{ об/хв.}$

Дійсна швидкість різання:

$$V_d = \frac{v_d \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{355 \cdot 3,14 \cdot 12,1}{1000} = 13,5 \text{ м/хв.}$$

Крутний момент різання [14]:

$$M_{\text{кр.}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.13)$$

де

$$K_p = K_{\text{мп}} = \left(\frac{\delta_B}{750} \right)^n; \quad (3.14)$$

$$K_p = K_{\text{мп}} = \left(\frac{540}{750} \right)^{0,75} = 0,78;$$

$$M_{\text{кр.}} = 10 \cdot 0,034 \cdot 12,1^2 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 0,78 = 12,17 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Потужність різання одним свердлом (3.8):

$$N = \frac{12,17 \cdot 355}{9750} = 0,43 \text{ кВт.}$$

Сумарна потужність при одночасному свердлінні чотирьох отворів (3.7):

$$N_{\text{гол.сум.}} = \frac{4 \cdot 0,43}{0,9} = 1,91 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо умову (3.6):

$$\frac{1,91}{0,8} = 2,39 \text{ кВт} < N_{\text{верст.}} = 4,6 \text{ кВт.}$$

Отже, потужність верстата достатня для обробки заготовки.

Перевірка за сумарною силою подачі (осьовою силою різання P_o):

$$P_{\text{гол.сум.}} = K \cdot P_o \leq P_{\text{верст.тах}} \cdot \quad (3.15)$$

Для вертикально-свердильним верстата 2Н135С і становить $P_{\text{верст.тах}} = 15000\text{Н}$.

Осьова сила різання свердлом [14]:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.16)$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 12,1^1 \cdot 0,14^{0,7} \cdot 0,78 = 1620,61\text{Н}.$$

Перевіряємо умову (3.15):

$$P_{\text{гол.сум.}} = 4 \cdot 1620,61 = 6482,44\text{Н} < 15000\text{Н}.$$

Отже, обробка заготовки можлива.

Перевірка за силою затиску заготовки:

$$P_{\text{верст.тах}} > W. \quad (3.17)$$

Сила затиску заготовки [15]:

$$W = \frac{K \cdot M_{\text{кр.}} \cdot n}{\frac{1}{3} \cdot f \left(\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right)}, \quad (3.18)$$

де $K=1,5$ – коефіцієнт запасу,

$$W = \frac{1,5 \cdot 12,17 \cdot 4}{\frac{1}{3} \cdot 0,25 \left(\frac{0,124^3 - 0,040^3}{0,124^2 - 0,040^2} \right)} = 6551\text{Н}.$$

Перевіряємо умову (3.17):

$$W = 6551\text{Н} < P_{\text{верст.тах}} = 15000\text{Н}.$$

Отже, деталь буде надійно затиснута кондукторною плитою при свердлінні.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Комплекс заходів електробезпеки на дільниці механічної обробки деталей

Для забезпечення електробезпеки працівників у зоні експлуатації та обслуговування електротехнічного обладнання на дільниці виготовлення деталей реалізовано низку технічних і організаційних заходів відповідно до чинних нормативно-правових документів (ПУЕ, ДСТУ EN 50110, ПБЕЕ, НПАОП 40.1-1.21-98).

З метою зниження ризику ураження електричним струмом в умовах підвищеної електробезпеки (наявність металоконструкцій, пилу, вологості) використовується система пониженого електроживлення. Зокрема, у портативному електроінструменті, контрольних приладах та світильниках застосовується живлення напругою до 42 В змінного струму або 60 В постійного струму. У приміщеннях з особливою небезпекою ці значення знижуються до 12 В або 24 В. При цьому використовуються понижувальні трансформатори з гальванічною розв'язкою обмоток, що виключає можливість появи небезпечної напруги на вторинному колі.

Контроль електричної ізоляції є обов'язковим елементом експлуатації. Згідно з вимогами ПУЕ, опір ізоляції електроустановок напругою до 1000 В повинен становити не менше 0,5 МОм для кожної фази відносно землі та між фазами. Регламентовано проведення планових випробувань ізоляції мегаомметром та оформлення відповідної технічної документації.

До складу стаціонарних захисних засобів входить система заземлення із застосуванням контурів із штирьових або стрічкових електродів, які забезпечують перехідний опір заземлювального пристрою не більше 4 Ом для систем TN і не більше 10 Ом — для IT та TT систем. Заземлення виконується відповідно до стандартів із приєднанням усіх доступних неструмоведучих

металевих частин, які можуть опинитися під напругою при пошкодженні ізоляції.

Система захисту від непрямого дотику реалізується через автоматичне вимкнення живлення (АВВ), яке ґрунтується на використанні автоматичних вимикачів із вбудованими пристроями захисту від струмів витоку (УЗО або диференційні автомати) з номінальним струмом спрацювання не більше 30 мА. Час вимкнення струму у разі пошкодження повинен не перевищувати 0,2 с, що відповідає нормам безпечного впливу електричного струму на організм людини.

Всі електроустановки оснащені механічними або електромагнітними блокуваннями, які запобігають можливості доступу до струмоведучих частин без попереднього знеструмлення. Крім того, використовуються елементи подвійної або посиленої ізоляції, як-от корпуси інструментів, покриті діелектричними матеріалами (пластик, гума, композити), що забезпечують додаткову ізоляцію при можливих пошкодженнях первинної оболонки.

На випадок аварійних ситуацій — зокрема, падіння дротів ПЛ на землю — передбачено дії відповідно до інструкцій з безпеки: вихід із зони крокової напруги здійснюється шляхом пересування дрібними кроками або зістрибуванням на одній нозі, не допускаючи одночасного контакту з точками з різним потенціалом. Відомо, що зона потенційного розтікання струму може досягати радіусу 20 метрів, де напруга може знижуватись за експоненціальним законом.

Організаційні заходи електробезпеки включають:

- допуск до роботи тільки осіб, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд, інструктаж та професійну підготовку;
- наявність відповідної групи з електробезпеки (не нижче II для допоміжного персоналу та III–IV для оперативного та ремонтного);
- ведення журналу обліку інструктажів, перевірки знань та електротехнічних нарядів;

- виконання робіт за нарядом-допуском або за розпорядженням керівника робіт (з обов'язковим оформленням оперативної документації).

Перед початком ремонтних або пусконаладжувальних робіт проводиться:

- знеструмлення електрообладнання з накладанням блокувальних пристроїв на органи керування;
- перевірка відсутності напруги індикаторами (контактними або безконтактними);
- встановлення переносних заземлювальних пристроїв;
- встановлення попереджувальних знаків «Не вмикати — працюють люди», «Заземлено» тощо.

Висновок: реалізація комплексу зазначених заходів дозволяє забезпечити високий рівень електробезпеки персоналу, запобігти виробничим травмам, пов'язаним з ураженням електричним струмом, та забезпечити відповідність ділянки сучасним вимогам охорони праці та електротехнічної безпеки.

4.2. Нормативно-правове та стандартизоване забезпечення системи охорони праці на підприємстві

Підприємство в своїй діяльності у сфері охорони праці керується багаторівневою нормативною базою, яка включає законодавчі акти, державні міжгалузеві та галузеві нормативно-правові документи, санітарно-гігієнічні, будівельні та протипожежні норми, а також стандарти безпеки праці.

До нормативних актів, що мають обов'язкову силу для виконання підприємствами, належать: закони України, кодекси, державні стандарти (ДСТУ, ДСТУ EN, ДСТУ ISO), міждержавні стандарти (ГОСТ), технічні регламенти, інструкції, положення, правила та інші документи, затверджені органами державного нагляду за охороною праці. Вони мають статус правових норм відповідно до чинного законодавства, і їх недотримання тягне за собою

адміністративну, матеріальну або кримінальну відповідальність згідно з Кримінальним кодексом України та Кодексом законів про працю.

Процес розробки, перегляду, актуалізації та скасування міжгалузевих і галузевих нормативних актів з питань охорони праці здійснюється уповноваженими центральними органами виконавчої влади за участю Державної служби України з питань праці (Держпраці), профільних міністерств, галузевих організацій, профспілок і представників роботодавців відповідно до процедур, затверджених Кабінетом Міністрів України.

Згідно з положеннями Закону України «Про охорону праці», всі технічні умови, технологічні регламенти, стандарти на виробниче обладнання, матеріали та процеси повинні містити розділ з обов'язковими вимогами охорони праці, погодженими з наглядовими органами.

У нормативну базу підприємства включені такі основні законодавчі та нормативно-правові документи:

- Закон України «Про охорону праці» – базовий закон, що визначає правові, соціальні та економічні засади забезпечення безпечних і здорових умов праці;

- Кодекс законів про працю України (КЗпП);
- Закон України «Про охорону здоров'я»;
- Закон України «Про пожежну безпеку»;
- Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»;

- Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційний захист» (у разі наявності відповідних факторів);

- Закон України «Про колективні договори і угоди» — у частині зобов'язань сторін щодо безпечних умов праці;

- Закон України «Про підприємства в Україні».

На підприємстві також впроваджені внутрішні локальні нормативні акти, розроблені відповідно до типових галузевих положень, зокрема:

- Положення про систему управління охороною праці (СУОП) на підприємстві (розроблене згідно з рекомендаціями ДСТУ ISO 45001);
- Положення про комісію з питань охорони праці;
- Положення про діяльність уповноважених осіб трудового колективу з охорони праці;
- Положення про організацію навчання, інструктажів і перевірку знань з питань охорони праці;
- Положення про організацію первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів;
- Положення про спеціальне навчання з пожежної безпеки (пожежно-технічний мінімум), яке проводиться згідно з Типовим положенням, затвердженим МВС України;
- Наказ про проведення атестації робочих місць на відповідність вимогам нормативних актів з охорони праці (на основі Методичних рекомендацій МОЗ і Держпраці);
- Положення про медичні огляди працівників певних категорій (відповідно до наказу МОЗ № 246 від 21.05.2007 з останніми змінами);
- Інструкції з охорони праці за професіями та видами робіт (розробляються згідно з Положенням про розроблення інструкцій з ОП, наказ № 9 від 29.01.1998);
- Інструкції та правила з пожежної безпеки, в тому числі загальнооб'єктові та цехові, згідно з Правилами пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2004);
- Переліки робіт підвищеної небезпеки (із зазначенням необхідності щорічного спеціального навчання та перевірки знань);
- Переліки посад осіб, які підлягають обов'язковому періодичному навчанню та перевірці знань з питань охорони праці (затверджені наказом Держпраці).

У зв'язку з особливостями виробничого процесу, на підприємстві може розроблятися додаткова локальна нормативна документація, яка регламентує

безпечне виконання окремих технологічних операцій, порядок дій у разі аварійних ситуацій, використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), протипожежний режим, дотримання вимог санітарно-гігієнічних норм.

Підприємство також використовує державні будівельні норми (ДБН), санітарні правила і норми (ДСанПіН), гігієнічні регламенти, які забезпечують належні умови мікроклімату, освітлення, шуму, вібрацій, рівня шкідливих речовин, іонізуючих випромінювань тощо.

Висновок: нормативна база охорони праці на підприємстві є системною, комплексною та динамічною. Вона забезпечує правове та технічне підґрунтя для створення безпечних і нешкідливих умов праці відповідно до державних та міжнародних стандартів.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра визначено, що деталь “Маточина” 87744-38075 є однією із складових частин редуктора, що встановлюється на викопуючому дисковому пристрої комбайна, який призначений для викопування цукрових буряків. Маточина 87744-38075 призначена для передачі обертового руху та крутних моментів між редукторами, а також виконавчим робочим елементам шнекового очисника, при викопуванні цукрових буряків. Деталь відповідно до креслення виготовляється із сталі 35 або сталі 35Л.

Базовий технологічний процес виготовлення деталі відповідає середньосерійному типу виробництва. Річна програма випуску, що вказана у завданні, відповідає масовому типу виробництва.

Тому у проектному технологічному процесі запроваджено такі зміни: для виготовлення заготовки використовується метод литва в кокіль із заміною матеріалу деталі із сталі 35 на сталь 35Л; для розточування центрального отвору, проточування циліндричних поверхонь та підрізання торців використовується токарний багатошпиндельний вертикальний напівавтомат із багаотоінструментальними наладками замість трьох токарно-гвинторізних верстатів; для одночасного свердління чотирьох отворів та формування на них фасок використовуються вертикально-свердлильні верстати із багатошпиндельними свердлильними головками; операція протягування центрального отвору замінена на операцію внутрішнього шліфування.

Зміни базового технологічного процесу дозволяють підвищити продуктивність виготовлення деталі “Маточина” 87744-38075 для умов масового типу виробництва.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кухарський О. М., Кушак І. В. Методичний посібник до курсового проекту по курсу “Технологія машинобудування”. Тернопіль, 2001. 58 с.
2. Пилипець М.І., Комар Р.В. Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин. Тернопіль, 2019. 58 с.
3. Паливода Ю. Є. Заготовки у машинобудівному виробництві : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. 148 с.
4. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. Київ: НМК ВО, 1990. 264 с.
5. Паливода Ю. Є., Дячун А.Є. Дослідження технологічних процесів за допомогою методів математичної статистики та теорії ймовірності. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2022. 33 с.
6. Кухарський, О. М., Кузьмін М. І. Визначення припусків табличним методом. Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2004. 135 с.
7. Паливода Ю. Є., Кухарський О. М. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом, Тернопіль, 2003. 81 с.
8. Розмірні ланцюги: навчально-методичний посібник / Укладачі : Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Капаціла Ю.Б, Ткаченко І.Г. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 132 с.
9. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
10. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з дисциплін “Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин ” та “Технологія машинобудування” для студентів спеціальностей 131 “Прикладна механіка” і 133 “Галузеве машинобудування” на тему “Структура технологічного процесу. Принципи побудови технологічних операцій” /

Укладачі : Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. - Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 53 с.

11. Дячун А. Є. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин» / А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 75 с.

12. Жидецький В. Ц., Джигирей В. Ц., Мельников О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 350 с.

13. Жидецький В. Ц. Практикум із охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 349 с.

14. Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання і технічне нормування механічної обробки : навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.

15. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277 с.

16. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Конструювання пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2015. 141 с.