Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технології виготовлення корпуса АЛАЯ 732.125.007 з дослідженням процесів формоутворення різьбових поверхонь

Виконав: студент VI курсу, групи МТм-61
спеціальності 131 “Прикладна механіка”
(шифр і назва спеціальності)
(підпис) Курась А.О. (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Дячун А.Є. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль (підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри (підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент (підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2020

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи: “Розроблення технології виготовлення корпуса АЛАЯ 732.125.007 з дослідженням процесів формоутворення різьбових поверхонь”

У кваліфікаційній роботі проведено дослідження параметрів процесу вихрового нарізання різьбових поверхонь. Встановлено, що під час різання можна регулювати товщину шару металу, що зрізається одним різцем за рахунок зміни частот обертання заготовки та вихрової головки. Одержано рівняння траєкторії взаємного руху заготовки та різця у параметричній формі із врахуванням переміщення вихрової головки вздовж заготовки. Побудовано відповідні графіки, які дозволяють зробити висновок, що підвищення частоти обертання вихрової головки призводить до зменшення товщини шару металу, що зрізається за один період контакту між заготовкою та різцем. Також графіки показали, що визначальним є співвідношення між частотами обертань вихрової головки та заготовки. Чим більше таке співвідношення, тим меншою є товщина зрізаного шару.

Представлено результати експериментальних досліджень для визначення товщини стружки, зрізаної в процесі вихрового нарізання різьби на заготовках із сталі 45 від зміни трьох основних факторів: частоти обертання заготовки, частоти обертання вихрової головки із різцями та зовнішнього радіуса різьби. Побудовано відповідні графічні залежності.

Також розроблено технологічний процес виготовлення корпуса АЛАЯ 732.125.007 з вибором устаткування та параметрів процесів механічної обробки.

ЗМІСТ

Вступ .....

1 Аналітична частина

1.1. Аналіз стану питання.....

1.2. Службове призначення деталі.....

1.3. Висновки та постановка задач.....

2 Науково-дослідна частина

2.1 Дослідження параметрів процесу вихрового нарізання різьбових поверхонь.....

2.2. Експериментальні дослідження товщини стружки, зрізаної в процесі вихрового нарізання різьбових поверхонь.....

2.3. Висновки.....

3 Технологічно-конструкторська частина

3.1. Аналіз технологічності деталі……

3.2. Вибір способу одержання заготовки.....

3.3. Формування технологічного процесу.....……

3.4. Визначення припусків на оброблення.....……

3.5. Визначення режимів різання.....……

3.6. Розрахунок пристосування.....……..

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

4.1 Правила техніки безпеки під час роботи на свердлильних верстатах

4.2. Проведення рятувальних та інших невідкладних робіт на машинобудівному заводі при виникненні аварії.....

Висновки.....

Перелік посилань.....

Додатки

ВСТУП

Процес вихрового нарізання різьби є високопродуктивним процесом, що забезпечує високу якість обробленої поверхні, при якому не утворюються задирки, як це відбувається в процесі фрезерування, і не формуються складки, як це відбувається в процесі накатування різьби. Особливо важливим цей процес є для обробки різьби на довгих деталях з низькою жорсткістю, малого діаметру для нарізання нестандартної глибокої різьби, багатозахідної різьби із змінним кроком.

Для процесу вихрового нарізання різьби потрібні менші сили різання, при цьому виникають менші пружні деформації заготовки та інструменту, що покращує якість обробленої поверхні. При цьому для формування стружки однакового об’єму процес вихрового нарізання потребує менше часу ніж процес фрезерування через вищі швидкості різання та подачі.

Завдяки розмірам сформованої стружки тепло, яке сформоване в процесі різання, розсіюється переважно через стружку, при цьому зменшується потреба в охолодженні та змащуванні ріжучих інструментів. Температура заготовки залишається невисокою після закінчення процесу нарізання різьби.

Тому актуальним є завдання дослідження параметрів процесу вихрового нарізання різьби з визначенням товщини стружки залежно від режимів різання.

Актуальним є також розроблення технологічного процесу виготовлення корпуса АЛАЯ 732.125.007 з вибором устаткування та параметрів процесів механічної обробки.

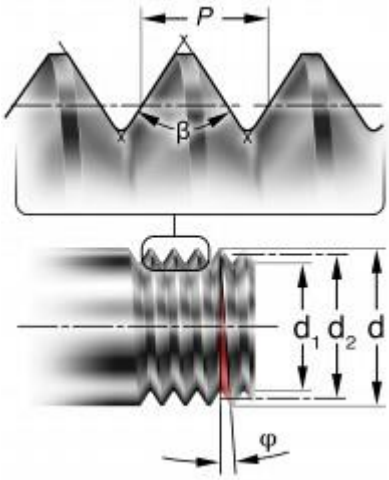
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз стану питання

Процес вихрового нарізання різьби (рисунок 1.1) представляє собою перервний процес різання, що нагадує фрезерування, при якому формування різьби на заготовці здійснюється за один прохід. Для цього використовується спеціальне устаткування для закріплення ріжучих пластин або різців, з профілем, що відповідає профілю різьби. Таке устаткування піддається регулюванню, при якому оператор може виставляти кут його розміщення залежно від різьби, що нарізається (рисунок 1.2)

Рисунок 1.1 – Процес вихрового нарізання різьби [21 www.sandvik.coromant.com]

Це високопродуктивний процес, що забезпечує високу якість обробленої поверхні, при цьому не утворюються задирки, як це відбувається в процесі фрезерування, і не формуються складки, як це відбувається в процесі накатування різьби. Особливо важливим цей процес є для обробки різьби на довгих деталях з низькою жорсткістю, малого діаметру для нарізання нестандартної глибокої різьби, багатозахідної різьби із змінним кроком.



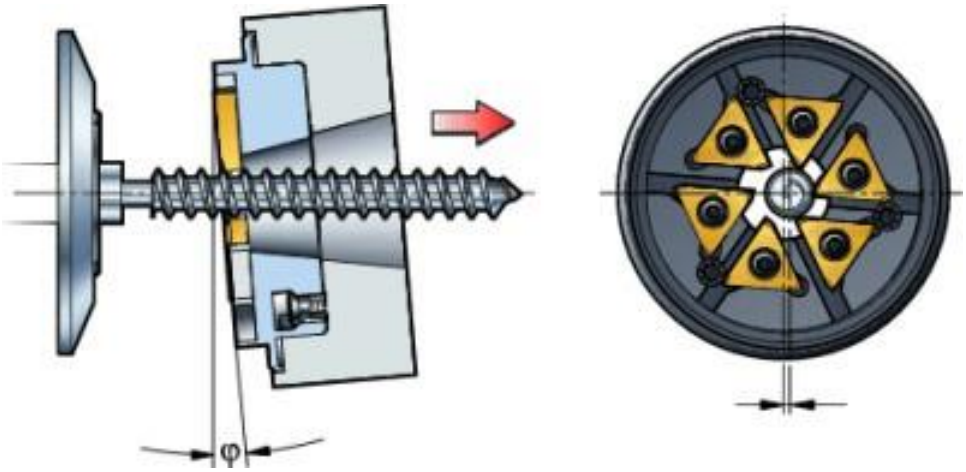


Рисунок 1.2 – Налагодження вихрової головки для нарізання різьби на циліндричній заготовці залежно від кута φ нахилу витків різьби [21 www.sandvik.coromant.com]

В сучасних різьбонарізних головках використовується від дев’яти до дванадцяти ріжучих пластин (рисунок 1.3) , що рівномірно розподілені навколо заготовки, що сприяє покращенню якості обробленої поверхні, підвищує швидкість обробки та стійкість інструменту порівняно із обробкою інструментами з однією ріжучою пластиною.

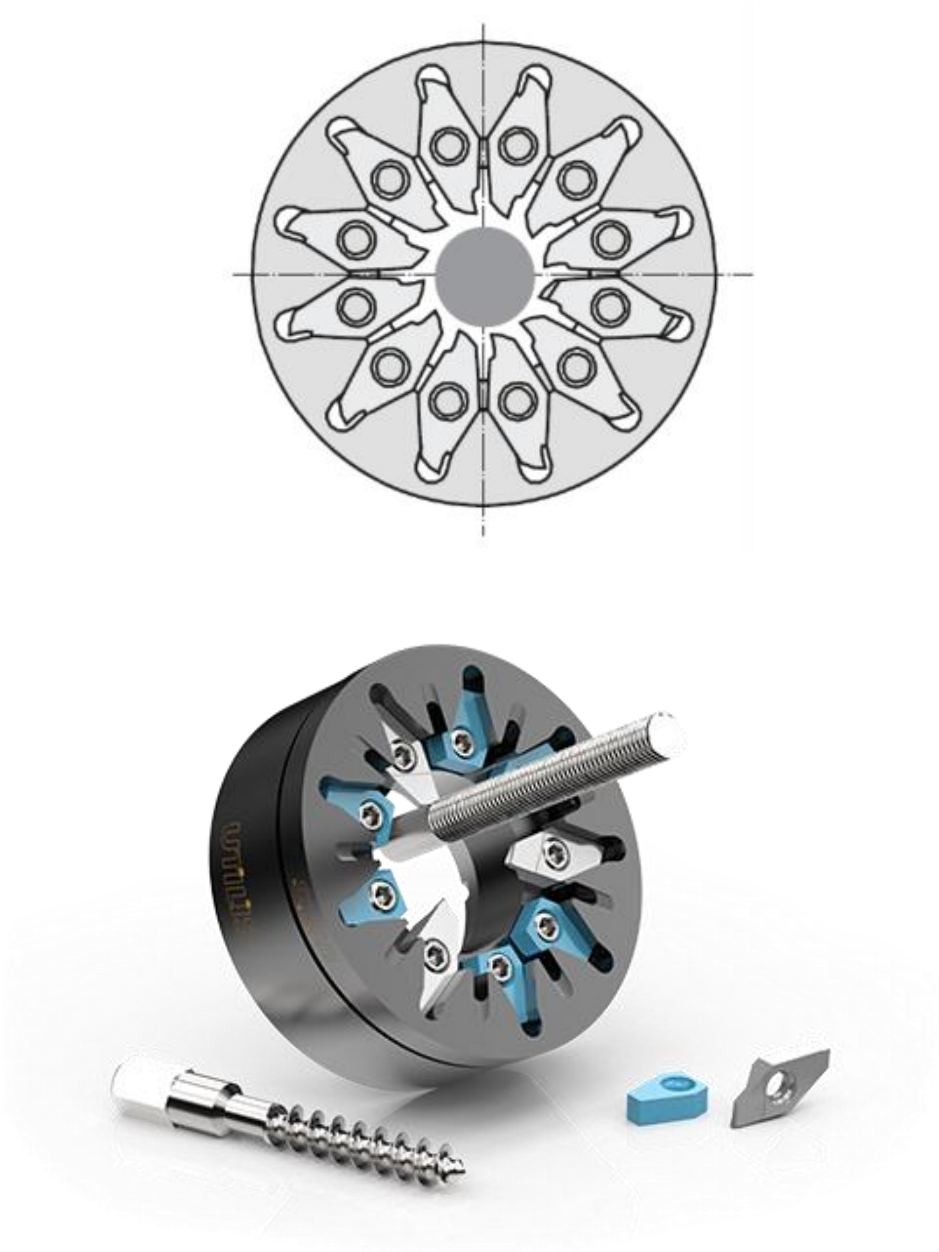


Рисунок 1.3 – Радіальне розміщення ріжучих пластин на вихровій головці [22]

При звичайному нарізанні різьби на токарному верстаті ріжуча пластина буде мати меншу міцність ніж пластини на вихровій головці. Пояснити це

можна тим що на звичайних різцях необхідно забезпечити достатній задній кут різання, тоді як при вихровому нарізанні цей кут формується внаслідок взаємних рухів заготовки та ріжучої пластини.

Процес вихрового нарізання різьби доцільно використовувати для середньо серійного виробництва складних різьбових поверхонь. Недоліком такого процесу є те, що пристрої для вихрового нарізання обмежені діаметром різьби, яку можна нарізати.

В загальному такий процес дозволяє нарізати різьбу довжиною до 10000 мм та діаметром від 4 мм до 200 мм. Найбільше знайшов застосування при виробництві медичного обладнання. [23]. Іноді цей процес називають планетарним фрезеруванням, проте при такому процесі інструмент обертається навколо своєї осі та навколо нерухомої заготовки для нарізання зовнішньої або внутрішньої різьби.

Ріжучі пластини розміщують на внутрішньому діаметрі вихрової головки в радіальному напрямку. Вихрова головка обертається із великою швидкістю навколо заготовки, при цьому заготовка обертається повільно. Основні рухи при вихровому нарізання різьби показано на рис. 1.4.

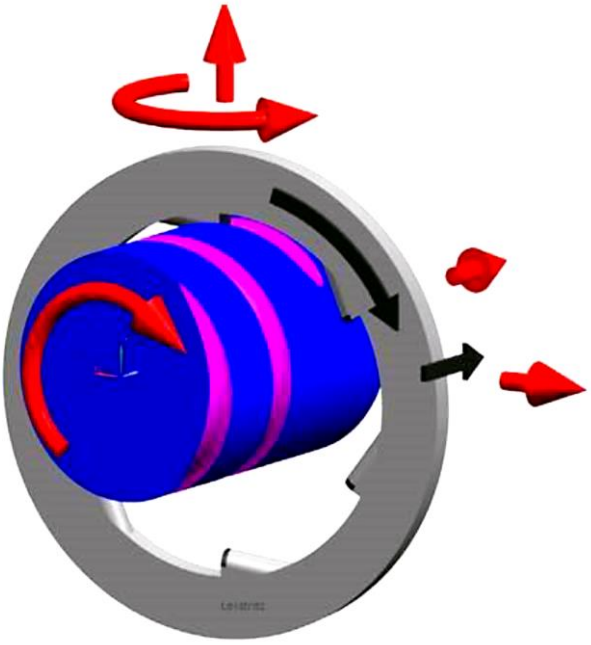


Рисунок 1.4 – Основні рухи при вихровому нарізання різьби [23]

Нахил вихрової головки відносно осі заготовки залежить від кута підйому витків різьби, що нарізається. Переміщення вихрової заготовки вздовж заготовки, що обертається формує необхідний крок різьби. Ексцентриситет вихрової головки визначає глибину різання, тобто висоту різьби.

Процес вихрового нарізання різьби можна виконувати на звичайному обладнанні із спеціальним устаткуванням (рисунки 1.5, 1.6) або на верстатах з ЧПК. Швидкість обертання заготовки становить від 3 об/хв до 30 об/хв при цьому вихрова головка обертається із швидкістю від 1000 об/хв до 10000 об/хв. Основний час обробки в 3-4 рази менший ніж при звичайному методі фрезерування, а для обробки довгих валів може бути і в 9 разів меншим.

Рисунок 1.5 – Пристрій для налагодження вихрової головки [21 www.sandvik.coromant.com]

В процесі вихрового нарізання різьби [24] формується стружка, яка схожа на стружку при фрезеруванні, і при схожих режимах різання має такий же об’єм, проте при вихровому фрезеруванні одержується тонша та довша стружка. Це означає що для процесу вихрового нарізання різьби потрібні менші сили різання, при цьому виникають менші пружні деформації заготовки та інструменту, що покращує якість обробленої поверхні. При цьому для формування стружки однакового об’єму процес вихрового нарізання потребує менше часу ніж процес фрезерування через вищі швидкості різання та подачі.

Рисунок 1.6 – Устаткування для приводу обертання вихрової головки [22]

Завдяки розмірам сформованої стружки [25] тепло, яке сформоване в процесі різання, розсіюється переважно через стружку, при цьому зменшується потреба в охолодженні та змащуванні ріжучих інструментів. При цьому температура заготовки залишається невисокою після закінчення процесу нарізання різьби. Ріжучі пластини також рекомендують покривати нітридом титану та алюмінію для запобіганню наростоутворенню на ріжучій кромці та для швидкого відведення тепла.

На вихровій головці також можна встановлювати ріжучі пластини для чорнової та чистової обробки, при цьому їх розміщують в різному радіальному положенні, що призводить до різання різних ділянок різьби.

При вихровому нарізанні різьби формується не ідеально циліндрична поверхня, а полігональна поверхня (рис. 1.5) як при фрезеруванні, тоді як при токарній обробці формується циліндрична поверхня. Проте максимальна відстань між точками полігона та циліндричною поверхнею різьби становить до 0,1 мкм, що набагато менше ніж при звичайному фрезеруванні. Тому при однакових режимах різання досягаються кращі параметри точності.

В процесі вихрового нарізання різьби також одержується менша шорсткість обробленої поверхні ніж при фрезеруванні, тому що ріжучі пластини врізаються поступово, а при фрезеруванні виникають сили різання, що діють на зміщення заготовки. Шорсткість обробленої поверхні досягає Ra 0,5-0,6 мкм.

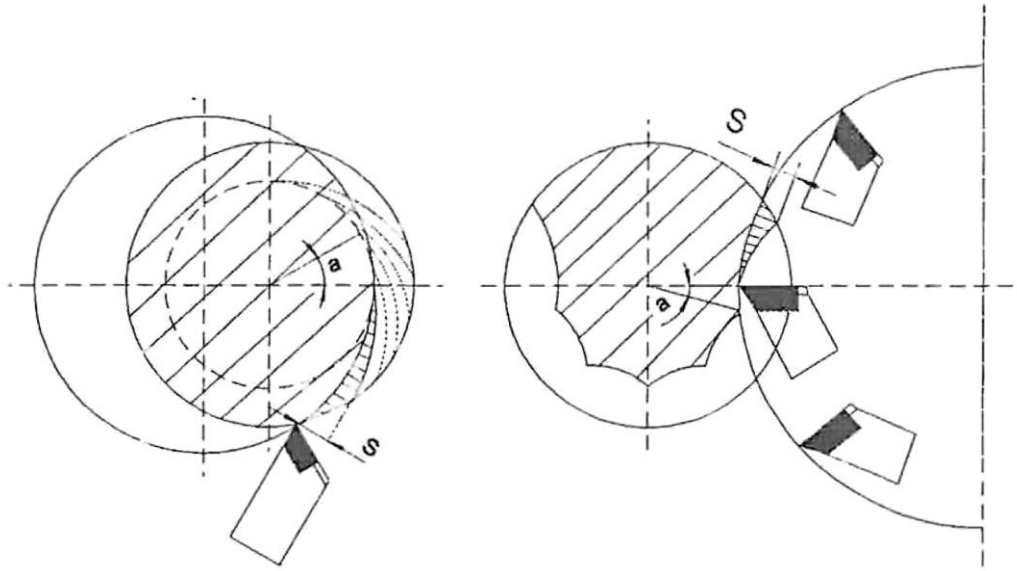


Рисунок 1.5 – Процес формування поверхні при вихровому нарізанні різьби [23]

1.2 Службове призначення деталі

Деталь “Корпус” АЛАЯ 732125.007 входить до складу світлодіодних світильників.

Основними поверхнями деталі є: внутрішня різьбова поверхня М100×2-7Н; Ra6,2 –для приєднання кришки; торцева поверхня 60h14($_{-0,74}$); Ra12,4 для точного з’єднання корпусу з кришкою; два різьбових отвори М6-7Н; 86±0,2; Ra6,2 – для кріплення ліри; різьбовий отвір М6-7Н; R40; Ra6,2 – для кріплення гвинта заземлення; два різьбових отвори М4-7Н; R40; Ra6,2 – для кріплення світлодіодів; отвір ∅15Н7($^{+0,018}$); Ra2,4 – для встановлення втулки; чотири різьбових отвори М22×1,5-7Н; Ra6,2, торцеві поверхні 116h14($_{-0,87}$); Ra12,4 – для приєднання фланців, які забезпечують підвід кабелів.

Результати аналізу зводимо в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Аналіз технічних вимог

Номер поверхні	Назва поверхні	Шорсткість
1	2	3
1	Торцева поверхня 60h14($_{-0,74}$)	Ra12,4
2	Внутрішня поверхня ∅97,9$^{+0,4}$ під різьбу М100×2-7Н	Ra6,2
3	Внутрішня фаска 3×45°	Ra12,4
4	Канавка внутрішня ∅102Н14($^{+0,87}$); 10Н14($^{+0,36}$); 45°	Ra12,4
5	Зовнішня поверхня ∅122h14($_{-1,0}$)	Ra12,4
6, 7, 8, 9	Чотири торцеві поверхні 116h14($_{-0,87}$)	Ra12,4
10, 27, 33, 34	Чотири отвори ∅20,5$^{+0,3}$ під різьбу М22×1,5-7Н	Ra6,2
11, 28, 35, 36	Чотири внутрішні фаски 1,5×45°	Ra12,4
12, 14	Два отвори ∅3,3$^{+0,14}$; 80±0,2; l=12 під різьбу М4-7Н	Ra6,2
15, 16	Дві внутрішні фаски 1×45°	Ra12,4
17, 31, 37, 38	Чотири різевих отвори М22×1,5-7Н; l=16	Ra6,2
18	Отвір глухий ∅4,95$^{+0,26}$; l=12 під різьбу М6-7Н	Ra6,2
19	Внутрішня фаска 1×45°	Ra12,4
20, 21	Два різевих отвори М4-7Н; l=8	Ra6,2
22	Різевий отвір М6-7Н; l=8	Ra6,2
23, 24	Два отвори глухих ∅4,95$^{+0,26}$; l=12 під різьбу М6-7Н	Ra6,2
25, 26	Дві внутрішні фаски 1×45°	Ra12,4
29, 30	Два різевих отвори М6-7Н; l=8	Ra6,2
32	Отвір ∅15Н7($^{+0,018}$) ; l=5	Ra2,4
39	Отвір глухий ∅4,95$^{+0,26}$; l=12 під різьбу М6-7Н	Ra6,2
40	Внутрішня фаска 1×45°	Ra12,4
41	Різевий отвір М6-7Н; l=8	Ra6,2
42	Внутрішня різева поверхня М100×2-7Н	Ra6,2

Деталь “Корпус” АЛАЯ 732125.007 виготовляється з алюмінієвого сплаву АК12

1.3. Висновки та постановка задач

В результаті аналізу літературних джерел встановлено що процес вихрового нарізання різьби є високопродуктивним процесом, що забезпечує високу якість обробленої поверхні, при якому не утворюються задирки, як це відбувається в процесі фрезерування, і не формуються складки, як це відбувається в процесі накатування різьби. Особливо важливим цей процес є для обробки різьби на довгих деталях з низькою жорсткістю, малого діаметру для нарізання нестандартної глибокої різьби, багатозахідної різьби із змінним кроком.

Для процесу вихрового нарізання різьби потрібні менші сили різання, при цьому виникають менші пружні деформації заготовки та інструменту, що покращує якість обробленої поверхні. При цьому для формування стружки однакового об’єму процес вихрового нарізання потребує менше часу ніж процес фрезерування через вищі швидкості різання та подачі.

Тому актуальним є завдання дослідження параметрів процесу вихрового нарізання різьби з визначенням товщини стружки залежно від режимів різання.

У кваліфікаційній роботі потрібно вирішити такі завдання:

1. Вивести рівняння траєкторії взаємного руху заготовки та різця у параметричній формі із врахуванням переміщення вихрової головки вздовж заготовки.

2. Побудовано графіки, які дозволять зробити висновок про вплив частоти обертання вихрової головки на товщину шару металу, що зрізається за один період контакту між заготовкою та різцем. А також дослідити вплив співвідношення між частотами обертань вихрової головки та заготовки.

3. Провести експериментальні дослідження для визначення товщини стружки, зрізаної в процесі вихрового нарізання різьби на заготовках із сталі 45 від зміни трьох основних факторів: частоти обертання заготовки, частоти обертання вихрової головки із різцями та зовнішнього радіуса різьби.

4. Представити графіки залежності товщини стружки, зрізаної в процесі

вихрового нарізання різьби на заготовках із сталі 45 від технологічних факторів.

5. Вдосконалити відомий технологічний процес виготовлення корпуса АЛАЯ 732.125.007.

3 ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Аналіз технологічності деталі

Для розрахунку та аналізу показників технологічності корпуса АЛАЯ 732.125.007 використовуємо дані з таблиці 1.1.

Визначаємо коефіцієнт точності обробки корпуса АЛАЯ 732.125.007

$$К_{Т.Ч.} = 1 - \frac{1}{Т_{ср}}, \tag{3.1}$$

$$Т_{ср} = \frac{\sum Т_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{14 \cdot 17 + 12 \cdot 22 + 11 \cdot 1 + 7 \cdot 1}{41} = 12{,}68;$$

$$К_{Т.Ч.} = 1 - \frac{1}{12{,}68} = 0{,}92.$$

Якщо $К_{тч}$=0,92>0,8, то корпус АЛАЯ 732.125.007 є технологічний.

Визначаємо коефіцієнт шорсткості поверхонь корпуса АЛАЯ 732.125.007

$$К_{ш} = \frac{1}{Б_{ср}}, \tag{3.2}$$

$$Б_{ср} = \frac{\sum Б_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{5 \cdot 1 + 4 \cdot 23 + 3 \cdot 17}{41} = 3{,}61,$$

$$К_{ш} = \frac{1}{3{,}61} = 0{,}28.$$

Якщо $К_{ш}$=0,28>0,16, то корпус АЛАЯ 732.125.007 є технологічний.

Визначаємо коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів корпуса АЛАЯ 732.125.007

$$К_{у.е.} = \frac{N_{у.е}}{N_е} = \frac{39}{41} = 0{,}95. \tag{3.3}$$

Якщо $К_{уе}$=0,95>0,6, то корпус АЛАЯ 732.125.007 є технологічний.

Отже, деталь “Корпус” АЛАЯ 732.125.007 є технологічною і не потребує коректувань креслення, конструкції та точності оброблених поверхонь.

3.2. Вибір способу одержання заготовки

Для виготовлення корпуса АЛАЯ 732.125.007 порівнюємо два методи одержання заготовок.

1) лиття в піщані форми;

2) лиття під тиском.

Загальні табличні припуски корпуса АЛАЯ 732.125.007 представлено в таблиці 3.1.

Об’єм та маса заготовок:

$$Q = q + m_{пр}, \quad (3.1)$$

q=0,5 – маса деталі, кг;

$$m_{пр} = V_{пр} \cdot \rho. \quad (3.2)$$

Таблиця 3.1 – Загальні припуски

Оброблювана поверхня, її розмір, точність	Параметр шорсткості деталі, мкм	Допуск заготовки, мм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5
1) лиття в піщані форми: клас точності– 11 клас; ряд припусків – 3.				
Внутрішня поверхня $\varnothing 97{,}9^{+0{,}4}$ під рьзьбу М100×2-7Н	Ra6,2	4,4	6,0 × 2=12,0	∅85,9±2,2
Торцева поверхня $60h14(_{-0{,}74})$	Ra12,4	4,0	5,5	65,5±2,0
Зовнішня поверхня $\varnothing 122h14(_{-1{,}0})$	Ra12,4	5,0	6,2 × 2=12,4	∅134,4±2,5
Отвір $\varnothing 15H7(^{+0{,}018})$	Ra2,4	2,8	4,0 × 2=8,0	∅7 ±1,4
Отвір $\varnothing 20{,}5^{+0{,}3}$ під рьзьбу М22×1,5-7Н	Ra6,2	3,2	4,2 × 2=8,4	∅12,1 ±1,6

Закінчення таблиці 3.1

1	2	3	4	5
Чотири торцеві поверхні 116h14($_{-0,87}$)	Ra12,4	5,0	6,2 × 2=12,4	128,4±2,5
2) лиття під тиском: клас точності– 7 клас; ряд припусків– 1				
Внутрішня поверхня ∅97,9$^{+0,4}$ під рьзьбу М100×2-7Н	Ra6,2	1,1	1,2 × 2=2,4	∅95,5±0,55
Торцева поверхня 60h14($_{-0,74}$)	Ra12,4	1,0	1,2	61,2±0,5
Зовнішня поверхня ∅122h14($_{-1,0}$)	Ra12,4	1,2	1,4 × 2=2,8	∅124,8±0,6
Отвір ∅15Н7($^{+0,018}$)	Ra2,4	0,7	1,1 × 2=2,2	∅12,8 ±0,35
Отвір ∅20,5$^{+0,3}$ під різьбу М22×1,5-7Н	Ra6,2	0,8	1,0 × 2=2,0	∅18,5 ±0,4
Чотири торцеві поверхні 116h14($_{-0,87}$)	Ra12,4	1,2	1,4 × 2=2,8	118,8±0,6

Для циліндричної форми об’єм:

$$V_{пр} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H}{4}. \qquad (3.3)$$

Визначаємо об’єм припусків:

– лиття в піщані форми

$$V_{пр1} = \frac{\pi \cdot (134,4^2 - 122^2) \cdot 8}{4} = 19966 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр2} = \frac{\pi \cdot (97,9^2 - 85,9^2) \cdot 23}{4} = 39822 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр3} = \frac{\pi \cdot (110^2 - 85,9^2) \cdot 5,5}{4} = 20384 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр4} = \frac{\pi \cdot (15^2 - 7^2) \cdot 5}{4} = 691 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр5} = 4\frac{\pi \cdot (38^2 - 12,1^2) \cdot 5}{4} = 20372 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр6} = \frac{4 \cdot \pi \cdot (20{,}5^2 - 12{,}1^2) \cdot 16}{4} = 13757 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр7} = \frac{\pi \cdot 6^2 \cdot 12}{4} \cdot 4 = 1356 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр8} = \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 12}{4} \cdot 2 = 301 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр} = \sum V_{пр_i};$$

$$V_{пр} = 116649 \text{ мм}^3 = 116{,}65 \text{ см}^3.$$

– лиття під тиском:

$$V_{пр1} = \frac{\pi \cdot (124{,}8^2 - 122^2) \cdot 8}{4} = 4340 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр2} = \frac{\pi \cdot (97{,}9^2 - 95{,}5^2) \cdot 23}{4} = 8380 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр3} = \frac{\pi \cdot (110^2 - 95{,}5^2) \cdot 1{,}2}{4} = 2807 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр4} = \frac{\pi \cdot (15^2 - 12{,}8^2) \cdot 5}{4} = 240 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр5} = 4\frac{\pi \cdot (38^2 - 18{,}5^2) \cdot 1{,}4}{4} = 4843 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр6} = \frac{4 \cdot \pi \cdot (20{,}5^2 - 18{,}5^2) \cdot 16}{4} = 3919 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр7} = \frac{\pi \cdot 6^2 \cdot 12}{4} \cdot 4 = 1356 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр8} = \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 12}{4} \cdot 2 = 301 \text{ мм}^3;$$

$$V_{пр} = \sum V_{пр_i};$$

$$V_{пр} = 26186 \text{ мм}^3 = 26{,}19 \text{ см}^3.$$

Загальні маси припусків:

– лиття в піщані форми:

$$m_{пр1} = 116,65 \cdot 2,6 = 303,29 \text{ г} = 0,303 \text{кг}.$$

– лиття під тиском:

$$m_{пр2} = 26,19 \cdot 2,6 = 68,09 \text{ г} \approx 0,068 \text{ кг}.$$

Визначаємо маси заготовок:

– лиття в піщані форми

$$Q_1 = 0,5 + 0,303 = 0,803 \text{кг}.$$

– лиття під тиском:

$$Q_2 = 0,5 + 0,068 = 0,568 \text{кг}.$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$К_{в.м.} = \frac{q}{Q}, \qquad (3.4)$$

– для лиття в піщані форми Q=0,803 кг:

$$К_{в.м.1} = \frac{0,5}{0,803} = 0,62.$$

:– для лиття під тиском Q=0,568 кг:

$$К_{в.м.2} = \frac{0,5}{0,568} = 0,88.$$

Другий варіант заготовки є оптимальним і приймається для подальшої розробки технологічного процесу.

3.3. Формування технологічного процесу

Запропоновані маршрути обробки корпуса АЛАЯ 732.125.007 представлено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 –Маршрути обробки корпуса АЛАЯ 732.125.007

№ пов.	Вид поверхні, позначення	Шорсткість, мкм	Варіанти методів, маршрутів обробки поверхонь	
			1	2
1	2	3	4	5
1	Торцева поверхня 60h14($_{-0,74}$)	Ra12,4	Напівчистове точіння	–
2	Внутрішня поверхня ∅97,9$^{+0,4}$ під різьбу М100×2-7Н	Ra6,2	Напівчистове розточування	–
3	Внутрішня фаска 3×45°	Ra12,4	Напівчистове розточування	–
4	Канавка внутрішня ∅102Н14($^{+0,87}$); 10Н14($^{+0,36}$); 45°	Ra12,4	Напівчистове розточування	–
5	Зовнішня поверхня ∅122h14($_{-1,0}$)	Ra12,4	Напівчистове точіння	Напівчистове точіння поперечне
6, 7, 8, 9	Чотири торцеві поверхні 116h14($_{-0,87}$)	Ra12,4	Фрезерування торцевою фрезою	Фрезерування дисковою двохсторо-нньою фрезою попарно
10, 27, 33, 34	Чотири отвори ∅20,5$^{+0,3}$ під різьбу М22×1,5-7Н	Ra6,2	Розсвердлю-вання	Зенкерування
11, 28, 35, 36	Чотири внутрішні фаски 1,5×45°	Ra12,4	Формування при свердлінні	Зенкування
12, 14	Два отвори ∅3,3$^{+0,14}$; 80±0,2; l=12 під різьбу М4-7Н	Ra6,2	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління
15, 16	Дві внутрішні фаски 1×45°	Ra12,4	Формування при свердлінні	Зенкування
17, 31, 37, 38	Чотири різевих отвори М22×1,5-7Н; l=16	Ra6,2	Нарізання різі мітчиком	–

Закінчення таблиці 3.3

1	2	3	4	5
18	Отвір глухий $\varnothing 4{,}95^{+0{,}26}$; l=12 під різьбу М6-7Н	Ra6,2	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління
19	Внутрішня фаска 1×45°	Ra12,4	Формування при свердлінні	Зенкування
20, 21	Два різевих отвори М4-7Н; l=8	Ra6,2	Нарізання різі мітчиком	–
22	Різевий отвір М6-7Н; l=8	Ra6,2	Нарізання різі мітчиком	–
23, 24	Два отвори глухих $\varnothing 4{,}95^{+0{,}26}$; l=12 під різьбу М6-7Н	Ra6,2	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління
25, 26	Дві внутрішні фаски 1×45°	Ra12,4	Формування при свердлінні	Зенкування
29, 30	Два різевих отвори М6-7Н; l=8	Ra6,2	Нарізання різі мітчиком	–
32	Отвір $\varnothing 15H7(^{+0{,}018})$; l=5	Ra2,4	Зенкерування Розвертання чорнове Розвертання чистове	Розсверд-лювання Розвертання чорнове Розвертання чистове
39	Отвір глухий $\varnothing 4{,}95^{+0{,}26}$; l=12 під різьбу М6-7Н	Ra6,2	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління
40	Внутрішня фаска 1×45°	Ra12,4	Формування при свердлінні	Зенкування
41	Різевий отвір М6-7Н; l=8	Ra6,2	Нарізання різі мітчиком	–
42	Внутрішня різева поверхня М100×2-7Н	Ra6,2	Фрезерування різі	Нарізання різьби різцем

Остаточно прийнятий маршрут обробки.

005 Токарна напівавтоматна

Підрізати торець 1, в розмір $60h14(_{-0{,}74})$.

Позиція III. Розточити отвір 2 в розміри $\varnothing 97{,}9^{+0{,}4}$; 23±0,1.

Позиція IV. Розточити внутрішню фаску 3, в розмір 3×45°.

Позиція V. Точити зовнішню поверхню 5 на прохід в розмір $\varnothing 122h14(_{-1{,}0})$.

Позиція VI. Розточити канавку 4, в розміри $\varnothing 102H14(^{+0{,}87})$; $10H14(^{+0{,}36})$; 45° .

Перевірити розміри: $\varnothing 102H14(^{+0{,}87})$; $10H14(^{+0{,}36})$; 45°; $\varnothing 97{,}9^{+0{,}4}$; 23±0,1;

60h14($_{-0,74}$); 3×45°. Контроль 40%

010 Горизонтально-фрезерна

Перехід 2. Фрезерувати два торці 6, 7 в розмір 116h14($_{-0,87}$) одночасно.

Перехід 3. Повернути деталь на 90°

Перехід 4. Фрезерувати два торці 8, 9 в розмір 116h14($_{-0,87}$) одночасно.

Перевірити розміри: 116h14($_{-0,87}$). Контроль 40%

015 Агрегатна

Розсвердлити отвір 10 з формуванням фаски 11 в розміри ∅20,5$^{+0,3}$; l=16; 1,5×45°; свердлити два отвори 12, 14 одночасно з формуванням двох фасок 15, 16 та свердлити отвір 18 з формуванням фаски 19, в розміри ∅3,3$^{+0,14}$; 80±0,2; l=12; ∅4,95$^{+0,26}$; l=12.

Позиція III. Нарізати різьбу 17 в розміри М22×1,5-7Н; l=16; нарізати різьбу 20, 21, 22 в трьох отворах, в розміри М6-7Н; l=8; М4-7Н; l=8.

Перевірити розміри: М6-7Н; l=8; М4-7Н; l=8; М22×1,5-7Н; l=16; 80±0,2.

020 Агрегатна

Свердлити два отвори 23, 24 з формуванням двох фасок 25, 26, в розміри ∅4,95$^{+0,26}$; l=12; 1×45° 86±0,2.; розсвердлити отвір 27 з формуванням фаски 28, в розміри ∅20,5$^{+0,3}$; l=16; 1,5×45° одночасно.

Позиція III. Нарізати різьбу в двох отворах 29, 30 в розміри М6-7Н; l=8; нарізати різьбу 31 в розміри М22×1,5-7Н; l=16 одночасно.

Позиція IV. Зенкерувати твір 32 в розмір ∅14,798$^{+0,18}$.

Позиція V. Розвертати отвір 32 в розмір ∅14,998$^{+0,043}$.

Позиція VI. Розвертати отвір 32 в розміри ∅15Н7($^{+0,018}$).

Перевірити розміри: М6-7Н; l=8; М22×1,5-7Н; l=16; 86±0,2; ∅15Н7($^{+0,018}$). Контроль 40%.

025 Агрегатна

Розсвердлити отвори 33, 34 з формуванням фасок 35, 36 в розміри ∅20,5$^{+0,3}$; l=16; 1,5×45° одночасно.

Позиція III. Нарізати різьбу 37, 38 в розміри М22×1,5-7Н; l=16 одночасно.

Перевірити розміри: М22×1,5-7Н; l=16.

030 Вертикально-свердлильна

Свердлити отвір 39 з формуванням фаски 40, в розміри $\varnothing 4{,}95^{+0{,}26}$; l=12; 1×45°

Перевірити розміри: $\varnothing 4{,}95^{+0{,}26}$; l=12; 1×45°.

035 Різенарізна

Нарізати різьбу в отворі 41, в розміри М6-7Н; l=8.

Перевірити розміри: М6-7Н; l=8.

040 Різефрезерна

Фрезерувати різьбу 42, в розмір М100×2-7Н.

Перевірити розмір: М100×2-7Н.

Операція 045 Контроль.

3.4. Визначення припусків на оброблення

Припуски на поверхні представлено в таблиці 3.4.

Габаритні розміри заготовки: 61,2±0,5× ∅124,8±0,6.

Таблиця 3.4 – Розрахункові припуски

Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск, мм	Припуск, мм	Операційні (проміжні) розміри із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6
Торцева поверхня 60h14($_{-0,74}$)					
Напівчистове точіння	14	Ra12,4	0,74	1,2	$60_{-0,74}$
Заготовка	7-мий кл.	R_z40	1,0	-	61,2±0,5
поверхня $\varnothing 97{,}9^{+0{,}4}$ під різьбу М100×2-7Н					
Розточування напівчистове	11	Ra6,2	0,4	1,2 × 2=2,4	$\varnothing 97{,}9^{+0{,}4}$
Заготовка	7-мий кл.	R_z40	1,1	–	∅95,5±0,55
Отвір $\varnothing 20{,}5^{+0{,}3}$ під різьбу М22×1,5-7Н					
Розсвердлювання	14	Ra6,2	0,3	1,0 × 2=2,0	$\varnothing 20{,}5^{+0{,}3}$

Закінчення таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6
Заготовка	7-мий кл.	R_z40	0,8	–	∅18,5 ±0,4
Зовнішня поверхня ∅122h14($_{-1,0}$)					
Точіння напівчистове	14	Ra12,4	1,0	1,4 × 2=2,8	∅122$_{-1,0}$
Заготовка	7-мий кл.	R_z40	1,2	-	∅124,8±0,6
Чотири торцеві поверхні 116h14($_{-0,87}$)					
Фрезерування напівчистове	14	Ra12,4	0,87	1,4 × 2=2,8	116$_{-0,87}$
Заготовка	7-мий кл.	R_z40	1,2	–	118,8±0,6
Канавка внутрішня ∅102H14($^{+0,87}$)					
Розточування напівчистове	14	Ra12,4	0,87	2,05 × 2=4,1	∅102$^{+0,87}$
Попередньо-оброблена поверхня	13	Ra6,2	0,4	–	∅97,9$^{+0,4}$

3.5. Визначення режимів різання

Розрахунок режимів різання та інструменти представлено в додатках.

Остаточні результати режимів різання корпуса АЛАЯ 732.125.007 представлено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Таблиця режимів різання корпуса АЛАЯ 732.125.007

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T_m, хв	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S_m, мм/хв	T_o, хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 Токарна напівавтоматна										
Підрізати торець 1, в розмір 60h14($_{-0,74}$).	1,2	10	1	102	0,51	254	78,8	127	0,09	1,6
Позиція III Розточити отвір 2 в розміри ∅97,9$^{+0,4}$; 23±0,1.	1,2	30	1	102	0,51	254	78	127	0,26	1,6

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Позиція IV Розточити внутрішню фаску 3, в розмір 3×45°.	3,0	5	1	102	0,21	252	79	52	0,11	1,7
Позиція V Точити зовнішню поверхню 5 на прохід в розмір ∅122h14($_{-1,0}$).	1,4	18	1	102	0,41	252	97	102	0,17	1,8
Позиція VI Розточити канавку 4, в розміри ∅102H14($^{+0,87}$); 10H14($^{+0,36}$); 45° .	10	17,8	1	102	0,21	252	80	51	0,34	2,11
010 Горизонтально-фрезерна										
Фрезерувати два торці 6, 7 в розмір 116h14($_{-0,87}$) одночасно.	1,4	42	1	122	0,1 мм/зуб	762	297	–	0,11	2,6
Перехід 2 Повернути деталь на 90°										
Перехід 4 Фрезерувати два торці 8, 9 в розмір 116h14($_{-0,87}$) одночасно.	1,4	42	1	122	0,1 мм/зуб	762	297	–	0,11	2,6
015 Агрегатна										
Розсвердлити отвір 10 з формуванням фаски 11 в розміри ∅20,5$^{+0,3}$; l=16; 1,5×45°;	1,0	28	1	117	0,21	1062	68,1	214	0,12	0,41

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
свердлити два отвори 12, 14 одночасно з формуванням двох фасок 15, 16 та свердлити отвір 18 з формуванням фаски 19, в розміри $\varnothing 3{,}3^{+0{,}14}$; 80±0,2; l=12; $\varnothing 4{,}95^{+0{,}26}$; l=12.	1,65 2,5	17	1	202	0,11	2015	20,8	241	0,08	0,75
Позиція III Нарізати різьбу 17 в розміри М22×1,5-7Н; l=16; нарізати різьбу 20, 21, 22 в трьох отворах, в розміри М6-7Н; l=8; М4-7Н; l=8.	0,433 0,202 0,54	26 12 12	1 1	202 202 135	1,7 0,75 1,01	162 344 244	11,14 4,36 4,62	240 240 240	0,12 0,12 0,12	0,27 0,11
020 Агрегатна										
Свердлити два отвори 23, 24 з формуванням двох фасок 25, 26, в розміри $\varnothing 4{,}95^{+0{,}26}$; l=12; 1×45° 86±0,2.; розсвердлити отвір 27 з формуванням фаски 28, в розміри $\varnothing 20{,}5^{+0{,}3}$; l=16; 1,5×45° одночасно.	2,5	17	1	142	0,11	1765	27,6	211	0,07	0,52
	1,0	28	1	116	0,21	1062	68,1	211	0,12	0,41

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Позиція III Нарізати різьбу в двох отворах 29, 30 в розміри М6-7Н; l=8; нарізати різьбу 31 в розміри М22×1,5-7Н; l=16 одночасно.	0,54 0,433	12 26	1 1	132 202	1,01 1,6	241 160	4,7 11,14	240 241	0,12 0,12	0,11 0,27
Позиція IV. Зенкерувати твір 32 в розмір $\varnothing 14{,}798^{+0{,}18}$.	1,61	9,5	1	32	0,36	605	22,1	219	0,046	0,15
Позиція V. Розвертати отвір 32 в розмір $\varnothing 14{,}998^{+0{,}043}$.	0,169	19,5	1	32	0,95	221	8,4	197	0,12	0,15
Позиція VI.										
Розвертати отвір 32 в розміри $\varnothing 15H7(^{+0{,}018})$.	0,0425	19,5	1	32	0,51	264	12,7	140,6	0,12	0,10
025 Агрегатна										
Розсвердлити отвори 33, 34 з формуванням фасок 35, 36 в розміри $\varnothing 20{,}5^{+0{,}3}$; l=16; 1,5×45° одночасно.	1,0	28	1	112	0,21	1062	68,1	214	0,16	0,85
Позиція III										
Нарізати різьбу 37, 38 в розміри М22×1,5-7Н; l=16 одночасно.	0,433	26	1	202	1,6	162	11,14	240	0,17	0,58
030 Вертикально-свердлильна										
Свердлити отвір 39 з формуванням фаски 40, в розміри $\varnothing 4{,}95^{+0{,}26}$;	2,5	17	1	142	0,14	1768	27,9	210	0,07	0,22

Закінчення таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
035 Різенарізна										
Нарізати різьбу в отворі 41, в розміри М6-7Н; l=8.	0,54	12	1	135	1,1	241	4,5	240	0,12	0,12
040 Різефрезерна										
Фрезерувати різьбу 42, в розмір М100×2-7Н.	1,08	392,5	1	102	0,1 мм/зуб	252	78,8	402	0,97	3,40

Розрахунок технічних норм часу виготовлення корпуса АЛАЯ 732.125.007 представлено в додатках.

Результати розрахунку представлено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Норми часу по операціях

Номер та назва операції	$T_о$, хв	Допоміжний час, $T_д$ хв			$T_{оп}$, хв	Час обслуговування, $T_{об}$, хв			$T_{шт}$, хв.	$T_{п.з.}$, хв.	n, шт	$T_{шт.к.}$, хв
		$T_у$.	$T_{пер}$	$T_{вим}$		$T_{тех.об}$.	$T_{орг.об}$.	$T_{відп}$.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
005 Токарна напівавтоматна	0,35	0,08									2140	0,58
010 Горизонтально-фрезерна	0,1	0,08										0,27
015 Агрегатна	0,14	0,08	0,01	0,59	0,12	0,26	0,003	0,006	0,016	0,695		0,72
020 Агрегатна	0,14	0,08										0,4
025 Агрегатна	0,14	0,08										0,4

Закінчення таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
030 Верти-кально-свердлильна	0,08	0,08										0,18
035 Різенарізна	0,1	0,08										0,25
040 Різефрезерна	0,98	0,08										1,48

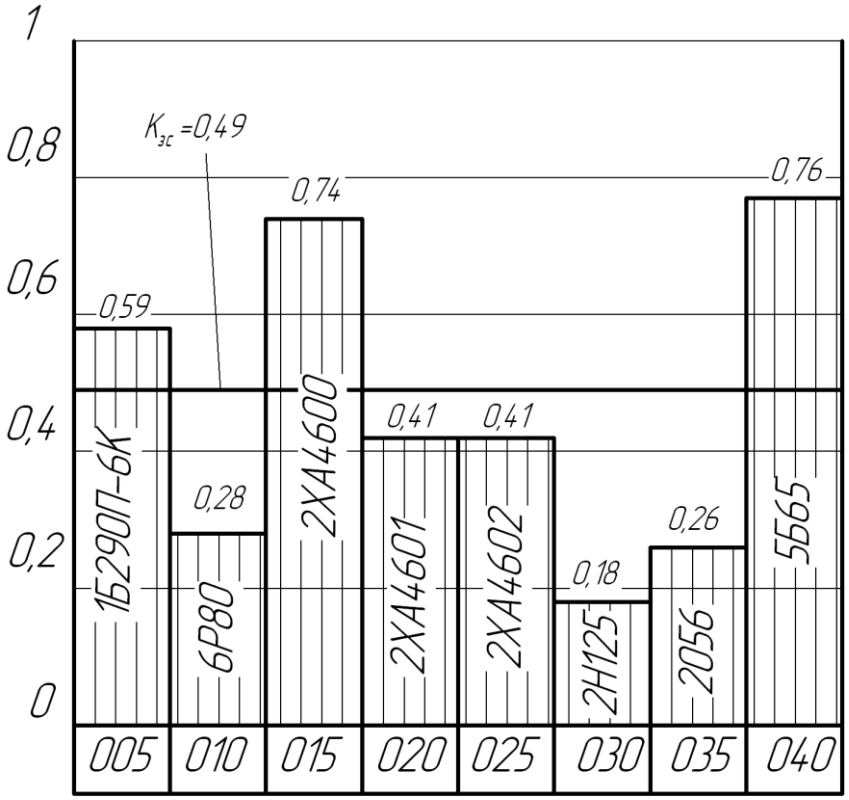


Рисунок 3.1 – Графік завантаження обладнання

3.6. Розрахунок пристосування

З метою розрахунку сил затиску заготовки на операції 015 розглянуто розрахункову схему (рис. 3.5) при свердлінні отвору ∅3,3мм та двох отворів ∅5мм

Осьове зусилля різання на операції [20]

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.5)$$

де D_{IIa}=3,3 мм; $D_{IIб}$=5,0 мм – діаметр свердла;

S_{II}=0,12 мм/об – подача різання;

C_p=9,8; y=0,7; q=1,0 [20];

$$K_p = K_{мр}, \quad (3.6)$$

де $K_{мр}$=1,0 – поправочний коефіцієнт, $K_p = 1{,}0$.

Отримаємо значення осьової сили під час сердління:

$$P_{oIIa} = 10 \cdot 9{,}8 \cdot 3{,}3^{1{,}0} \cdot 0{,}12^{0{,}7} \cdot 1{,}0 = 73 \text{ Н};$$

$$P_{oIIб} = 2 \cdot 10 \cdot 9{,}8 \cdot 5{,}0^{1{,}0} \cdot 0{,}12^{0{,}7} \cdot 1{,}0 = 222 \text{ Н}.$$

Умова забезпечення затиску:

$$KM_{різ} = \sum M_{тр}, \quad (3.7)$$

Момент тертя:

$$\sum M_{тр} = P_{зат} \cdot R \cdot f_1 + \frac{2P_{зат} f_2 \cdot \left(R_2^3 - R_1^3\right)}{3\left(R_2^2 - R_1^2\right)}. \quad (3.8)$$

Із рівняння рівноваги (3.8) одержуємо:

$$P_{зат} = \frac{KM_{різ}}{f_1 \cdot R + 2f_2 \cdot \dfrac{R_2^3 - R_1^3}{3(R_2^3 - R_1^3)}} + P_0. \quad (3.9)$$

Момент різання [6]:

$$M_{різ1,2} = 10 \cdot C_м \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.10)$$

Отже, $M_{різ1} = 10 \cdot 0,005 \cdot 3,3^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1 = 0,1\ Н \cdot м$;

$M_{різ2} = 10 \cdot 0,005 \cdot 5^2 \cdot 0,08^{0,8} \cdot 1 = 0,17\ Н \cdot м$.

Сумарний момент різання:

$$M_{різ} = M_{різ1} + 2M_{різ2};$$

$$M_{різ} = 0,1 + 2 \cdot 0,17 = 0,44 Н \cdot м.$$

Коефіцієнт запасу К [6]:

$$К = К_0 К_1 К_2 К_3 К_4 К_5 К_6. \qquad (3.11)$$

$$К = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,6.$$

Із формули (3.9) необхідна сила затиску:

$$P_{зат} = \frac{2,6 \cdot 0,44}{0,2 \cdot 0,03 + 2 \cdot 0,2 \cdot \dfrac{0,058^3 - 0,055^3}{3 \cdot \left(0,058^2 - 0,055^2\right)}} + 73 + 222 = 360\,Н.$$

Умова затиску пневмоприводом

$$P_з К \le W. \qquad (3.12)$$

Тягова сила на штоці пневмоциліндра [14]:

$$F_{шт.тяг.} = 0,785 \cdot (D_ц^2 - d_{шт}^2) \cdot p \cdot \eta, \qquad (3.13)$$

Тоді: $F_{шт.тяг.} = 0,785 \cdot (0,1^2 - 0,032^2) \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 2536\,Н$.

Сила тяги пневмоциліндра визначаємоза формулою:

$$W = \frac{F_{шт.тяг.}}{\left(tg\left(\beta + arctg\left(\varphi \cdot \frac{d}{D} \right) \right) + tg\varphi_1 \right)}, \qquad (3.14)$$

де β=10 °; d=12мм; D=24мм.

Після підстановки даних одержали

$$W = \frac{2536}{\left(tg\left(10 + arctg\left(6 \cdot \frac{12}{24} \right) \right) + tg6 \right)} = 4474\,Н.$$

Умова надійності закріплення:

$$P_з K \leq W.$$

У розрахунковій схемі $КР_з$=540 Н < W=4474 Н.

Заготовка буде надійно закріплена під час обробки на 015 агрегатній операції.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Правила техніки безпеки під час роботи на свердлильних верстатах

Робота на свердлильних верстатах відноситься до робіт з підвищеною небезпекою. Усім робітникам, які працюють на свердлильних верстатах, необхідно присвоїти II групу з електробезпеки. До самостійної роботи на свердлильному верстаті допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли:

— медичний огляд;

— інструктаж з основної спеціальності.

Під час експлуатації свердлильного верстата необхідно користуватися інструкцією (паспортом) заводу-виготовлювача.

Підключення (відключення) свердлильного верстата до електромережі, планово-попереджувальний ремонт повинен проводити електротехнічний працівник, що має III групу з електробезпеки.

Під час роботи на свердлильному верстаті робітник для захисту від дії стружки забезпечується захисними окулярами, а також спецодягом (без висячих кінців). Захисні окуляри повинні видаватися під розпис.

Металеві частини свердлильного верстата, що можуть опинитися під напругою у випадку пошкодження ізоляції, повинні бути заземленими. Заземлення здійснюється металевою шиною або спеціальною жилою живильного кабелю, що не може одночасно бути провідником робочого струму. Використовувати з цією метою нульовий робочий провід забороняється.

Під час введення в експлуатацію електрообладнання свердлильного верстата підлягає випробуванню (вимірювання опору ізоляції, наявності та параметрів кола заземлення тощо). Свердлильний верстат підлягає також періодичній перевірці в строки, встановлені графіком планово-попереджувального ремонту, затвердженого головним інженером та узгодженого головними спеціалістами підприємства.

Дані про проведені ремонти заносяться в паспорт верстата, а результати

перевірок і випробувань електрообладнання верстата заносяться в журнал.

На верстаті повинна бути прикріплена табличка з інвентарним номером, даними про особу, відповідальну за її технічний стан, і вивішена інструкція з безпечної експлуатації верстата.

Перелік робітників, які мають право працювати на свердлильному верстаті, повинен бути затверджений начальником виробничого підрозділу та вивішеним на видному місці на виробничій дільниці.

Біля верстата на підлозі повинен бути дерев'яний трап на всю довжину робочої зони завширшки не менше 0,6 м, відстань між планками якого повинна бути не більше 30 мм.

Біля верстата повинна передбачатися площа, на якій розміщуються стелажі, тара, столи та інші пристосування для розміщення оснастки, матеріалів, заготовок, готових виробів і відходів виробництва.

Свердлильний верстат повинен бути захищеним від впливу зовнішнього середовища (атмосферних опадів) та розташовуватися у приміщенні згідно з вимогами до умов експлуатації, зазначеними в паспорті заводу-виготовлювача.

Для зняття, установлення деталей або заготовок масою понад 20 кг необхідно використовувати вантажно-підіймальний механізм, що обладнаний спеціальним пристроєм (захватом).

Забороняється використовувати під час роботи на свердлильному верстаті несправний інструмент або інструмент не за призначенням, а також працювати без інвентарного огородження частин, що обертаються, та знятих конструктивних елементах верстата.

Дозволяється працювати на свердлильному верстаті тільки тим робітникам, які пройшли відповідний інструктаж з питань охорони праці.

Під час встановлення свердел та інших різальних інструментів у шпиндель верстата необхідно звертати особливу увагу на міцність їх закріплення і точність центрування.

Видалення стружки з просвердленого отвору дозволяється виконувати тільки після зупинення верстата і відведення інструмента.

Усі предмети, призначені для обробки, за виключенням особливо важких, повинні бути встановлені і закріплені на столі або плиті свердлильного верстата нерухомо за допомогою лещат, кондукторів або інших надійних пристроїв.

Для витягання інструмента зі шпинделя верстата повинні застосовуватися спеціальні молотки і вибивачі (клини), зроблені із матеріалу, який виключає відокремлення його частинок під час удару.

Шпиндель з патроном повинен самостійно повертатися у верхнє положення у разі відпускання штурвала подачі свердла.

Забороняється:

— застосовувати свердла і патрони з забитим або спрацьованим хвостовиком;

— використовувати під час роботи на верстаті рукавиці;

— утримувати деталь під час роботи руками.

Клини, гвинти та інші елементи, що використовуються для закріплення інструмента, не повинні виступати над периферією шпинделя.

Установку деталей на верстаті і їх знімання з верстата необхідно виконувати тільки тоді, коли шпиндель з ріжучим інструментом знаходяться у вихідному положенні.

Для заміни інструмента необхідно опустити шпиндель і зупинити верстат. Заміну інструмента на ходу верстата дозволяється виконувати тільки за наявності спеціального швидкозмінного патрона.

Під час заміни інструмента на багатошпиндельних головках, де руки під час цього знаходяться в зоні розташування головок, необхідно користуватися спеціальними підставками, що запобігають падінню головки у разі обриву вантажу.

Під час встановлення в шпиндель свердла з конусним хвостовиком необхідно остерігатися порізу рук об ріжучу крайку інструмента.

Подані на обробку і оброблені деталі необхідно стійко укладати на підкладках і стелажах; висота штабеля не повинна перевищувати для дрібних деталей 0,5 м, для середніх — 1 м, для крупних — 1,5 м.

4.2. Проведення рятувальних та інших невідкладних робіт на машинобудівному заводі при виникненні аварії

Сутність рятувальних та інших невідкладних робіт — це усунення безпосередньої загрози життю та здоров'ю людей, відновлення життєзабезпечення населення, запобігання або значне зменшення матеріальних збитків. Мета проведення рятувальних робіт – порятунок людей і надання медичної допомоги постраждалим, ліквідація аварій**.** Рятувальні та інші невідкладні роботи включають також усунення пошкоджень, які заважають проведенню рятувальних робіт, створення умов для наступного проведення відновлювальних робіт.

До рятувальних робіт відносяться:

— розвідка маршруту руху сил, визначення обсягу та ступеня руйнувань, розмірів зон зараження, швидкості і напрямку розповсюдження зараженої хмари чи пожежі;

— локалізація та гасіння пожеж на маршруті руху сил та ділянках робіт;

— визначення об'єктів і населених пунктів, яким безпосередньо загрожує небезпека;

— визначення потрібного угрупування сил і засобів запобігання і локалізації небезпеки;

— пошук уражених та звільнення їх з-під завалів, пошкоджених та палаючих будинків, із загазованих та задимлених приміщень;

— розкриття завалених захисних споруд та рятування з них людей;

— надання потерпілим першої допомоги та евакуація їх (при необхідності) у лікувальні заклади;

— вивіз або вивід населення із небезпечних місць у безпечні райони;

— організація комендантської служби, охорона матеріальних цінностей і громадського порядку;

— відновлення життєздатності населених пунктів і об'єктів;

— пошук, розпізнавання і поховання загиблих;

— санітарна обробка уражених;

— соціально-психологічна реабілітація населення.

До невідкладних робіт відносяться:

— прокладання колонних шляхів та улаштування проїздів (проходів) у завалах та на зараженій території;

— локалізація аварій на водопровідних, енергетичних, газових і технологічних мережах;

— ремонт та тимчасове відновлення роботи комунально-енергетичних систем і мереж зв’язку для забезпечення рятувальних робіт;

— зміцнення або руйнування конструкцій, які загрожують обвалом і безпечному веденню робіт;

Рятувальні та інші невідкладні роботи здійснюються у три етапи. На першому етапі вирішуються завдання:

— щодо екстреного захисту населення;

— з запобігання розвитку чи зменшення впливу наслідків;

— з підготовки до виконання рятувальних робіт.

Основними заходами щодо екстреного захисту населення є:

— оповіщення про небезпеку;

— використання засобів захисту;

— додержання режимів поведінки;

— евакуація з небезпечних у безпечні райони;

— здійснення санітарно-гігієнічної, протиепідемічної профілактики і надання медичної допомоги;

— локалізація аварій;

— зупинка чи зміна технологічного процесу виробництва;.

— попередження (запобігання) і гасіння пожеж,

На другому етапі проводяться:

— пошук потерпілих;

— витягання потерпілих з-під завалів, з палаючих будинків, пошкоджених транспортних засобів;

— евакуація людей із зони лиха, аварії, осередку ураження;

— надання медичної допомоги;

— санітарна обробка людей;

— знезараження одягу, майна, техніки, території;

— проведення інших невідкладних робіт, що сприяють і забезпечують здійснення рятувальних робіт.

На третьому етапі вирішуються завдання щодо забезпечення життєдіяльності населення у районах, які потерпіли від наслідків надзвичайних ситуацій:

— відновлення чи будівництво житла;

— відновлення енерго-, тепло-, водо-, газопостачання, ліній зв’язку;

— організація медичного обслуговування;

— забезпечення продовольством і предметами першої необхідності;

— знезараження харчів, води, фуражу, техніки, майна, території;

— соціально-психологічна реабілітація;

— відшкодування збитків;

— знезараження майна, території, техніки.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі представлено дослідження параметрів процесу вихрового нарізання різьбових поверхонь. Встановлено, що під час різання можна регулювати товщину шару металу, що зрізається одним різцем за рахунок зміни частот обертання заготовки та вихрової головки. Одержано рівняння траєкторії взаємного руху заготовки та різця у параметричній формі із врахуванням переміщення вихрової головки вздовж заготовки. Побудовано відповідні графіки, які дозволяють зробити висновок, що підвищення частоти обертання вихрової головки призводить до зменшення товщини шару металу, що зрізається за один період контакту між заготовкою та різцем. Також графіки показали, що визначальним є співвідношення між частотами обертань вихрової головки та заготовки. Чим більше таке співвідношення, тим меншою є товщина зрізаного шару.

Також представлено результати експериментальних досліджень товщини стружки, зрізаної в процесі вихрового нарізання різьбових поверхонь.

Встановлено, що найбільший вплив на товщину стружки, зрізаної в процесі вихрового нарізання різьби має частота обертання заготовки n_1, а найменший влив має – зовнішній радіус різьби R_2. При збільшенні частоти обертання заготовки n_1 товщина стружки зростає, а при збільшенні частоти обертання n_2 вихрової головки із різцями та зовнішнього радіуса різьби R_2 товщина зрізаної стружки зменшується. Одержані дані можна використовувати для вибору режимів вихрового нарізання різьби.

Максимальне значення товщини стружки, зрізаної в процесі вихрового нарізання різьби становить 0,94 мм, а мінімальне – 0,11 мм. Збільшення частоти обертання заготовки n_1 від 10 об/хв до 30 об/хв призводить до зростання товщини зрізаної стружки в 2,41 рази. Збільшення частоти обертання n_2 вихрової головки із різцями від 700 об/хв до 1500 об/хв призводить до зменшення товщини зрізаної стружки в 1,95 рази, а збільшення зовнішній

радіус різьби R_2 від 10 до 20 мм призводить до зменшення товщини зрізаної стружки в 1,77 рази.

Розроблено технологічний процес виготовлення корпуса АЛАЯ 732125.007 з вибором устаткування та параметрів процесів механічної обробки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кухарський О. М., Кущак І. В. Методичний посібник до курсового проекту по курсу “Технологія машинобудування”. Тернопіль, 2001. 58 с.

2. Классификатор ЕСКД. Иллюстрированный определитель деталей. Классы 71,72,73,74,75,76 (в отдельных книгах). М.: Издательство стандартов, 1986. 235 с.

3. Орлова П. Н., Скороходова Е. А. Краткий справочник металлиста. М.: Машиностроение, 1986. 456 с.

4. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. Київ: НМК ВО, 1990. 264 с.

5. Дьячков В. Б. Специальные металлорежущие станки общемашиностроительного применения: справочник. М.: Машиностроение, 1983. 328 с.

6. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. М. : Машиностроение, 1985. Т. 2. 496 с.

7. Кухарський, О. М., Кузьмін М. І. Визначення припусків табличним методом. Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2004. 135 с.

8. Паливода Ю. Є., Кухарський О. М. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом, Тернопіль, 2003. 81 с.

9. Косилова А.Г., Мещеряков Р. К. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. М. : Машиностроение, 1985. Т. 1. 1986. 656 с.

10. Барановский Ю. В. Режимы резания металлов. М.: Машиностроение, 1972. 258 с.

11. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.

12. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск: Вышэйшая школа, 1975. 288 с.

13. Итин А. М., Родичев Ю. Я. Наладка и эксплуатация токарных многошпиндельных полуавтоматов. М. : Машиностроение, 1977. 136 с.

14. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. 650 с.

15. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Спра-

вочник. М.: Машиностроение, 1965. 461 с.

16. Кухарський О. М. Методичні вказівки на тему “Проектування калібра-пробки, калібра-скоби” для виконання конструкторської частини дипломного проекту. Тернопіль, 2005.

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

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

19. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б. Технологія оброблення валів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 198 с.

20. 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.

21. https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/threading/thread-whirling/pages/application-tips.aspx

22. https://www.genswiss.com/threadwhirling.htm

23. https://gearsolutions.com/features/the-whirling-process-in-a-company-that-produces-worm-gear-drives/

24. https://leistritzcorp.com/machine-tools/whirling-machines/

25. Lee M., Kang D., Son S., Ahn J., 2008, “Investigation of cutting characteristics for worm machining on automatic lathe – Comparison of planetary milling and side milling,” Journal of Mechanical Science and Technology, 22(12), pp. 2454–2463.

26. Дячун А.Є. Дослідження процесу зміцнення зовнішніх гвинтових канавок роликом / А.Є. Дячун, І.В. Тарасенко, А.О. Курась // Матеріали IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів “Актуальні задачі сучасних технологій”, 25-26 листопада 2020 р. : тези доп. – Тернопіль, 2020. - С. 91.

27. 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.

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

29. Пилипець М. І., Данильченко Л. М., Ткаченко І. Г. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Організація виробництва». Тернопіль : ТНТУ, 2018. 60 с.