

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 радіатора АЛАЯ 725.317.008 з
дослідженням параметрів процесів обробки наскрізних отворів

Виконав: студент VI курсу, групи МТм-61
спеціальності 131 “Прикладна механіка”

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Щербань В.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Паливода Ю.Є.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи: “Розроблення технології виготовлення радіатора АЛЯЯ 725.317.008 з дослідженням параметрів процесів обробки наскрізних отворів.”

У кваліфікаційній роботі теоретично визначено величини деформації оправки під час розточування наскрізного отвору із застосуванням додаткової обертової втулки. Виведено рівняння та побудовано графіки залежності максимальної деформації оправки в напрямку осі y на початку розточування наскрізного отвору. Встановлено, що максимальна деформація оправки в напрямку осі y на початку розточування наскрізного отвору складає 0,063 мм, а мінімальна – 0,001 мм.

Проведено і представлено результати експериментальних досліджень на вибраному устаткуванні для встановлення і наступного прогнозування величини радіального биття циліндричного отвору після розточування із застосуванням додаткової обертової втулки заготовок із сталі 45 від зміни трьох основних факторів: глибини різання одним різцем, подачі розточної оправки та відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці.

Встановлено, що для забезпечення менших показників радіального биття поверхні циліндричні отвори потрібно розточувати при менших глибинах різання і подачах, застосовувати одночасно два різці для зрівноважування сил різання, а також при проектуванні оправок забезпечувати їх максимальну жорсткість і мінімальну відстань від торця шпинделя верстата до вершини різця.

Також розроблено технологічний процес виготовлення радіатора АЛЯЯ 725317.008 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. Визначення величини деформації оправки під час розточування наскрізного отвору із застосуванням додаткової обертової втулки.....	
2.2. Експериментальні дослідження величини радіального биття циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки.....	
2.3. Висновки.....	
3 Технологічно-конструкторська частина	
3.1. Вибір способу одержання заготовки.....	
3.2. Формування технологічного процесу.....	
3.3. Визначення припусків на оброблення і розмірів заготовки.....	
3.4. Визначення режимів різання.....	
3.5. Розрахунок похибки пристосування.....	
3.6. Розрахунок пристосування.....	
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	
4.1. Технічні та організаційні заходи щодо зменшення рівня шуму та вібрації на дільниці виготовлення деталі.....	
4.2. Ліквідація надзвичайних ситуацій на підприємстві.....	
Висновки.....	
Перелік посилань.....	
Додатки	

ВСТУП

Значна кількість досліджень присвячена проектуванню нових конструкцій інструментів для забезпечення підвищеної продуктивності розточування наскрізних отворів та досягнення високих показників якості оброблених поверхонь.

Зокрема, досить часто досліджується динаміка процесу розточування, що дозволяє прогнозувати коливання робочого інструменту під час роботи, визначати оптимальні режими різання, встановлювати параметри, при яких виникають вібрації в наслідок автоколивань, що також визначати як це впливає на якість обробленої поверхні.

Крім того розглядаються питання проектування нових конструкцій інструментів для забезпечення підвищеної продуктивності розточування отворів та досягнення високих показників якості оброблених поверхонь.

Поте виникають актуальні завдання дослідження величини деформації оправки під час розточування наскрізного отвору із застосуванням додаткової обертової втулки, проведення експериментальних досліджень величини радіального биття циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки.

Актуальним є також розроблення технологічного процесу виготовлення радіатора АЛАЯ 725317.008 з вибором устаткування та параметрів процесів механічної обробки.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз стану питання

Процесам обробки наскрізних отворів різними технологічними процесами в тому числі розточуванню присвячені роботи багатьох науковців, зокрема Кірсанова С.В., Схіртладзе А. Г., Савуляка В.І., Гречішнікова В. А., Мещерякова, Крупи В.В., Оборського Г. О., Лінчевського П. А., Джугуряна Т.Г., Pflagher F. та багатьох інших.

В наукових працях в основному розглядається дослідження силових параметрів процесу, динаміки розточування, забезпечення точності оброблених отворів і показників якості поверхонь розточених отворів, зокрема шорсткості поверхні, відхилення від круглості, циліндричності, радіальне биття отворів.

Значна кількість робіт присвячена проектуванню нових конструкцій інструментів для забезпечення підвищеної продуктивності розточування отворів та досягнення високих показників якості оброблених поверхонь.

Для розточування отворів широко використовуються однолезові та багатолезові інструменти. При використанні розточних оправок однією із задач є зменшення похибок механічної обробки.

Основною перевагою при використанні розточних оправок з декількома ріжучими пластинами є те, що заготовку можна розточити з великою сумарною подачею, що є добутком кількості ріжучих пластин та подачі на одну ріжучу пластину. Велика сумарна подача призводить до зростання продуктивності процесу обробки. Оскільки твердосплавні пластини розміщені симетрично на розточній оправці, сили різання на пластинах в напрямку осей X та Y зрівноважують одна одну і загальна сила в цьому напрямку стає рівною нулю.

Тому виникає можливість одержувати нижчі допуски при використанні розточних оправок з декількома ріжучими пластинами при значному відношенні їх довжини до діаметра (L/D).

Похибки процесу розточування оправками із декількома твердосплавними

пластинами визначаються будь-якими відхиленнями розточної оправки від центра отвору, що обробляється а також биттям різальних пластин.

Процес розточування здійснюється для існуючого отвору, що одержаний такими попередніми операціями як свердління чи одержання заготовок.

Якщо процес розточування не виконується на тому саму верстаті, що застосовувався на попередній операції, потрібно вирівнювати центри розточної оправки та отвору для забезпечення точності процесу. Глибина різання змінюється при обертанні інструменту, відповідно із змінюються сили різання.

Хоча виробники інструментів випускають дуже точні розточні опрвки для декількох ріжучих пластин, твердосплавні пластини можуть зміститись в радіальному чи осьовому напрямках під час їх закріплення гвинтами. У цьому випадку ріжуча пластина, що має радіальне зміщення обертається із більшим радіусом навколо вісі розточної оправки, зрізаючи більшу кількість матеріалу ніж інша ріжуча пластина. Подібно до того, ріжуча пластина, що має зміщення в напрямку подачі, переміщується у заготовку попереду іншої, знімаючи більшу кількість матеріалу.

У роботі [21] досліджувався вплив похибок процесу розточування на сили різання. Для досліджень використовувалась розточна оправка з двома ріжучими пластинами (рис. 1.1).

Значна кількість робіт при дослідженні процесів розточування присвячена динаміці самого процесу, що дозволяє прогнозувати коливання робочого інструменту під час роботи, визначати оптимальні режими роботи, встановлювати параметри, при яких виникають вібрації в наслідок автоколивань, що також впливає на якість обробленої поверхні.

У роботі [22] проведено дослідження взаємозв'язку між крутними та лінійними коливаннями розточної оправки, що представлена еквівалентною механічною моделлю на рис. 1.2. В результаті такого моделювання одержано графіки коливань розточної оправки та зміни сил різання в часі, що зображено на рисунку 1.3.

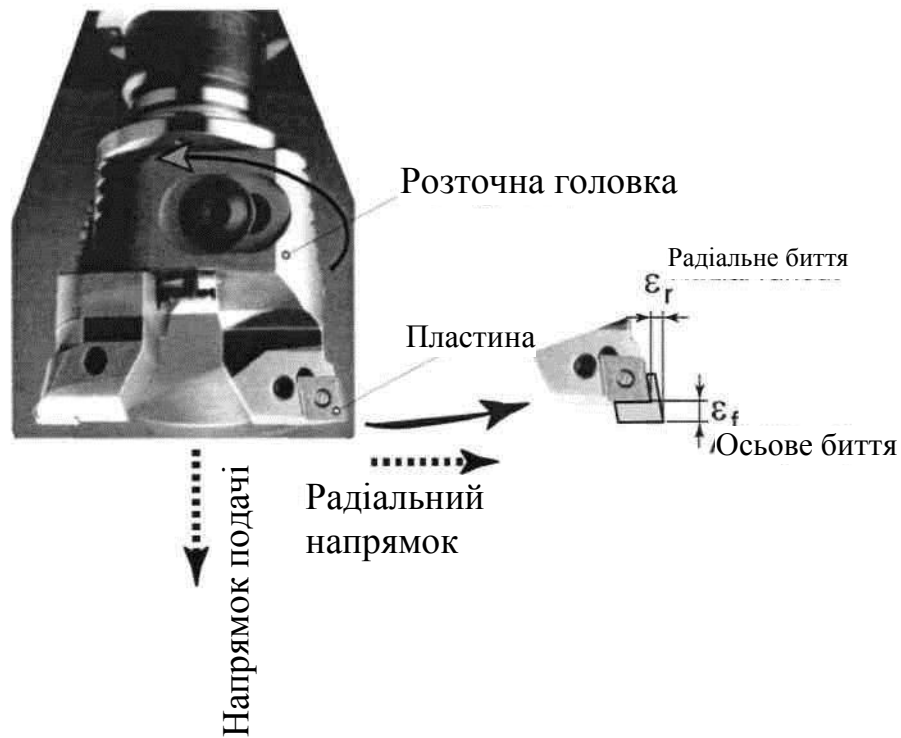


Рисунок 1.1 – Радіальне та осьове биття розточної головки із двома ріжучими пластинами [21]

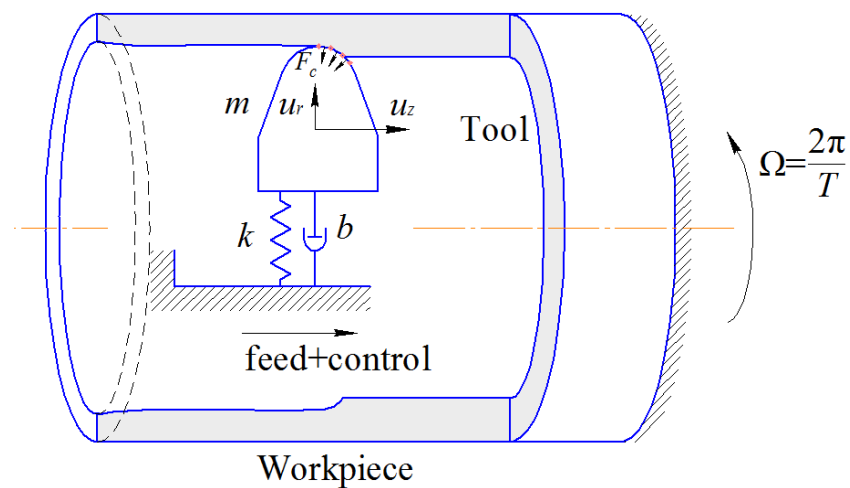


Рисунок 1.2 – Еквівалентна механічна модель динаміки процесу розточування із розподіленою силою різання [22]

У роботі [23] представлена інша динамічна модель процесу розточування отвору, що представлена на рисунках 1.4 та 1.5. При цьому прийнято, що отвір розточується розточною оправкою з однією ріжучою кромкою, при цьому розточна оправка розглядається пружним стержнем, що консольно закріплений

і на якого діють динамічні сили та моменти різання.

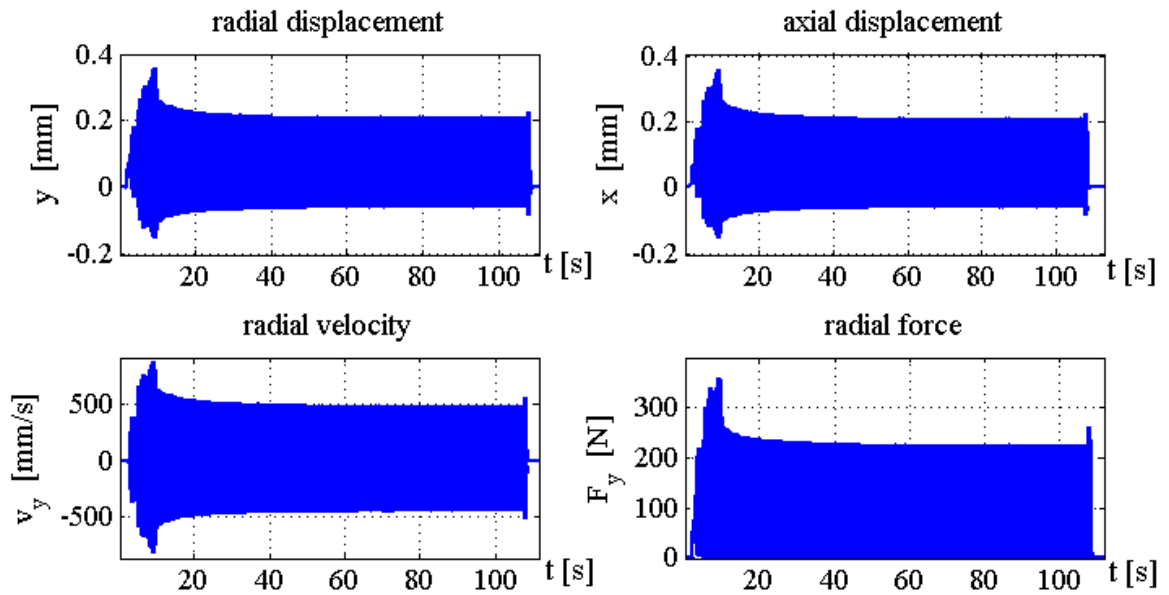


Рисунок 1.3 – Графіки коливань розточної оправки та зміни сил різання в часі [22]

Для спрощення моделювання розточна оправка прийнята як матеріальна точка із зосередженою масою та моментом інерції. Лінійні та крутні жорсткості розточної оправки представлено у вигляді пружин з відповідними коефіцієнтами жорсткості (рисунок 1.5).

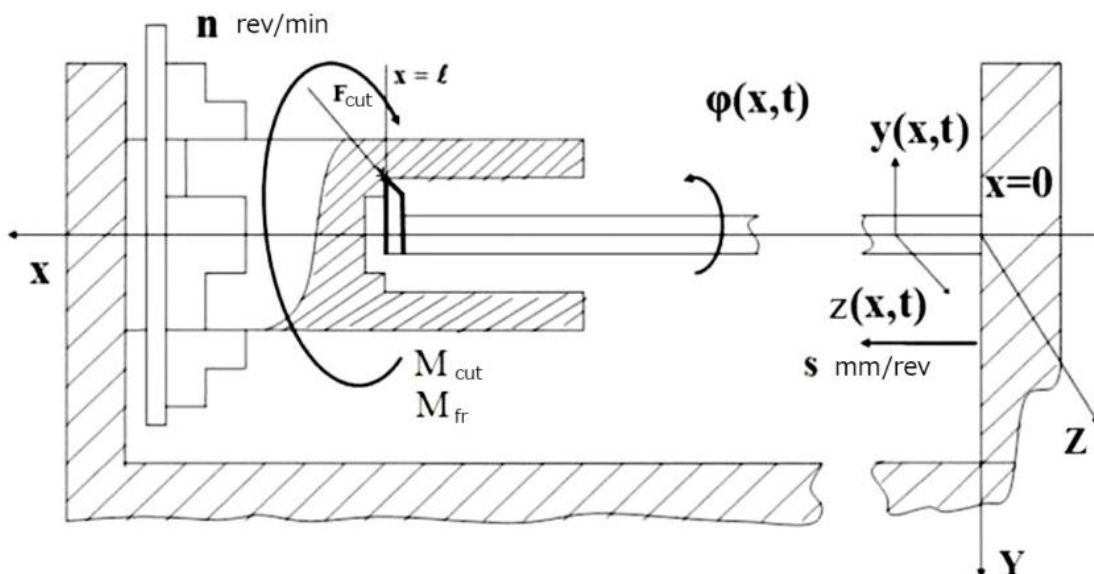


Рисунок 1.4 – Еквівалентна механічна модель динаміки процесу розточування [23]

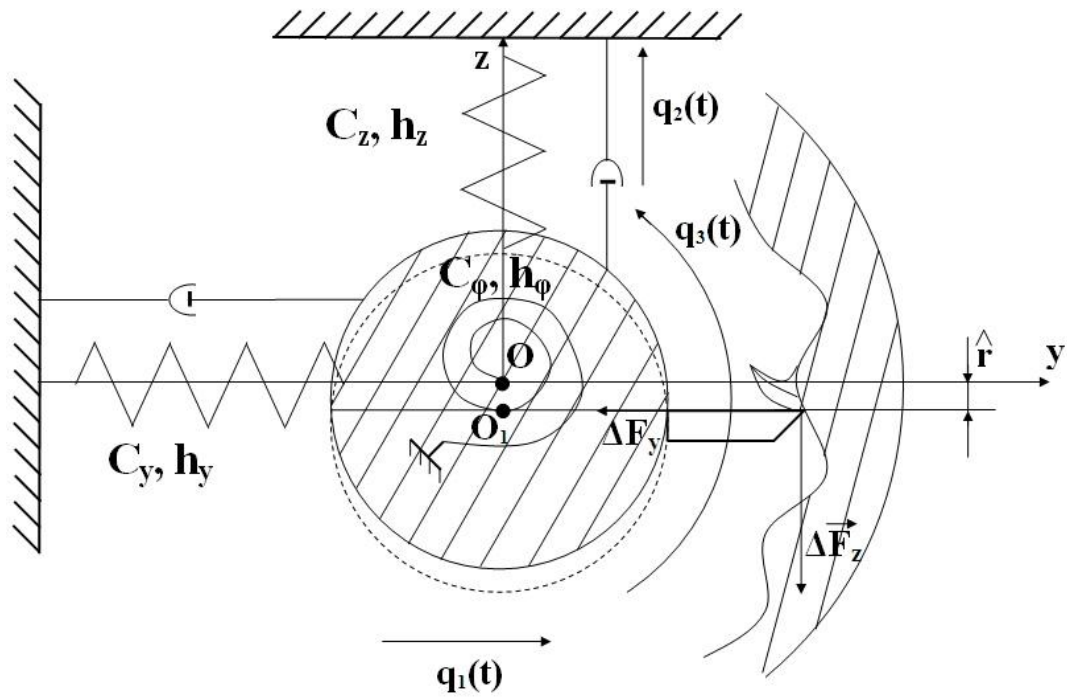


Рисунок 1.5 – Еквівалентна приведена механічна модель динаміки процесу розточування [23]

Такі дослідження дозволяють встановити режими різання, при яких забезпечується стабільність процесу. Приклад залежності деформацій розточної оправки при різних швидкостях і подачах представлено на рисунку 1.6

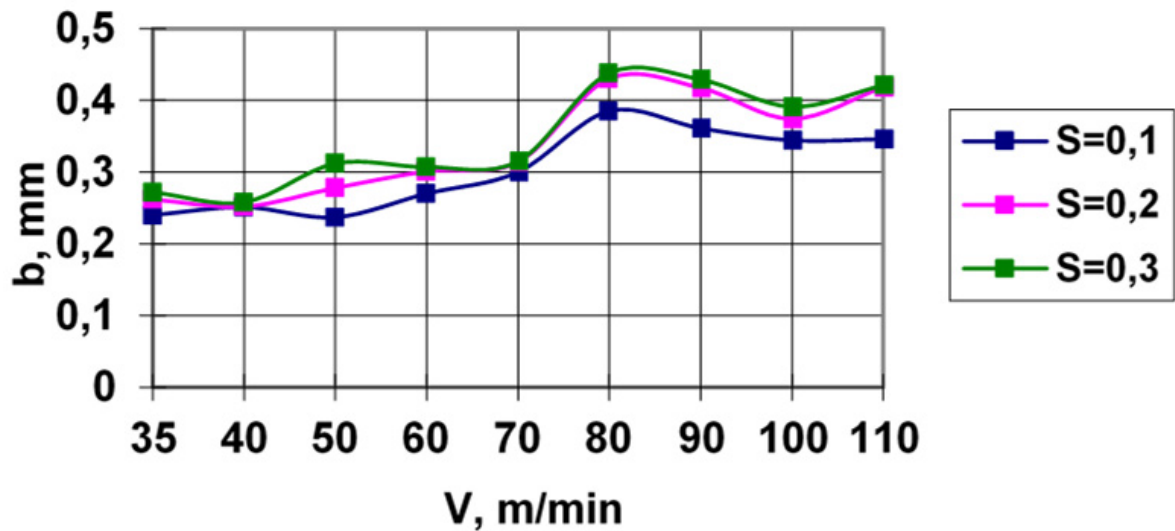


Рисунок 1.6 – Залежності деформацій розточної оправки при різних швидкостях і подачах [23]

1.2. Службове призначення деталі

Деталь «Радіатор» АЛАЯ 725317.008 входить у конструкцію світильник. Радіатор АЛАЯ 725317.008 призначений для відведення надлишкового тепла від світлодіодних плат та встановлення конструктивних елементів світильника.

Основні поверхні деталі: поверхня $\varnothing 116H9^{(+0,087)}$; Ra2,5, яка призначена для установки кільця; внутрішня різьба поверхня M115×2-7H – для приєднання радіатора до корпусу; торцева поверхня 60h14_(-0,74); Ra12,4 а для точного приєднання радіатора; вісім наскрізних пазів b=6H14^(+0,3); 26H14^(+0,52); Ra12,4 – для покращення тепловідведення завдяки циркуляції повітря; отвір з трубною різьбою $G\frac{1}{2}-B$; Ra6,2 – для приєднання сальникового вводу; два отвори M3-7H; l=4; Ra6,2 – для приєднання плати; два отвори $\varnothing 6,2H14^{(+0,36)}$; l=4; Ra12,4; два отвори $\varnothing 8,2H14^{(+0,36)}$; l=4; Ra12,4 – кріпильні отвори.

Результати аналізу зводимо в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Аналіз технічних вимог

Номер поверхні	Назва поверхні	Шорсткість, мкм
1	2	3
1, 6	Торцева поверхня 60h14 _(-0,74)	Ra12,4
2	Зовнішня поверхня $\varnothing 124$	Rz 40
3	Зовнішня торцева поверхня 56	Rz 40
4	Зовнішня поверхня $\varnothing 129h14_{(-1,0)}$	Ra12,4
5	Зовнішня фаска 1×45°	Ra12,4
7	Внутрішня поверхня $\varnothing 116H9^{(+0,087)}$; l=3	Ra2,5
8	Внутрішня фаска 2×45°	Ra12,4
9	Внутрішня поверхня $\varnothing 112,9^{+0,4}$ під різьба M115×2-7H	Ra12,4
10	Внутрішня фаска 2×45°	Ra12,4
11	Внутрішня канавка $\varnothing 117H14^{(+0,87)}$; 8 ^{+0,36}	Ra12,4
12	Внутрішня торцева поверхня 27±0,2	Ra12,4
14-21	Вісім наскрізних пазів b=6H14 ^(+0,3) ; 26H14 ^(+0,52)	Ra12,4

Закінчення таблиці 1.1

1	2	3
22	Наскрізний отвір $\varnothing 18H7^{(+0,018)}$	Ra1,6
23	Внутрішня фаска $0,5 \times 45^\circ$	Ra12,4
24	Наскрізний отвір $\varnothing 18,75^{+0,28}$ під різьба $G \frac{1}{2} - B; l=16$	Ra12,4
25	Внутрішня фаска $1,6 \times 45^\circ$	Ra12,4
26	Різьба трубна $G \frac{1}{2} - B, l=14$	Ra6,2
27, 28	Два наскрізних отвори $\varnothing 6,2H14^{(+0,36)}; l=4;$ $68 \pm 0,2$	Ra12,4
29, 30	Дві внутрішні фаски $1,5 \times 45^\circ$	Ra12,4
31, 32	Два наскрізних отвори $\varnothing 8,2H14^{(+0,36)}; l=4;$ $11 \pm 1; 22^\circ 30'$	Ra12,4
33, 34	Два наскрізних отвори $\varnothing 2,5^{+0,14}$ під різь М3-7Н; $l=4; 68 \pm 0,2$	Ra6,2
35, 36	Дві внутрішні фаски $0,5 \times 45^\circ$	Ra12,4
37, 38	Два наскрізних різевих отвори М3-7Н; $l=4;$ $68 \pm 0,2$	Ra6,2
39	Внутрішня різева поверхня М115×2-7Н	Ra6,2

Деталь «Радіатор» АЛАЯ 725317.008 виготовляється з алюмінієвого сплаву АК12

1.3. Висновки та постановка задач

В результаті аналізу літературних джерел встановлено, що значна кількість робіт присвячена проектуванню нових конструкцій інструментів для забезпечення підвищеної продуктивності розточування отворів та досягнення високих показників якості оброблених поверхонь.

Значна кількість робіт при дослідженні процесів розточування присвячена динаміці самого процесу, що дозволяє прогнозувати коливання робочого інструменту під час роботи, визначати оптимальні режими роботи,

встановлювати параметри, при яких виникають вібрації в наслідок автоколивань, що також впливає на якість обробленої поверхні.

Значна кількість робіт присвячена проектуванню нових конструкцій інструментів для забезпечення підвищеної продуктивності розточування отворів та досягнення високих показників якості оброблених поверхонь.

У дипломній роботі потрібно вирішити такі завдання:

1. Провести дослідження величини деформації оправки під час розточування наскрізного отвору із застосуванням додаткової обертової втулки.

2. Вивести рівняння та побудувати графіки залежності максимальної деформації оправки в напрямку осі y на початку розточування наскрізного отвору.

3. Провести експериментальні дослідження величини радіального биття циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки, представити відповідні результати.

4. Провести вибір обладнання, заготовок, розточних оправок та обертових втулок для розточування отворів.

5. Вдосконалити відомий технологічний процес виготовлення радіатора АЛАЯ 725317.008.

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Визначення величини деформації оправки під час розточування наскрізного отвору із застосуванням додаткової обертової втулки

Для визначення величини деформації оправки під час розточування отвору із застосуванням додаткової обертової втулки використовуємо розрахункову схему на рис. 2.1. Оправку із різцем представлено як балку закріплену на двох опорах А і В.

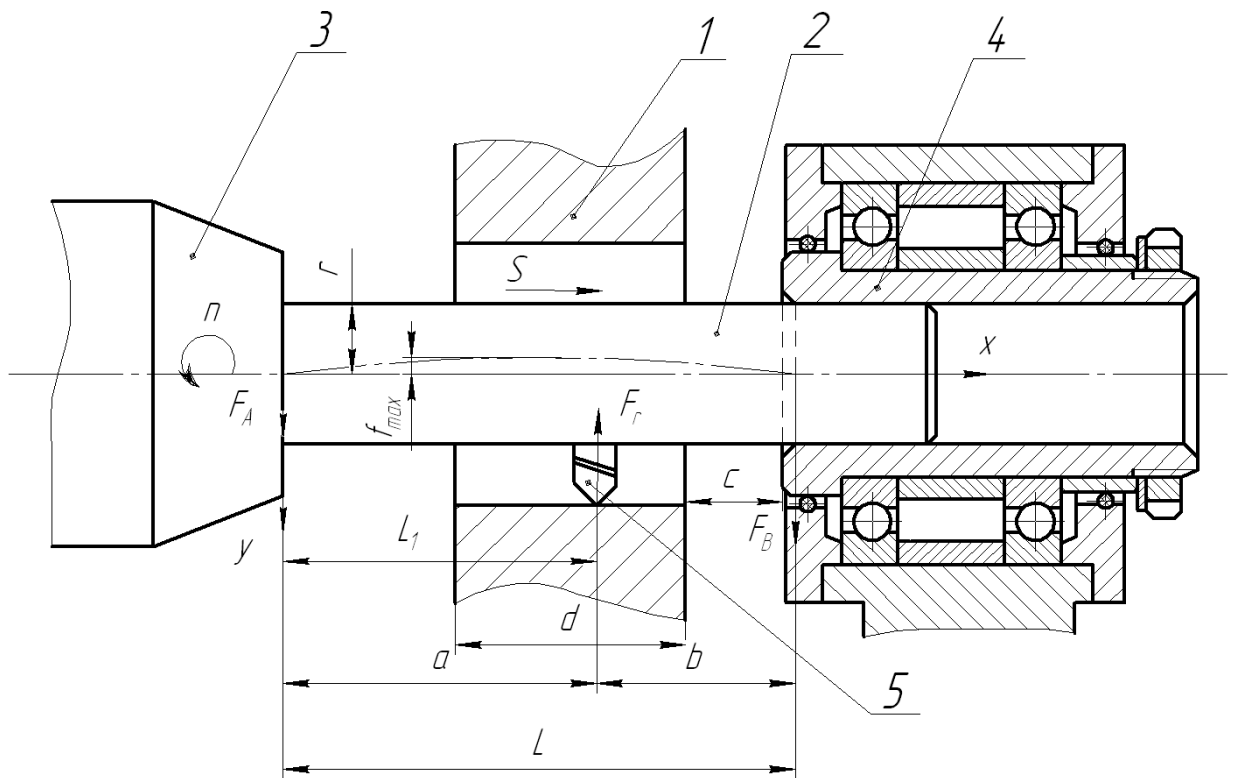


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема для визначення величини деформації оправки під час розточування наскрізного отвору із застосуванням додаткової обертової втулки: 1 – заготовка; 2 – оправка для розточування; 3 – шпиндель верстата; 4 – додаткова обертова втулка; 5 – різець для розточування

Загальну величину деформації оправки під час розточування отвору із застосуванням додаткової обертової втулки у можна визначити як суму із

двох складових:

$$y = y_1 + y_2, \quad (2.1)$$

де y_1 - величину деформації оправки, мм;

y_2 - величина деформації опор у шпинделі та обертової втулки, мм.

Деформацію опор у шпинделі та обертової втулки y_2 можна визначити для конкретних підшипників в опорах із даних довідників.

Рівняння, що визначають кут повороту і прогин середньої лінії розточної оправки визначаємо за методом початкових параметрів:

$$EI \frac{d y_1}{d x} = F_A \frac{x^2}{2} + EI \Theta_0 - F_r \frac{(x-a)^2}{2}; \quad (2.2)$$

$$EI y_1 = F_A \frac{x^3}{6} + EI y_0 + EI \Theta_0 x - F_r \frac{(x-a)^3}{6}. \quad (2.3)$$

де E – модуль Юнга матеріалу розточної оправки, МПа;

I – момент інерції поперечного січення циліндричної розточної оправки відносно центральної вісі, мм⁴;

Θ_0 - початковий кут повороту розточної оправки, рад;

F_r - радіальна сила різання на різці, Н;

a - відстань від опори на шпинделі верстата (А) до точки прикладання радіальної сили різання на різці, мм.

F_A - реакція в опорі на шпинделі верстата (А), Н;

Для початкової координати $x=0$, при деформації розточної оправки в опорі на шпинделі верстата $y_A=0$, рівняння (2.3) буде мати нульове значення.

Для $x=L$, де L – довжина вільної частини оправки, при деформації розточної оправки в опорі на обертовій втулці $y_B=0$, рівняння (2.3) можна представити у такому вигляді:

$$EI \Theta_A L + F_A \frac{L^3}{6} - F_r \frac{(L-a)^3}{6} = 0. \quad (2.4)$$

Реакція в опорі на шпинделі верстата (A):

$$F_A = \frac{F_r b}{L}, \quad (2.5)$$

де b - відстань, від опори на обертовій втулці до точки прикладання радіальної сили різання на різці, мм; $b = L - a$.

Визначаємо початковий кут повороту розточної оправки в опорі на шпинделі верстата:

$$\Theta_A = \frac{-F_r b}{6EIL} (L^2 - b^2). \quad (2.6)$$

Підставляємо рівняння (2.6) у рівняння (2.2) і (2.3) і додержуємо такі формули:

$$EI \frac{d y_1}{d x} = -\frac{F_r b}{6L} (L^2 - b^2) + \frac{F_r b x^2}{2L} - \frac{F_r (x - a)^2}{2}; \quad (2.7)$$

$$EI y_1 = -\frac{F_r b x}{6L} (L^2 - b^2) - \frac{F_r b x^3}{6L} - \frac{F_r (x - a)^3}{6}. \quad (2.8)$$

Оскільки відстань від опори на шпинделі верстата (A) до точки прикладання радіальної сили різання на різці є більшою за відстань від опори на обертовій втулці до точки прикладання радіальної сили різання на різці ($a > b$), то найбільша деформація буде на першій ділянці розточної оправки.

Відомо, що у січенні розточної оправки з найбільшою деформацією кут повороту дорівнює нулю, тому одержуємо:

$$EI \frac{d y_1}{d x} = -\frac{F_r b}{6L} (L^2 - b^2) + \frac{F_r b x_1^2}{2L} = 0. \quad (2.9)$$

де x_1 – координата точки з максимальною деформацією оправки по осі x .

Із рівняння (2.9) визначено:

$$x_1 = \sqrt{\frac{L^2 - b^2}{3}}. \quad (2.10)$$

Підставляючи рівняння (2.10) у рівняння (2.8), після перетворень одержали величину максимальної деформації оправки в напрямку осі y :

$$f_{\max} = \frac{F_r b L^2 \sqrt{3} \sqrt{\left(1 - \frac{b^2}{L^2}\right)^3}}{27EI}. \quad (2.11)$$

Відстань b , від опори на обертовій втулці до точки прикладання радіальної сили різання на різці є величиною змінною в процесі розточування отвору і її мінімальне та максимальне значення визначаються за формулами:

$$\begin{aligned} b_{\min} &= c; \\ b_{\max} &= c + d, \end{aligned} \quad (2.12)$$

де c – відстань від торця обертової втулки до торця отвору заготовки, мм;

d – довжина оброблюваного отвору, мм.

Довжина вільної частини оправки також є величиною змінною в процесі розточування отвору і її мінімальне та максимальне значення визначаються за формулами:

$$\begin{aligned} L_{\max} &= L_1 + d + c; \\ L_{\min} &= L_1 + c, \end{aligned} \quad (2.13)$$

де L_1 - відстань від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці.

Момент інерції поперечного січення циліндричної розточної оправки відносно центральної вісі знаходимо із довідників:

$$I = \frac{\pi r^4}{4}, \quad (2.14)$$

де r – радіус розточної оправки, мм.

Тому величина максимальної деформації оправки в напрямку осі y на початку розточування отвору становить

$$f_{\max 1} = \frac{0,256F_r(c+d)(L_1+d+c)^2 \sqrt{\left(1 - \frac{(c+d)^2}{(L_1+d+c)^2}\right)^3}}{E\pi r^4}. \quad (2.14)$$

Величина максимальної деформації оправки в напрямку осі y в кінці розточування отвору становить

$$f_{\max 2} = \frac{0,256F_r c(L_1+c)^2 \sqrt{\left(1 - \frac{c^2}{(L_1+c)^2}\right)^3}}{E\pi r^4}. \quad (2.15)$$

Представлені деформації оправки в напрямку осі y на початку та в кінці розточування отвору можуть призвести до вимкнення похибок форми обробленого отвору, зокрема його відхилення від циліндричності.

На основі рівняння (2.14) побудовано графіки залежності максимальної деформації оправки в напрямку осі y на початку розточування отвору (рис. 2.2, 2.3).

З рисунків 2.2, 2.3 та на основі аналізу рівняння (2.14) видно, що із збільшенням відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці, відстані від торця обертової втулки до торця отвору заготовки максимальна деформація оправки в напрямку осі y на початку розточування отвору зростає, а при збільшенні радіуса розточної оправки – зменшується.

Максимальна деформація оправки в напрямку осі y на початку розточування наскрізного отвору складає 0,063 мм, а мінімальна – 0,001 мм. Збільшення радіуса розточної оправки від 10 мм до 40 мм призводить до зменшення деформації оправки в 63 рази.

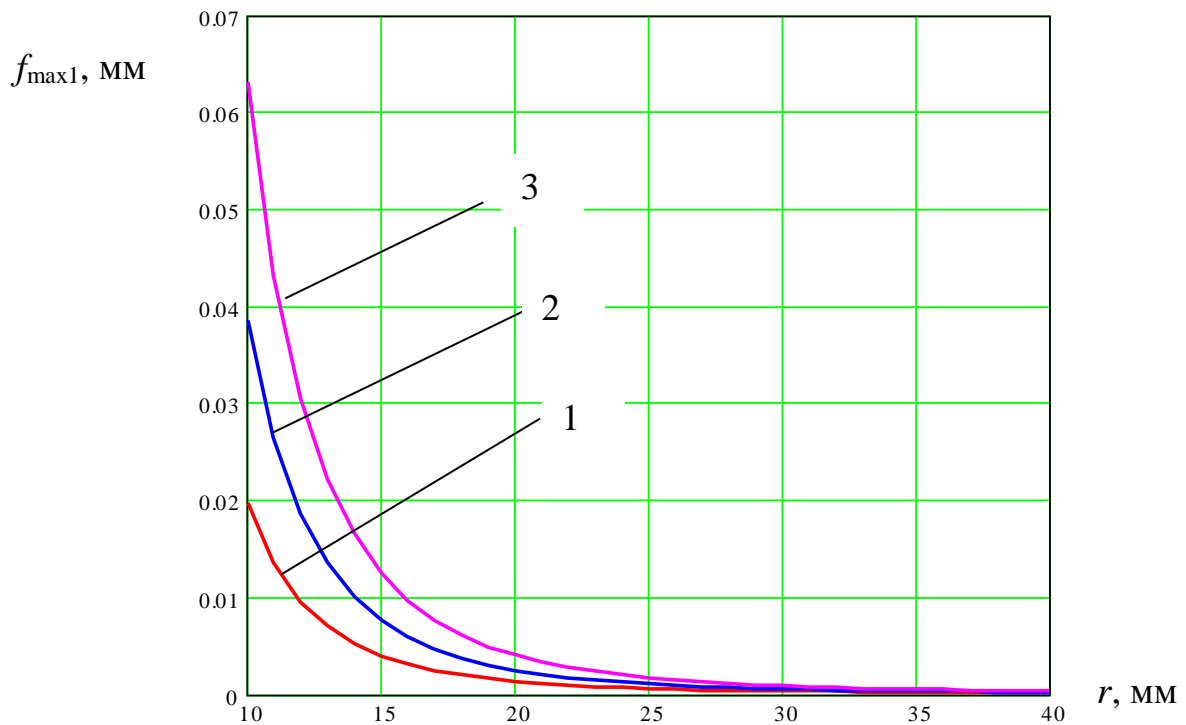


Рисунок 2.2 – Графіки залежності максимальної деформації оправки в напрямку осі y на початку розточування наскрізного отвору від радіуса розточної оправки $c=20$ мм, $d=20$ мм, $F_r=700$ Н: 1 – $L_1=100$ мм; 2 – $L_1=150$ мм; 3 – $L_1=200$ мм

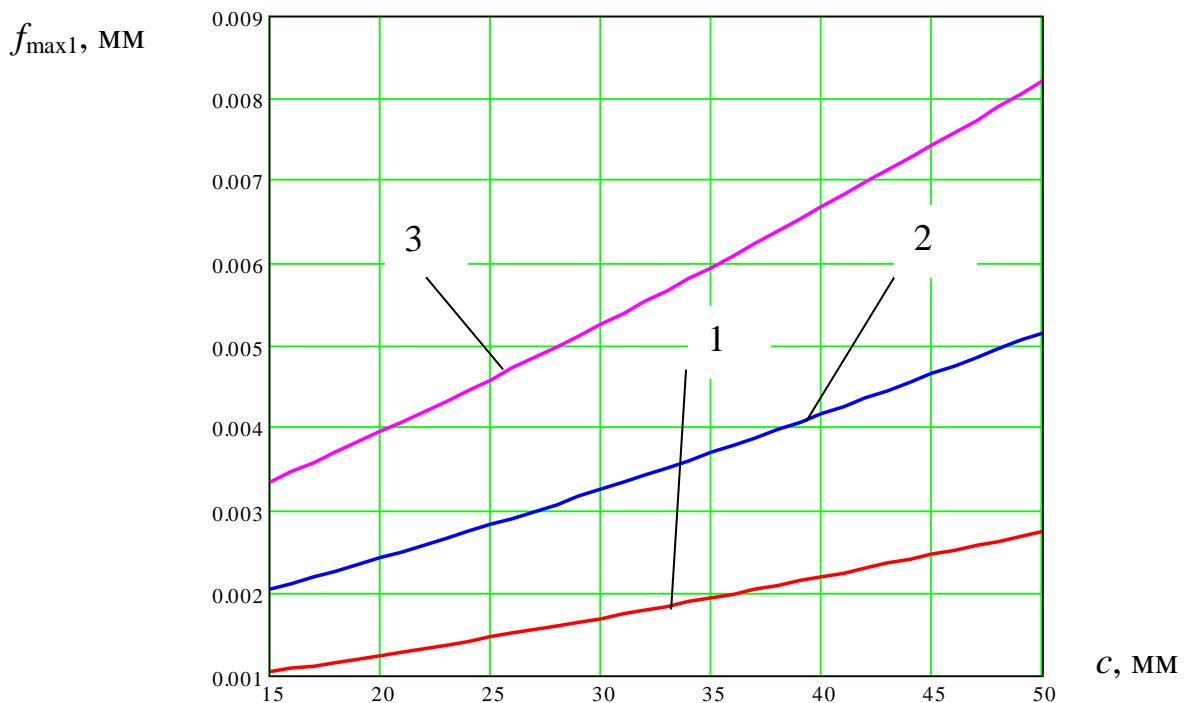


Рисунок 2.3 – Графіки залежності максимальної деформації оправки в напрямку осі y на початку розточування наскрізного отвору від відстані від торця обертової втулки до торця отвору заготовки $r=20$ мм, $d=20$ мм, $F_r=700$ Н: 1 – $L_1=100$ мм; 2 – $L_1=150$ мм; 3 – $L_1=200$ мм

При цьому збільшення відстані від торця обертової втулки до торця отвору заготовки від 15 мм до 50 мм надає приросту деформації оправки в 2,8 рази, а збільшення відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці від 100 до 200 мм призводить до зростання деформації оправки в 2,9 рази.

2.2. Експериментальні дослідження величини радіального биття циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки

Експериментальні дослідження величини радіального биття циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки включали такі етапи:

1. Вибір обладнання, заготовок, розточних оправок та обертових втулок для розточування отворів.
2. Проведення експериментальних досліджень на вибраному устаткуванні для встановлення і наступного прогнозування величини радіального биття циліндричного отвору після розточування заготовок із сталі 45 від зміни трьох основних факторів: глибини різання одним різцем, подачі розточної оправки та відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці.

Для розточування отворів використовувались стандартні різці із напаяними твердосплавними пластинами та мікрометричним регулюванням. Обертові втулки виготовлялись із гартованої сталі та встановлювались у корпусі на шарикових упорних підшипниках кочення. Величини радіального биття циліндричного отвору після розточування оправкою вимірювали за допомогою індикатора годинникового типу із базуванням деталі на зовнішні циліндричні поверхні і обертанні в спеціальному контрольному пристрої. Результати вимірювань піддавались статистичному обробленню. Відстань від

торця шпинделя верстата до вершини різця регулювали переміщенням оправки у підшипниках шпинделя розточного верстата.

Для визначення впливу режимів різання та конструктивного фактора (незалежних факторів x_i) на величини радіального биття (параметр оптимізації δR) циліндричних отворів після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки проведено повнофакторні експерименти, тобто встановлення величини радіального биття циліндричних отворів від трьох основних змінних факторів: глибини різання одним різцем t , подачі розточної оправки S та відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці L_1 , тобто $\delta R=f(t,S,L_1)$.

Експеримент з однаковими факторами повторювався три рази для визначення дисперсії одержаних даних.

Функцію відгуку, тобто величину радіального биття циліндричних отворів після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки $\delta R=f(t,S,L_1)$, визначену експериментальним методом, представлено у вигляді квадратичного полінома. У таблиці 2.1 представлено результати кодування незалежних факторів.

Змінними факторами експерименту типу ПФЕ 3³ були прийняті:

- глибина різання одним різцем t , яку кодували індексом x_1 ;
- подача розточної оправки S , яку кодували індексом x_2 ;
- відстань від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці L_1 , яку кодували індексом x_3 .

Під час експериментів відсіювали значні випадкові похибки досліджень, з наступним статистичним обробленням результатів експериментів за допомогою пакету прикладних програм.

У таблиці 2.2. представлено числові значення коефіцієнтів регресії, визначених після статистичної обробки даних за відомими алгоритмами.

Таблиця 2.1 - Результати кодування факторів при дослідженні величини радіального биття циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки

Змінні фактори	Позначення		Інтервали варіювання	Рівні варіювання, натуральні (кодовані)		
	натур.	код.				
Глибина різання одним різцем	t , мм	x_1	0,35	0,1 (-1)	0,45 (0)	0,1 (+1)
Подача розточної оправки	S , мм/об	x_2	0,15	0,1 (-1)	0,25 (0)	0,4 (+1)
Відстань від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці	L_1 , мм	x_3	50	100 (-1)	150 (0)	200 (+1)

Таблиця 2.2 - Значення встановлених коефіцієнтів рівняння регресії

Коеф.	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{11}	b_{22}	b_{33}
Сталь 45	0,06	0,018	0,016	0,015	0,0019	0,0031	$6,3 \cdot 10^{-4}$	0,0032	$7,2 \cdot 10^{-4}$	$7,2 \cdot 10^{-4}$

Загальний вигляд рівняння регресії величини радіального биття циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки залежно від зміни: глибини різання одним різцем t , подачі розточної оправки S та відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці L_1 , тобто $\delta R_{(x_1, x_2, x_3)} = f(t, S, L_1)$ за результатами експериментів типу ПФЕ 3³ у кодованих величинах дорівнює:

- під час розточування заготовок із сталі 45:

$$\delta R_{(x_1, x_2, x_3)} = 0,06 + 0,018x_1 + 0,016x_2 + 0,015x_3 + 0,0019x_1x_2 + 0,0031x_1x_3 + 6,3 \cdot 10^{-4}x_2x_3 + 0,0032x_1^2 + 7,2 \cdot 10^{-4}x_2^2 + 7,2 \cdot 10^{-4}x_3^2, \quad (2.16)$$

де x_1 - кодоване значення глибини різання одним різцем; x_2 - кодоване значення подачі розточної оправки; x_3 - кодоване значення відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці.

Усі коефіцієнти рівняння регресії (2.16) є значущими.

У натуральних величинах рівняння регресії (2.16) представлено у такому вигляді:

- під час розточування заготовок із сталі 45:

$$\delta R_{(t,S,L_1)} = 0,00298 - 0,0293S + 0,0259t + 9,4 \cdot 10^{-5} L_1 + 0,0362St + 4,14 \cdot 10^{-4} SL_1 + 3,6 \cdot 10^{-5} tL_1 + 0,142S^2 + 0,00587t^2 + 2,88 \cdot 10^{-7} L_1^2. \quad (2.17)$$

Одержані рівняння регресії (2.16) та (2.17) можна використовувати для прогнозування величини радіального биття циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки залежно від глибини різання одним різцем t , подачі розточної оправки S та відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці L_1 у таких межах змінних початкових факторів:

$$0,1 \leq t \leq 0,8 \text{ (мм)}; 0,1 \leq S \leq 0,4 \text{ (мм/об)}; 100 \leq L_1 \leq 200 \text{ (мм)}.$$

Графічні результати величини радіального биття δR циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки, одержаних із застосуванням пакету прикладних програм, представлено на рисунках 2.4 – 2.8.

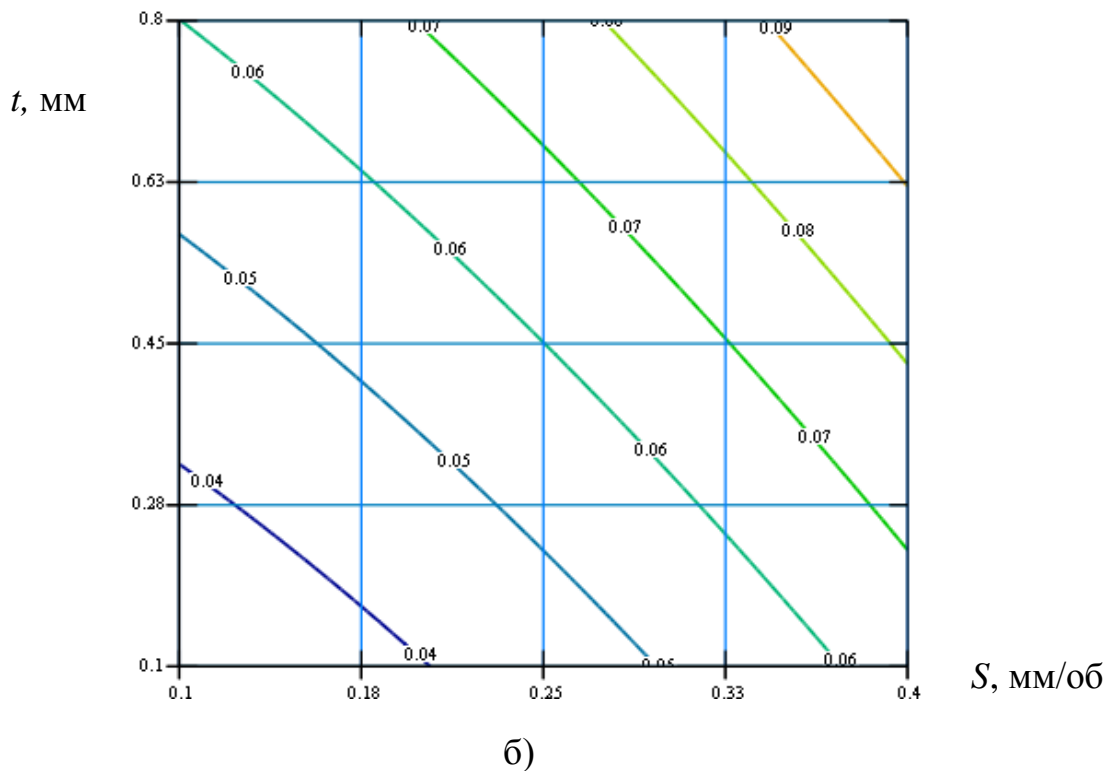
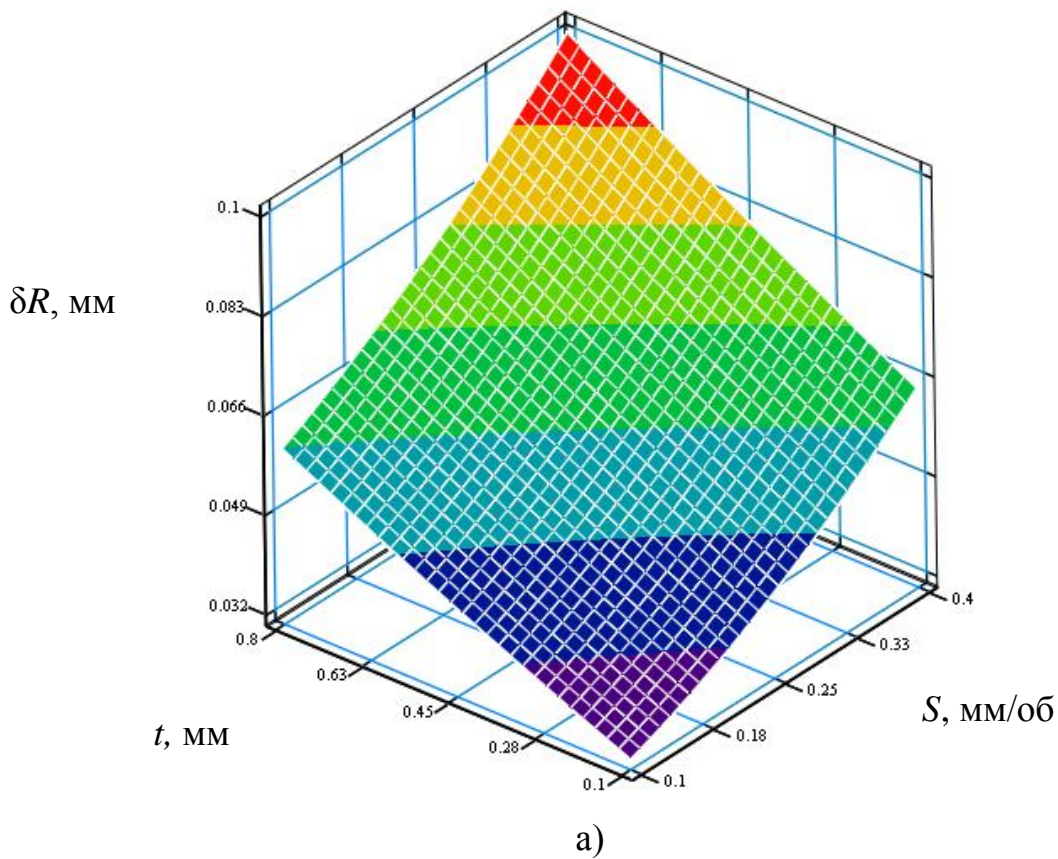


Рисунок 2.4 - Поверхня відгуку (а) та двомірний переріз поверхні відгуку (б) залежності величини радіального биття δR циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки від глибини різання одним різцем t та подачі розточної оправки S ($L_1=150\text{мм}$)

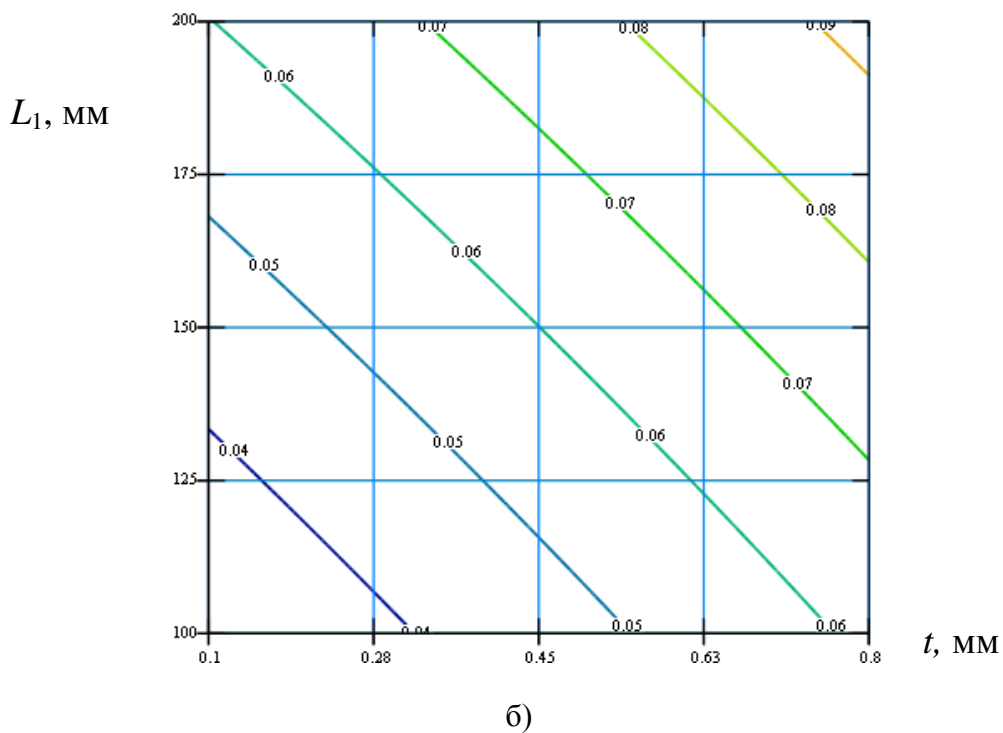
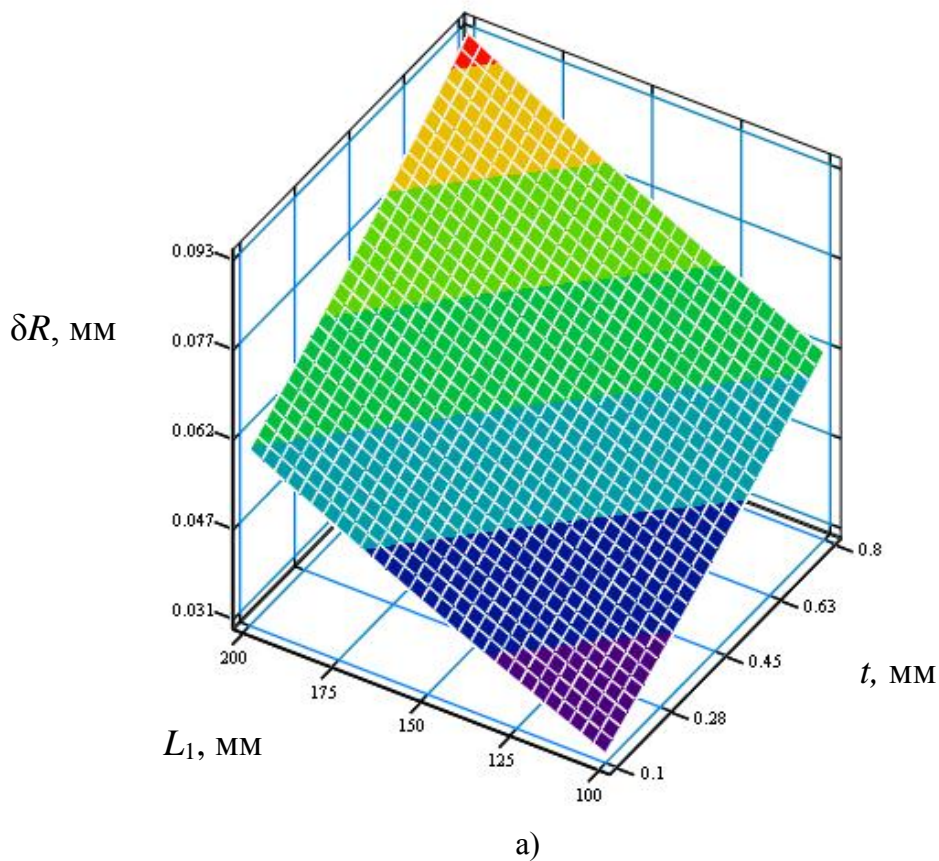
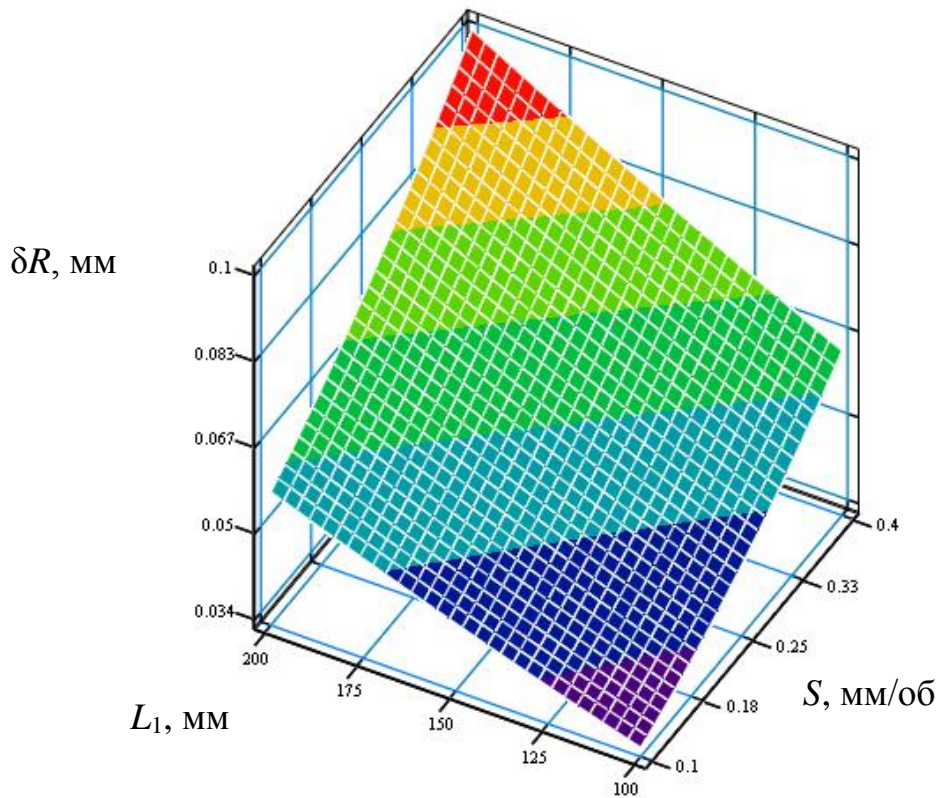
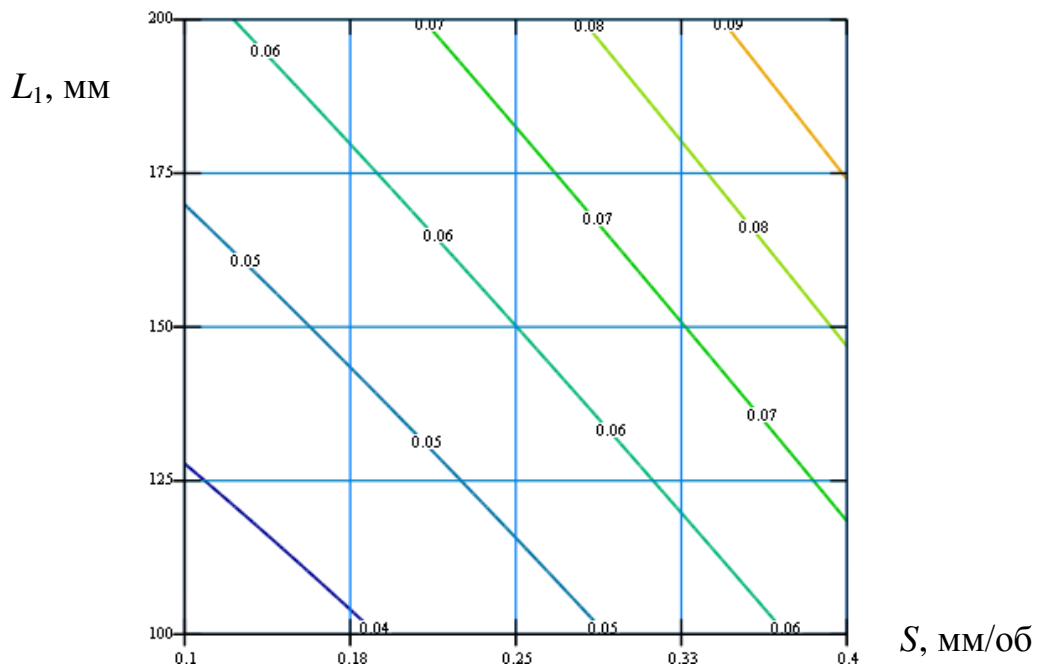


Рисунок 2.5 - Поверхня відгуку (а) та двомірний переріз поверхні відгуку (б) залежності величини радіального биття δR циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки від глибини різання одним різцем t та відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці L_1 ($S=0,25$ мм/об)



a)



б)

Рисунок 2.6 - Поверхня відгуку (а) та двомірний переріз поверхні відгуку (б) залежності величини радіального биття δR циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки від подачі розточної оправки S та відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці L_1 ($t=0,45\text{мм}$)

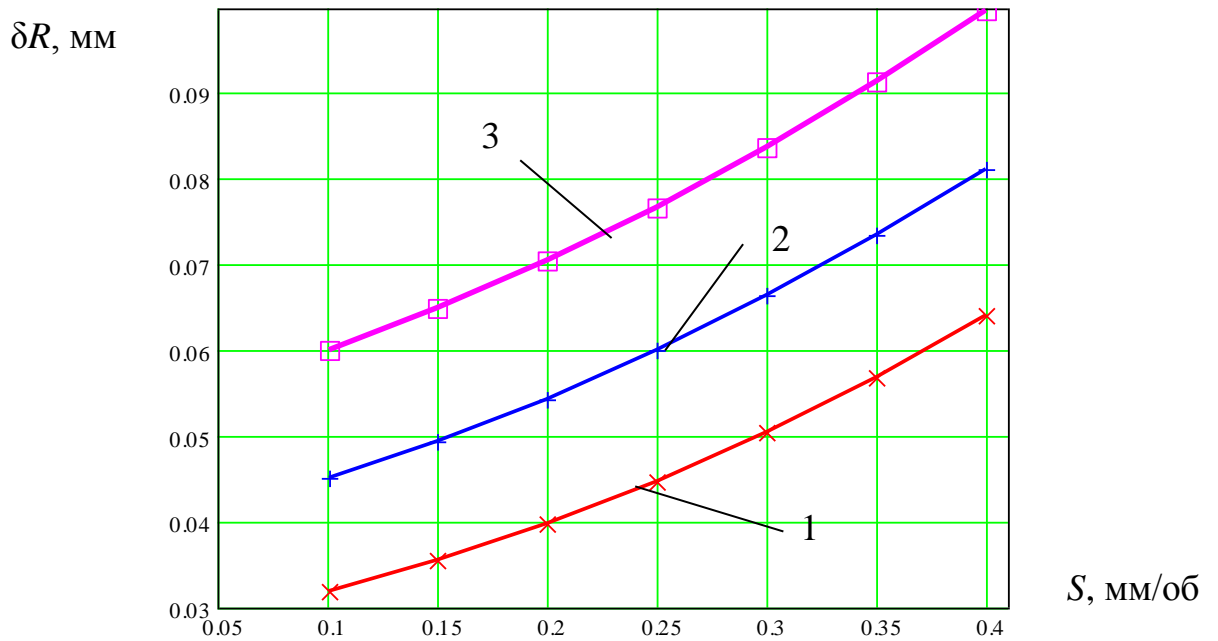


Рисунок 2.7 – Графіки залежності величини радіального биття δR циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки від подачі розточної оправки S , $L_1=100\text{мм}$:

1) $t=0,1 \text{ мм}$; 2) $t=0,45 \text{ мм}$; 3) $t=0,8 \text{ мм}$

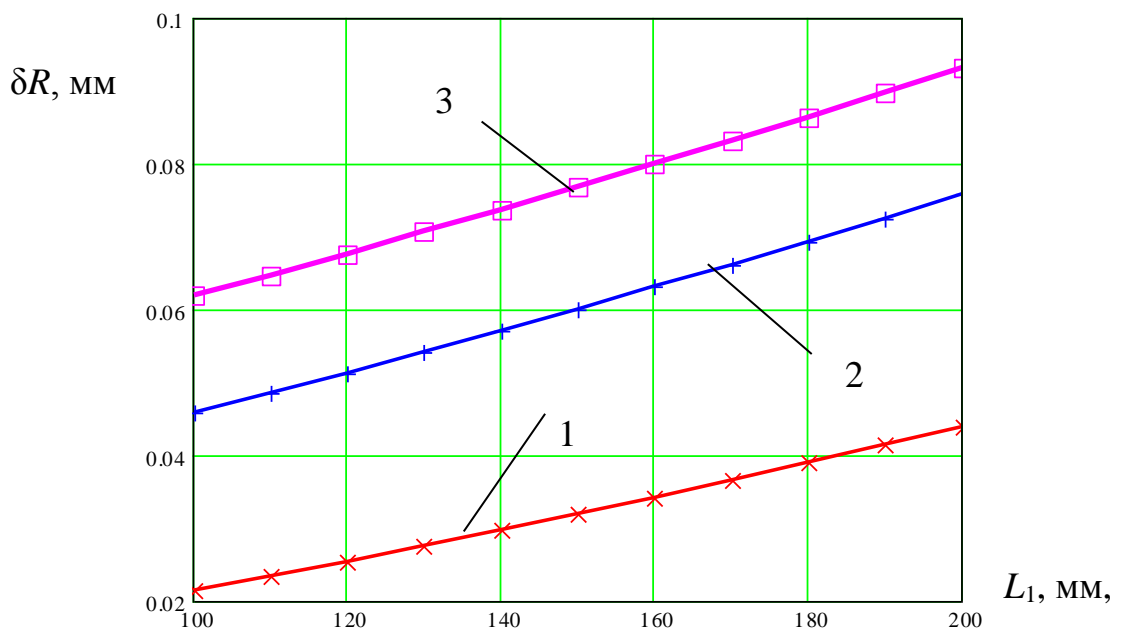


Рисунок 2.8 – Графіки залежності величини радіального биття δR циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки від відстані від торця шпинделя верстата до

вершини різця на розточній оправці L_1 , $S=0,25\text{мм/об}$:

1) $t=0,1 \text{ мм}$; 2) $t=0,45 \text{ мм}$; 3) $t=0,8 \text{ мм}$

Із рисунків 2.4 - 2.8, та на основі рівняння регресії (2.17) встановлено, що із збільшенням величин глибини різання одним різцем t , подачі розточної оправки S та відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці L_1 величина радіального биття δR циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки зростає.

Максимальне значення радіального биття δR циліндричного отвору у заготовках із сталі 45 складає 0,115 мм, а мінімальне – 0,025 мм. Збільшення глибини різання одним різцем t від 0,1 мм до 0,8 мм призводить до зростання радіального биття циліндричного отвору в 1,8 рази. Також збільшення подачі розточної оправки S від 0,1 мм/об до 0,4 мм/об надає приросту радіального биття циліндричного отвору в 1,9 рази, а збільшення відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці L_1 від 100 до 200 мм призводить до збільшення радіального биття циліндричного отвору в 1,6 рази. Тому для забезпечення менших показників радіального биття поверхні циліндричні отвори потрібно розточувати при менших глибинах різання і подачах, застосовувати одночасно два різці для зрівноважування сил різання, а також при проектуванні оправок забезпечувати їх максимальну жорсткість і мінімальну відстань від торця шпинделя верстата до вершини різця.

2.3. Висновки

У розділі теоретично визначено величини деформації оправки під час розточування наскрізного отвору із застосуванням додаткової обертової втулки. Виведено рівняння та побудовано графіки залежності максимальної деформації оправки в напрямку осі y на початку розточування наскрізного отвору. Встановлено, що максимальна деформація оправки в напрямку осі y на початку розточування наскрізного отвору складає 0,063 мм, а мінімальна – 0,001 мм. Збільшення радіуса розточної оправки від 10 мм до 40 мм призводить до зменшення деформації оправки в 63 рази. При цьому

збільшення відстані від торця обертової втулки до торця отвору заготовки від 15 мм до 50 мм надає приросту деформації оправки в 2,8 рази, а збільшення відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці від 100 до 200 мм призводить до зростання деформації оправки в 2,9 рази.

Під час експериментальних досліджень встановлено, що із збільшенням величин глибини різання одним різцем t , подачі розточної оправки S та відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці L_1 величина радіального биття δR циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки зростає.

Максимальне значення радіального биття δR циліндричного отвору у заготовках із сталі 45 складає 0,115 мм, а мінімальне – 0,025 мм. Збільшення глибини різання одним різцем t від 0,1 мм до 0,8 мм призводить до зростання радіального биття циліндричного отвору в 1,8 рази. Також збільшення подачі розточної оправки S від 0,1 мм/об до 0,4 мм/об надає приросту радіального биття циліндричного отвору в 1,9 рази, а збільшення відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці L_1 від 100 до 200 мм призводить до збільшення радіального биття циліндричного отвору в 1,6 рази. Тому для забезпечення менших показників радіального биття поверхні циліндричні отвори потрібно розточувати при менших глибинах різання і подачах, застосовувати одночасно два різці для зрівноважування сил різання, а також при проектуванні оправок забезпечувати їх максимальну жорсткість і мінімальну відстань від торця шпинделя верстата до вершини різця.

3 ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Вибір способу одержання заготовки

Для виготовлення радіатора АЛАЯ 725317.008 порівнюємо два методи одержання заготовок.

Перший метод - лиття під тиском.

Другий метод - лиття в піщані форми.

Загальні табличні припуски радіатора АЛАЯ 725317.008 представлено в таблиці 3.1.

Об'єм та маса заготовок:

$$Q = q + m_{\text{пр}}, \quad (3.1)$$

$q=0,35$ кг – маса деталі;

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

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 під тиском: клас точності– 7; ряд припусків– 1				
Зовнішня поверхня $\varnothing 124$	Rz 40	1,2	Не обробляється	$\varnothing 124 \pm 0,6$
Зовнішня торцева поверхня 56	Rz 40	1,0	Не обробляється	$56 \pm 0,5$
Торцева поверхня $60h14_{(-0,74)}$	Ra 12,4	1,0	$1,1 \times 2=2,2$	$62,2 \pm 0,5$
Зовнішня поверхня $\varnothing 129h14_{(-1,0)}$	Ra 12,4	1,2	$1,2 \times 2=2,4$	$\varnothing 131,4 \pm 0,6$

Закінчення таблиці 3.1

1	2	3	4	5
Внутрішня поверхня під різьбу $\varnothing 112,9^{+0,4}$	Ra 12,4	1,2	$1,2 \times 2=2,4$	$\varnothing 110,5 \pm 0,6$
Внутрішня торцева поверхня $27 \pm 0,2$	Ra 12,4	0,9	1,1	$25,9 \pm 0,45$ на кресленні $27 \pm 0,45$
Наскрізний отвір $\varnothing 18H7^{(+0,018)}$	Ra 12,4	0,8	$1,0 \times 2=2,0$	$\varnothing 16 \pm 0,4$
2) лиття в піщані форми: клас точності– 11; ряд припусків – 3.				
Зовнішня поверхня $\varnothing 124$	Rz 40	5,0	Не обробляється	$\varnothing 124 \pm 2,5$
Зовнішня торцева поверхня 56	Rz 40	4,0	Не обробляється	$56 \pm 2,0$
Торцева поверхня $60h14_{(-0,74)}$	Ra 12,4	4,0	$3,4 \times 2=6,8$	$66,8 \pm 2,0$
Зовнішня поверхня $\varnothing 129h14_{(-1,0)}$	Ra 12,4	5,0	$4,0 \times 2=8,0$	$\varnothing 137 \pm 2,5$
Внутрішня поверхня під різьбу $\varnothing 112,9^{+0,4}$	Ra 12,4	5,0	$4,0 \times 2=8,0$	$\varnothing 104,9 \pm 2,5$
Внутрішня торцева поверхня $27 \pm 0,2$	Ra 12,4	3,6	3,4	$23,6 \pm 1,7$ на кресленні $27 \pm 1,7$

Для циліндричної форми об'єм припусків:

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

Визначаємо об'єм припусків:

– лиття під тиском:

$$V_{\text{пр1}} = 2 \cdot a^2 \cdot (1 + \sqrt{2}) \cdot h = 2 \cdot 35,4^2 \cdot 2,4142 \cdot 1,1 = 6655,83 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр2}} = 8 \cdot 26 \cdot 6 \cdot 7 = 8736 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр3}} = \frac{\pi \cdot (131,4^2 - 129^2) \cdot 3}{4} = 1471,78 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{п4}} = \frac{\pi \cdot (116^2 - 110,5^2) \cdot 5}{4} = 4889,57 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{п5}} = \frac{\pi \cdot (112,9^2 - 110,5^2) \cdot 12}{4} = 5050,63 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{п6}} = \frac{\pi \cdot (117^2 - 110,5^2) \cdot 10}{4} = 11608,19 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{п7}} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 8,7^2 \cdot 4}{4} = 237,67 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{п8}} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 6,2^2 \cdot 4}{4} = 379 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{п9}} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 3^2 \cdot 4}{4} = 56,52 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{п10}} = \frac{\pi \cdot 18^2 \cdot 21}{4} = 5341,14 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{п11}} = \frac{\pi \cdot (131,4^2 - 110,5^2) \cdot 1,1}{4} = 4365,6 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пп}} = \sum V_{\text{пi}};$$

$$\sum V_{\text{пп1}} = 6655,83 + 8736 + 1471,78 + 4889,57 + 5050,63 + 11608,19 + 237,67 + 379 + 56,52 + 5341,14 + 4365,6 = 48791,93 \text{ мм}^3 = 48,8 \text{ см}^3.$$

– лиття в піщані форми:

$$V_{\text{пп1}} = 2 \cdot a^2 \cdot (1 + \sqrt{2}) \cdot h = 2 \cdot 35,4^2 \cdot 2,4142 \cdot 3,4 = 20572,58 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пп2}} = 8 \cdot 26 \cdot 6 \cdot 7 = 8736 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пп3}} = \frac{\pi \cdot (137^2 - 129^2) \cdot 3}{4} = 5011,44 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{п4}} = \frac{\pi \cdot (116^2 - 104,9^2) \cdot 5}{4} = 9624,06 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр5}} = \frac{\pi \cdot (112,9^2 - 104,9^2) \cdot 12}{4} = 16413,41 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр6}} = \frac{\pi \cdot (117^2 - 104,9^2) \cdot 10}{4} = 21077,17 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр7}} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 8,7^2 \cdot 4}{4} = 237,67 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр8}} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 6,2^2 \cdot 4}{4} = 379 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр9}} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 3^2 \cdot 4}{4} = 56,52 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр10}} = \frac{\pi \cdot (137^2 - 104,9^2) \cdot 3,4}{4} = 20724,76 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр}} = \sum V_{\text{прi}};$$

$$\sum V_{\text{пр2}} = 20572,58 + 8736 + 5011,44 + 9624,06 + 16413,41 + 21077,17 + 237,67 + 379 + 56,52 + 20724,76 = 102832,61 \text{ мм}^3 = 102,8 \text{ см}^3.$$

Загальні маси припусків:

– лиття під тиском:

$$m_{\text{пр1}} = 48,8 \cdot 2,6 = 126,88 \text{ г} = 0,127 \text{ кг}.$$

– лиття в піщані форми:

$$m_{\text{пр2}} = 102,8 \cdot 2,6 = 267,28 \text{ г} = 0,267 \text{ кг}.$$

Визначаємо маси заготовок:

– лиття під тиском:

$$Q_1 = 0,35 + 0,127 = 0,477 \text{ кг}.$$

– лиття в піщані форми:

$$Q_2 = 0,35 + 0,267 = 0,617 \text{ кг}.$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{q}{Q}, \quad (3.4)$$

– для лиття під тиском $Q=0,477$ кг:

$$K_{\text{в.м.1}} = \frac{0,35}{0,477} = 0,73;$$

– для лиття в піщані форми $Q=0,617$ кг:

$$K_{\text{в.м.2}} = \frac{0,35}{0,617} = 0,56.$$

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

3.2. Формування технологічного процесу

Запропоновані маршрути обробки радіатора АЛЯЯ 725317.008 представлено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Маршрути обробки радіатора АЛАЗ 725317.008

№ пов.	Вид поверхні, позначення	Шорсткість, мкм	Варіанти методів, маршрутів обробки поверхонь	
			1	2
1	2	3	4	5
1, 6	Торцева поверхня $60h14_{(-0,74)}$	Ra12,4	Напівчистове точіння	Фрезерування
2	Зовнішня поверхня $\varnothing 124 \pm 0,6$	Rz 40	Не обробляється	—
3	Зовнішня торцева поверхня $56 \pm 0,5$	Rz 40	Не обробляється	—
4	Зовнішня поверхня $\varnothing 129h14_{(-1,0)}$	Ra12,4	Точіння напівчистове	—
5	Зовнішня фаска $1 \times 45^\circ$	Ra12,4	Точіння напівчистове	—
7	Внутрішня поверхня $\varnothing 116H9^{(+0,087)}$; $l=3$	Ra2,5	Напівчистове розточування Чистове розточування	—
8	Внутрішня фаска $2 \times 45^\circ$	Ra12,4	Розточування напівчистове	—
9	Внутрішня поверхня під різьбу $\varnothing 112,9^{+0,4}$	Ra12,4	Розточування напівчистове	—
10	Внутрішня фаска $2 \times 45^\circ$	Ra12,4	Розсвердлювання	—
11	Внутрішня канавка $\varnothing 117H14^{(+0,87)}$; $8^{+0,36}$	Ra12,4	Розточування напівчистове	Розточування напівчистове
12	Внутрішня торцева поверхня $27 \pm 0,2$	Ra12,4	Напівчистове точіння	—
39	Внутрішня різева поверхня M115 \times 2-7H	Ra6,2	Нарізання різьби різцем	Фрезерування різьби
14-21	Вісім наскрізних пазів $b=6H14^{(+0,3)}$; $26H14^{(+0,52)}$	Ra12,4	Фрезерування кінцевою фрезою	—

Закінчення таблиці 3.3

1	2	3	4	5
22	Наскрізний отвір $\varnothing 18H7^{(+0,018)}$	Ra1,5	Розсвердлювання Розвертання чорнове Розвертання чистове	Зенкерування Розвертання чорнове Розвертання чистове
23	Внутрішня фаска $0,5 \times 45^\circ$	Ra12,4	Зенкування	—
24	Наскрізний отвір $\varnothing 18,75^{+0,28}$ під різьбу $G \frac{1}{2} - B$; $l=16$	Ra12,4	Розсвердлювання	—
25	Внутрішня фаска $1,6 \times 45^\circ$	Ra12,4	Зенкування	Свердління
26	Різьба трубна $G \frac{1}{2} - B$, $l=14$	Ra6,2	Нарізання різьби мітчиком	—
27, 28	Два наскрізних отвори $\varnothing 6,2H14^{(+0,36)}$; $l=4$; $68 \pm 0,2$	Ra12,4	Центрування Свердління	
29, 30	Дві внутрішні фаски $1,5 \times 45^\circ$	Ra12,4	Зенкування	Утворення при центруванні
31, 32	Два наскрізних отвори $\varnothing 8,2H14^{(+0,36)}$; $l=4$; 11 ± 1 ; $22^\circ 30'$	Ra12,4	Центрування Свердління	Свердління по кондуктору
33, 34	Два наскрізних отвори $\varnothing 2,5^{+0,14}$ під різьбу M3-7H; $l=4$; $68 \pm 0,2$	Ra6,2	Центрування Свердління	Свердління по кондуктору
35, 36	Дві внутрішні фаски $0,5 \times 45^\circ$	Ra12,4	Зенкування	Утворення при центруванні
37, 38	Два наскрізних різевих отвори M3-7H; $l=4$; $68 \pm 0,2$	Ra6,2	Нарізання різьби мітчиком	—

Остаточний прийнятий маршрут обробки.

005 Токарно-гвинторізна

1. Підрізати торець 1, в розмір $61,1_{-0,74}$.

2. Перевірити розмір: $61,1_{-0,74}$.

010 Токарна з ЧПК

1. Підрізати торець 3, в розмір $60_{-0,74}$.

2. Точити фаску 5, точити поверхню 4 послідовно, в розміри $1 \times 45^\circ$; $\varnothing 129_{-1,0}$.

3. Розточити поверхню 7, внутрішню фаску 8, внутрішню циліндричну поверхню 9 під різьбу M115×2-7H з підрізанням торця 12 послідовно, в розміри $\varnothing 114,5^{+0,22}$; $2,75 \times 45^\circ$; $\varnothing 112,9^{+0,4}$; $27 \pm 0,2$.

4. Розточити внутрішню поверхню 7, фаску 8, в розміри $\varnothing 116^{+0,087}$; 45° .

5. Розточити канавку 11, фаску 10, в розміри $\varnothing 117H14^{(+0,87)}$; $8^{+0,36}$; $2 \times 45^\circ$.

6. Нарізати внутрішню різьбу 39, в розмір M115×2-7H.

7. Перевірити розмір: $60_{-0,74}$; $1 \times 45^\circ$; $\varnothing 129_{-1,0}$; $27 \pm 0,2$; $\varnothing 116^{+0,087}$; $\varnothing 117H14^{(+0,87)}$; $8^{+0,36}$; $2 \times 45^\circ$; M115×2-7H.

015. Свердлильна з ЧПК.

1. Розсвердлити отвір 24 під різьбу $G \frac{1}{2} - B$, в розмір $\varnothing 18,75^{+0,28}$.

2. Зенкувати фаску 25, в розмір $1,6 \times 45^\circ$.

3. Зенкерувати отвір 22.

4. Розвернути отвір 22.

5. Розвернути остаточно наскрізний отвір 22.

6. Нарізати різьбу 11, в розмір $G \frac{1}{2} - B$.

7. Перевірити розмір: $\varnothing 18^{+0,018}$; $1,6 \times 45^\circ$; $G \frac{1}{2} - B$.

020. Свердлильна з ЧПК.

1. Центрувати чотири отвори 27, 28, 33, 34, в розміри $\varnothing 1,0^{+0,10}$; $\varnothing 2,12^{+0,12}$; $1,3$; $0,97^{+0,06}$; $68 \pm 0,2$.

2. Свердлити два отвори 27, 28, в розміри $\varnothing 6,2H14^{(+0,36)}$; $l=4$; $68 \pm 0,2$.

3. Свердлити два отвори 33, 34 з формуванням двох фасок 35, 36, в розміри

$\varnothing 2,5^{+0,14}; l=4; 0,5 \times 45^\circ; 68 \pm 0,2.$

4. Зенкувати дві фаски 29, 30, в розмір $1,5 \times 45^\circ$.

5. Зенкувати фаску 23, в розмір $0,5 \times 45^\circ$.

6. Нарізати різьбу 37, 38 в двох отворах, в розміри М3-7Н; $l=4; 68 \pm 0,2.$

7. Перевірити розміри: $\varnothing 6,2H14^{(+0,36)}; l=4; 68 \pm 0,2; 1,5 \times 45^\circ; 0,5 \times 45^\circ; M3-7H.$

025. Вертикально-фрезерна.

1. Фрезерувати паз 14, в розміри $b=6^{+0,3}; 26^{+0,52}.$

2. Повернути деталь на 45° .

3. Фрезерувати паз 15, в розміри $b=6^{+0,3}; 26^{+0,52}.$

4. Повернути деталь на 45° .

5. Фрезерувати паз 16, в розміри $b=6^{+0,3}; 26^{+0,52}.$

6. Повернути деталь на 45° .

7. Фрезерувати паз 17, в розміри $b=6^{+0,3}; 26^{+0,52}.$

8. Повернути деталь на 45° .

9. Фрезерувати паз 18, в розміри $b=6^{+0,3}; 26^{+0,52}.$

10. Повернути деталь на 45° .

11. Фрезерувати паз 19, в розміри $b=6^{+0,3}; 26^{+0,52}.$

12. Повернути деталь на 45° .

13. Фрезерувати паз 20, в розміри $b=6^{+0,3}; 26^{+0,52}.$

14. Повернути деталь на 45° .

15. Фрезерувати паз 21, в розміри $b=6^{+0,3}; 26^{+0,52}.$

16. Перевірити розміри: $b=6^{+0,3}; 26^{+0,52}.$

030. Вертикально-свердлильна.

1. Свердлити отвір 31, в розміри $\varnothing 8,2H14^{(+0,36)}; l=4; 11 \pm 1; 22^\circ 30'.$

2. Повернути деталь на 180° .

3. Свердлити отвір 32, в розміри $\varnothing 8,2H14^{(+0,36)}; l=4; 11 \pm 1; 22^\circ 30'.$

4. Перевірити розміри: $\varnothing 8,2H14^{(+0,36)}; l=4; 11 \pm 1; 22^\circ 30'.$

035 Контроль.

3.3. Визначення припусків на оброблення і розмірів заготовки

Заносимо всі визначені величини припусків в розрахункову таблицю 3.4.

Припуски на усі інші поверхні представлено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.4 – Розрахункові припуски поверхні $\varnothing 18H7$

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{i\min}$, мм	Розрахунковий розмір D_{p1} , мм	Допуск δ_d , мм	Граничні розміри, мм		Розрахункові граничні припуски, мм	
	R_z	T	ρ	ε_y				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{i\min}$	$2Z_{i\max}$
Заготовка	40	100	650			16,993	0,8	16,2	17,0		
Зенкерування H12	40	40	–	80	805	17,798	0,18	17,62	17,8	0,8	1,42
Розвертання чорнове H9	10	20	–	–	160	17,958	0,043	17,915	17,958	0,158	0,295
Розвертання чистове H7	5,4	–	–	–	60	18,018	0,018	18,0	18,018	0,06	0,085
Загальний припуск										1,018	1,8

Таблиця 3.5 – 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
Внутрішня поверхня $\varnothing 116H9^{(+0,087)}$					
Розточування чистове H9	9	Ra2,5	0,087	$0,75 \times 2=1,5$	$\varnothing 116^{+0,087}$
Розточування напівчистове H11	11	Ra6,2	0,22	$2,0 \times 2=4,0$	$\varnothing 114,5^{+0,22}$
Заготовка	7-мий кл..	$R_z 40$	1,2	$2,75 \times 2=5,5$	$\varnothing 110,5 \pm 0,6$

Закінчення таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6
Отвір $\varnothing 18,75^{+0,28}$ під різьбу $G\frac{1}{2}-B$					
Розсвердлювання	14	Ra12,4	0,52	$1,375 \times 2=2,75$	$\varnothing 18,75^{+0,28}$
Заготовка	7-мий кл.	R _z 40	0,8	2,75	$\varnothing 16 \pm 0,4$
Зовнішня поверхня $\varnothing 129h14_{(-1,0)}$					
Точіння напівчистове	14	Ra12,4	1,0	$1,2 \times 2=2,4$	$\varnothing 129_{-1,0}$
Заготовка	7-мий кл.	R _z 40	1,2	2,4	$\varnothing 131,4 \pm 0,6$
Внутрішня поверхня $\varnothing 112,9^{+0,4}$					
Розточування напівчистове	12	Ra12,4	0,4	$1,2 \times 2=2,4$	$\varnothing 112,9^{+0,4}$
Заготовка	7-мий кл.	R _z 40	1,2	2,4	$\varnothing 110,5 \pm 0,6$
Торцева поверхня $60h14_{(-0,74)}$					
Напівчистове точіння торця 6	14	Ra12,4	0,74	1,1	$60_{-0,74}$
Напівчистове точіння торця 1	14	Ra12,4	0,74	1,1	$61,1_{-0,74}$
Заготовка	7-мий кл.	R _z 40	1,0	$1,1 \times 2=2,2$	$62,2 \pm 0,5$
Внутрішня торцева поверхня $27 \pm 0,2$					
Напівчистове підрізання торця	14	Ra12,4	0,4	1,1	$27 \pm 0,2$
Заготовка	7-мий кл.	R _z 40	0,9		$25,9 \pm 0,45$
Внутрішня канавка $\varnothing 117H14^{(+0,87)}; 8^{+0,36}$					
Розточування	14	Ra12,4	0,4	$2,05 \times 2=4,1$	$\varnothing 117^{+0,87}$
Заготовка (попередньо оброблена поверхня)	12	Ra12,4	0,4	4,1	$\varnothing 112,9^{+0,4}$

Габаритні розміри заготовки: $\varnothing 200 \pm 1,8 \times 141,4 \pm 1,6$.

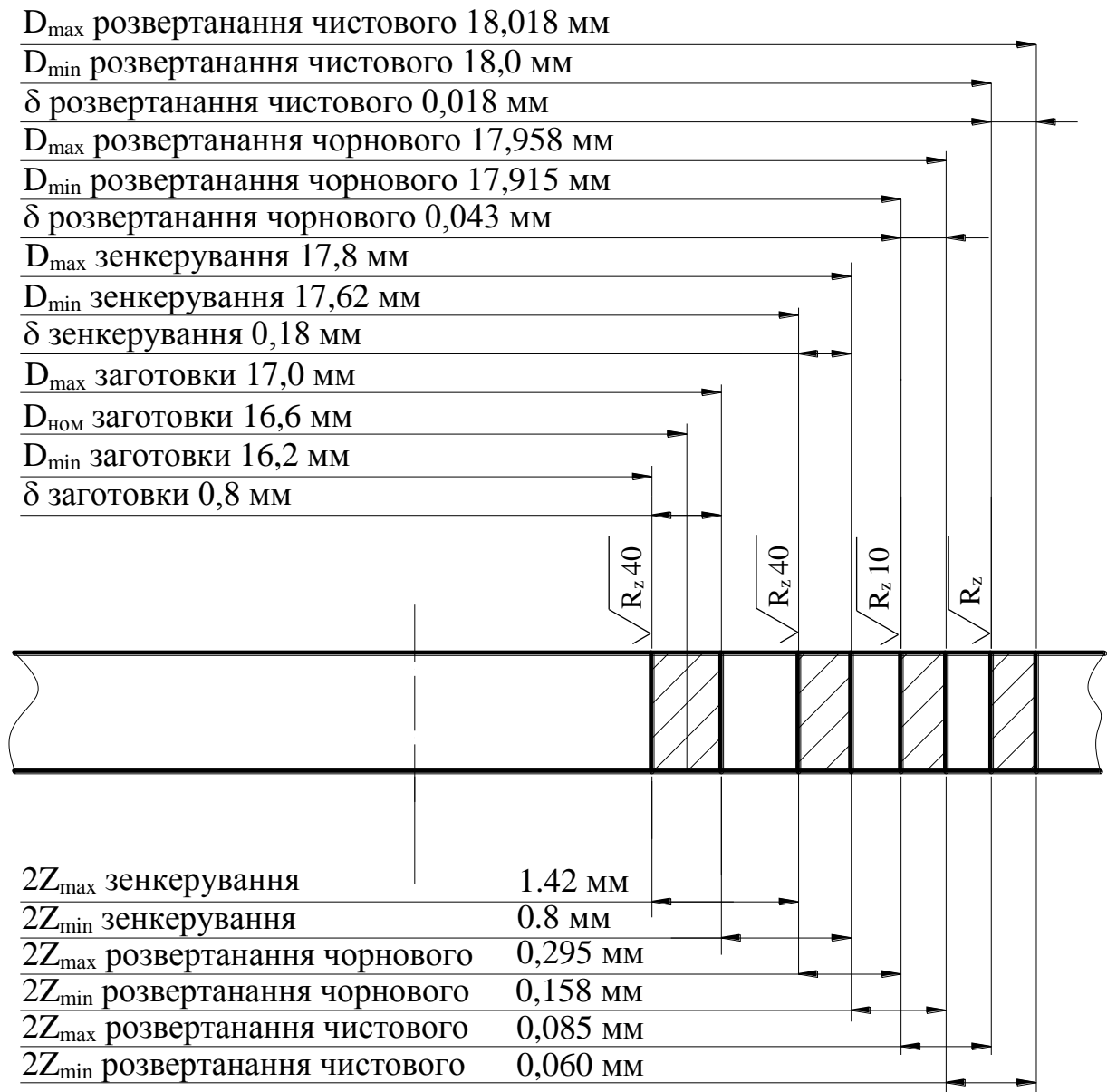


Рисунок 3.1 – Схема графічного розташування припусків та допусків на обробку поверхні $\varnothing 18H7$

3.4. Визначення режимів різання

Розрахунок режимів різання та інструменти представлено в додатках.

Остаточні результати режимів різання радіатора АЛАЯ 725317.008 представлено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Таблиця режимів різання радіатора АЛЯЯ 725317.008

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T _м , хв	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S _м , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 Токарно-гвинторізна										
Підрізати торець 1, в розмір 61,1 _{-0,74} .	1,1	41,1	1	61	0,77	452	124	353	0,11	5,8
010 Токарна з ЧПК										
Підрізати торець 3, в розмір 60 _{-0,74} .	1,1	14,5	1	61	0,77	452	181	352	0,05	5,8
Перехід 3										
Точити фаску 5, точити поверхню 4 попередньо, в розмірі 1×45°; Ø129 _{-1,0} .	1,2	9,5	1	61	0,65	711	289	427	0,02 1	6,5
Перехід 4										
Розточити поверхню 7, внутрішню фаску 8, внутрішню циліндричну поверхню 9 під різьбу M115×2-7H з підрізанням торця 12 попередньо, в розмірі Ø114,5 ^{+0,22} ; 2,75×45°; Ø112,9 ^{+0,4} ; 27±0,2.	2,0 2,7 5 1,2	38,75	1	61	0,65	711	255 252	427	0,08	6,5
Перехід 5										
Розточити внутрішню поверхню 7, фаску 8, в розмірі Ø116 ^{+0,087} ; 45°.	0,7 5	8	1	61	0,09	1401	512	114	0,08	0,39
Перехід 6										
Розточити канавку 11, фаску 10, в розмірі Ø117H14 ^(+0,87) ; 8 ^{+0,36} ; 2×45°.	2,0 5	34,05	1	61	0,09	1122	412	89,8	0,39	2,16

Закінчення таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Свердлити два отвори 27, 28, в розміри $\varnothing 6,2H14^{(+0,36)}$; $l=4$; $68\pm 0,2$.	3,1	8,5	2	22	0,12	1402	27,4	197	0,08	0,07
Перехід 4										
Свердлити два отвори 33, 34 з формуванням двох фасок 35, 36, в розміри $\varnothing 2,5^{+0,14}$; $l=4$; $0,5\times 45^\circ$; $68\pm 0,2$.	1,2 5	7	2	12	0,14	1402	12	167	0,08	0,03
Перехід 5										
Зенкувати дві фаски 29, 30, в розмір $1,5\times 45^\circ$.	1,5	5,5	2	16	0,11	1402	35	142	0,07	0,07
Перехід 6										
Зенкувати фаску 23, в розмір $0,5\times 45^\circ$.	0,5	7,5	1	22	0,5	1402	112	844	0,015	0,11
Перехід 7										
Нарізати різьбу 37, 38 в двох отворах, в розміри М3-7H; $l=4$; $68\pm 0,2$.	0,43 3	13	2	12	0,6	852	7	422	0,05	0,04
025 Вертикально-фрезерна										
Переходи 2,4,6,8,10,12,16										
Фрезерувати паз 14, в розміри $b=6^{+0,3}$; $26^{+0,52}$.	6	30	8	42	0,11	1602	31	190	1,24	0,24
030 Вертикально-свердлильна										
Свердлити отвір 31, в розміри $\varnothing 8,2H14^{(+0,36)}$; $l=4$; 11 ± 1 ; $22^\circ 30'$.	4,1	11	1	22	0,12	1402	37	194	0,05	0,07
Перехід 3										
Повернути деталь на 180°										
Перехід 4										
Свердлити отвір 32, в розміри $\varnothing 8,2H14^{(+0,36)}$; $l=4$; 11 ± 1 ; $22^\circ 30'$.	4,1	11	1	22	0,12	1402	37	194	0,05	0,07

Розрахунок технічних норм часу виготовлення радіатора АЛАЗ 725317.008 представлено в додатках.

Результати розрахунку представлено у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – 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}				
005 Токарно-гвинторізна	0,12	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	580	0,55
010 Токарна з ЧПК	0,746	0,1	0,5	0,47	2,23	0,16			2,39	28,65	580	2,44
015 Свердлильна з ЧПК	0,692	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–		3,17
020 Свердлильна з ЧПК	0,453	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–		2,22
025 Вертикально-фрезерна	1,25	0,1 0,23	–	–	–	–	–	–	–	–		3,95
030 Вертикально-свердлильна	0,12	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	0,55	

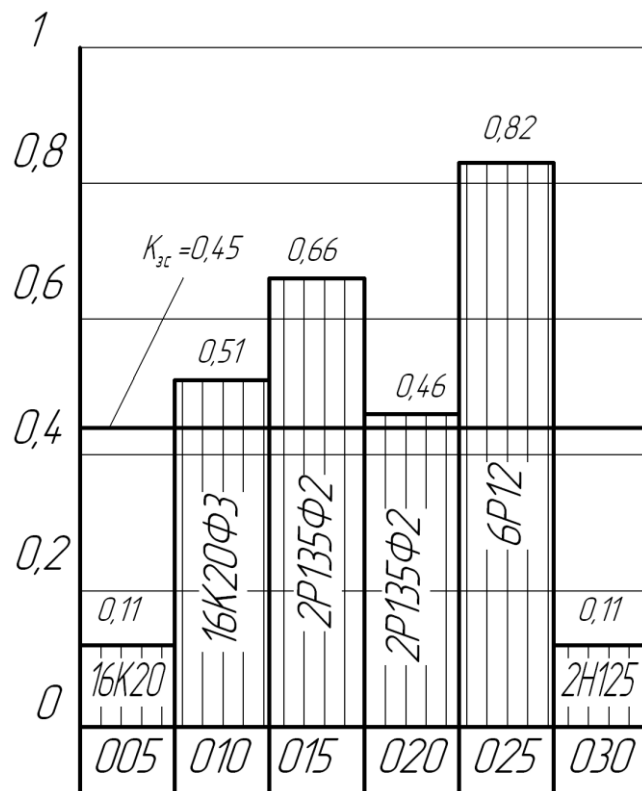


Рисунок 3.2 – Графік завантаження обладнання

3.5. Розрахунок похибки пристосування

Похибка встановлення заготовки радіатора АЛАЯ 725317.008 в пристрої [9]:

$$\Delta\varepsilon_y = \sqrt{\Delta\varepsilon_6^2 + \Delta\varepsilon_3^2 + \Delta\varepsilon_{\text{пр}}^2}, \text{ мм.} \quad (3.17)$$

Умова забезпечення точності:

$$\Delta\varepsilon_y \leq \Delta\varepsilon_{y,\text{доп.}} \cdot \quad (3.18)$$

На операції 020 свердлильній з ЧПК проводиться обробка різевих отворів М3-7Н та свердління двох отворів Ø6,2мм.

Похибка базування [12]

$$\Delta\varepsilon_6 = S_{\min} + Td + TD, \quad (3.19)$$

Мінімальний гарантований зазор

$$S_{\min.} = EI - es \quad (3.20)$$

$$S_{\min.} = 0 + 0,016 = 0,016 \text{ мм.}$$

Поле допуску базуючого пальця

$$Td = es - ei. \quad (3.21)$$

$$Td = -0,016 - (-0,027) = 0,011 \text{ мм.}$$

Поле допуску базуючого отвору:

$$TD = ES - EI. \quad (3.22)$$

$$TD = 0,018 - 0 = 0,018 \text{ мм.}$$

Тоді, похибка базування буде складати:

$$\Delta \varepsilon_{\text{б.}} = 0,016 + 0,011 + 0,018 = 0,045 \text{ мм} = 45 \text{ мкм.}$$

Розраховуємо похибку установки:

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{45^2 + 90^2 + 150^2} = 193 \text{ мкм.} = 0,193 \text{ мм.}$$

Допустима похибка установки $\Delta \varepsilon_{y,\text{доп.}}$:

$$\Delta \varepsilon_{y,\text{доп.}} = 0,3 \text{ мм.} \quad (3.23)$$

Отже, $\Delta \varepsilon_y = 0,193 \text{ мм} < \Delta \varepsilon_{y,\text{доп.}} = 0,3 \text{ мм.}$, відповідно обробка можлива із заданою точністю.

3.6. Розрахунок пристосування

Для розрахунку сил затиску деталі на операції 020 свердлильній з ЧПК приводимо розрахункову схему дії сил (рис. 3.5) при свердлінні отвору $\text{Ø}6,2\text{мм}$.

Необхідна сила для затиску деталі:

$$P_{\text{зат1}} \cdot f_1 \cdot R + P_{\text{зат2}} \cdot f_1 \cdot R + \frac{2P_{\text{зат}} f_2 \cdot (R_2^3 - R_1^3)}{3(R_2^2 - R_1^2)} = K \cdot M_{\text{різ}}, \quad (3.24)$$

Момент різання:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.25)$$

де $D=6,2 \text{ мм}$;

$S=0,14 \text{ мм/об}$;

$C_m=0,005$; $y=0,8$; $q=2,0$ –при свердлінні [6].

Отримаємо значення крутного моменту:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,005 \cdot 6,2^{2,0} \cdot 0,14^{0,8} \cdot 1,0 = 0,40 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Коефіцієнт запасу K . Вибирається згідно [6]:

$$K=K_0K_1K_2K_3K_4 K_5 K_6;$$

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 3,11.$$

$$P_{\text{зат1}}=P_{\text{зат2}}.$$

Отже, сила затиску:

$$P_{\text{зат}} = \frac{K \cdot M_{\text{різ}}}{2 \cdot f_1 \cdot R + 2f_2 \cdot \frac{R_2^3 - R_1^3}{3(R_2^2 - R_1^2)}}, \quad (3.26)$$

$$P_{\text{зат}} = \frac{3,11 \cdot 400}{2 \cdot 0,2 \cdot 58 + 2 \cdot 0,2 \cdot \frac{63,5^3 - 58^3}{3(63,5^2 - 58^2)}} = 35,18 \text{ Н.}$$

Перевірочний розрахунок з умови забезпечення:

$$P_{\text{зат}} \leq F_{\text{шт.тяг.}} \cdot i, \quad (3.27)$$

Тягова сила на штоці пневмоциліндра [14]:

$$F_{\text{шт.тяг.}} = 0,785 \cdot (D_{\text{ц}}^2 - d_{\text{шт}}^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (3.28)$$

$$\text{Тоді } F_{\text{шт.тяг.}} = 0,785 \cdot (0,1^2 - 0,022^2) \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 2689,2 \text{ Н.}$$

Розраховуємо передаточне відношення силового механізму:

$$W = F_{\text{шт.тяг.}} \cdot \left(\frac{1}{\text{tg}(\alpha + \beta)} - \text{tg}\varphi_2 \frac{3 \cdot 1}{a} \right) \frac{l_1}{l_2} \cdot \eta, \quad (3.29)$$

Додатковий кут до кута нахилу важеля

$$\beta = \arcsin\left(\frac{f \cdot d}{L}\right), \quad (3.30)$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{0,16 \cdot 12}{53,5}\right) = 2 \text{ град.}$$

$$\text{Тоді } W = 2689,2 \left(\frac{1}{\text{tg}(17 + 2)} - 0,1 \frac{3 \cdot 34}{36} \right) \frac{46}{73} \cdot 0,9 = 4002 \text{ Н.}$$

Для надійності закріплення необхідна умова:

$$W > P_{\text{зат}}.$$

При розрахунках $W = 4002 \text{ Н} > P_{\text{зат}} = 35,18 \text{ Н}$.

Заготовка буде надійно закріплена при розсвердлюванні на 020 свердлильній з ЧПК операції.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Технічні та організаційні заходи щодо зменшення рівня шуму та вібрації на ділянці виготовлення деталі

Загальні методи боротьби з вібрацією базуються на аналізі рівнянь, які описують коливання машин у виробничих умовах і класифікуються таким чином:

- зниження вібрацій в джерелі виникнення шляхом зниження або усунення збуджувальних сил;
- налагодження від резонансних режимів раціональним вибором приведеної маси або жорсткості системи, яка коливається;
- вібродемпферування— зниження вібрацій за рахунок сили тертя демпферного пристрою, тобто переведення коливної енергії в тепло;
- динамічне гасіння — введення в коливну систему додаткових мас або збільшення жорсткості системи;
- віброізоляція — введення в коливну систему додаткового, пружного зв'язку, з метою послаблення передавання вібрацій суміжному елементу конструкції або робочому місцю
- використання індивідуальних засобів захисту.

Зниження вібрації у джерелі виникнення досягається шляхом зменшення сили, яка викликає коливання. Тому ще на стадії проектування машин та механічних пристроїв потрібно вибирати кінематичні схеми, в яких динамічні процеси, викликані ударами та прискореннями, були б виключені або знижені.

Налагодження режиму резонансу. Для послаблення вібрацій істотне значення має запобігання резонансним режимам роботи з метою виключення резонансу з частотою збурювальної сили. Власні частоти окремих конструктивних елементів визначаються розрахунковим методом за відомими значеннями маси та жорсткості або ж експериментально на стендах.

Вібродемпферування. Цей метод зниження вібрацій реалізується шляхом перетворення енергії механічних коливань коливної системи в теплову енергію.

Збільшення витрат енергії в системі здійснюється за рахунок використання в якості конструктивних матеріалів з великим внутрішнім тертям: пластмас металогуми, сплавів марганцю та міді, нікелетитанових сплавів, нанесення на віброуючі поверхні шару пружнов'язких матеріалів, які мають великі втрати на внутрішнє тертя.

Найбільший ефект при використанні вібродемпферних пристроїв досягається в області резонансних частот, оскільки при резонансі значення впливу сил тертя на зменшення амплітуди зростає.

Віброгасіння. Для динамічного гасіння коливань використовуються динамічні віброгасії: пружинні маятникові, ексцентрикові, гідравлічні, вони являють собою додаткову коливну систему з масою m та жорсткістю q , власна частота якої налаштована на основну частоту коливань даного агрегату, що має масу M та жорсткість Q , віброгасій кріпиться на вібрувальному агрегаті й налаштовується таким чином, що в ньому в кожний момент часу збуджуються коливання, які знаходяться у протифазі з коливаннями агрегату.

Недоліком динамічного гасія є те, що він діє лише за певної частоти, яка відповідає його резонансному режиму коливань.

Віброізоляція полягає у зниженні передачі коливань від джерела збудження до об'єкта, що захищається, шляхом введення в коливну систему додаткового пружного зв'язку.

Цей зв'язок запобігає передачі енергії від коливного агрегату до основи або від коливної основи до людини або до конструкцій, що захищаються.

Засоби індивідуального захисту від вібрації застосовуються у випадку, коли розглянуті вище технічні засоби не дозволяють знизити рівень вібрації до норми.

Для захисту рук використовуються рукавиці, вкладиші, прокладки. Для захисту ніг — спеціальне взуття, підметки, наколінники. Для захисту тіла — нагрудники, пояси, спеціальні костюми.

Відомі три основні напрямки боротьби з шумом:

1. Зменшення рівня шуму у джерелі виникнення, застосування раціональних конструкцій, нових матеріалів і технологічних процесів.
2. Звукоізоляція устаткування за допомогою глушників, резонаторів, кожухів, захисних конструкцій, оздоблення стін, стелі, підлоги тощо.
3. Використання засобів індивідуального захисту.

Технологічні заходи охоплюють характеристику і розміщення устаткування і машин, вимоги до розрахунку характеристик шуму на стадії проектування, обмеження шуму звукопоглинаючих конструкцій і екранів, фільтровентиляційних установок, заміну технологічних процесів і механізмів на менш шумні, обладнання звукоізолюючих кабін операторів, дистанційне керування обладнанням, автоматизацію виробничих процесів зі зменшенням кількості операторів тощо.

Планувальні заходи передбачають ізоляцію шумних цехів від тихих приміщень, збільшення відстані між ними (на стадії проектування виробництва), розташування шумних цехів з підвітряного боку і торцем до фасаду інших будівель. Зелені насадження навколо шумних цехів і шумозахисна зона так само сприяють поглинанню шуму.

У боротьбі з аеродинамічним шумом (вихлопи і всмоктування повітря пневматичними інструментами, компресорами, вентиляторами тощо) застосовують глушники різної конструкції, які поглинають шум вихлопу або всмоктування повітря, газів і парів. Вибір типу глушника залежить від рівня і спектрального складу шуму. Для гасіння високочастотного шуму застосовують активні глушники, в основу яких покладено принцип звукової енергії, для гасіння низькочастотного шуму — реактивні глушники, що працюють як акустичний фільтр. Якщо немає змоги забезпечити дотримання вимог технічного характеру, важливого значення набувають організаційно-профілактичні заходи — застосування індивідуальних засобів захисту органів слуху.

4.2. Ліквідація надзвичайних ситуацій на підприємстві

Ліквідація надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру - проведення комплексу заходів, які включають аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи, що здійснюються у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру і спрямовані на припинення дії небезпечних факторів, рятування життя та збереження здоров'я людей, а також на локалізацію зон надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру.

Роботу потрібно починати зразу, щоб не дати можливості аварії розростися до катастрофічних розмірів. Чим швидше почнуться рятувальні роботи, тим більше людей вдається врятувати.

Послідовність виконання ліквідацій аварій залежить від характеру руйнувань будівель і споруд, аварій комунікаційних, енергетичних і технологічних мереж і степені радіаційного і хімічного зараження території об'єкту, пожеж і інших умов, які впливають на дії формувань.

Дуже важливо забезпечувати загальний порядок, що дає можливість вільному прибуттю формувань цивільної оборони (ЦО) до місця аварії. Служба формування охорони загального порядку повинна приступити до виконання своїх обов'язків в першу чергу.

Проводяться роботи розчищення проїзду до зруйнованих захисних споруд, пошкоджених і зруйнованих будівель, де можуть знаходитися люди, а також у місцях аварій, які перешкоджають чи ускладнюють проведення рятувальних робіт.

Дуже важливі дії аварійно-технічних формувань, які зразу відключають ще не пошкоджені енергетичні і комунікаційно-технічні мережі і локалізують аварії.

Рятувальні формування ЦО повинні як можна швидше приступити до виконання роботи із рятування людей, діючи разом з формуваннями ЦО медичної служби.

Результатами великих виробничих аварій можуть бути пожежі, вибухи, руйнування і обвали будівель, загазованість і зараженість ядовитими речовинами і іншими небезпечними явищами, внаслідок яких можливі різні ураження людей. Виробничі аварії виникають досить часто, що пояснюється розвитком промисловості, великим науково-технічним прогресом і швидкістю у зв'язку з цією зміною технології виробництва.

Виробничі аварії можуть бути досить різними. Їх характер визначається причинами виникнення, масштабами і собівартістю виробництва.

Причинами виникнення аварій є:

- недоліки проектування підприємств, недотримання техніки безпеки, а також відсутність постійного контролю за станом виробництва і особливо при використанні легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин;
- виникнення аварій на сусідніх підприємствах чи на енергетичних і газових мережах;
- стихійні лиха, які викликають аварії;
- виникнення аварій внаслідок невідомих науці явищ, які проявляються на підприємствах, які використовують різні хімічні речовини.

Аварії мають різні наслідки, які залежать від характеру виробництва. Найбільш типовими проявами аварій можуть бути:

- вибухи, які призводять до руйнувань промислових будівель;
- інтенсивні пожежі;
- отруєння людей ядовитими рідинами і газами;
- ураження людей електричним струмом;
- затоплення підприємств разом з людьми, які знаходяться там;
- зараження місцевості сильнодіючими ядовитими і радіоактивними речовинами.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі визначено величини деформації оправки під час розточування наскрізного отвору із застосуванням додаткової обертової втулки. Виведено рівняння та побудовано графіки залежності максимальної деформації оправки в напрямку осі y на початку розточування наскрізного отвору. Встановлено, що максимальна деформація оправки в напрямку осі y на початку розточування наскрізного отвору складає 0,063 мм, а мінімальна – 0,001 мм. Збільшення радіуса розточної оправки від 10 мм до 40 мм призводить до зменшення деформації оправки в 63 рази. При цьому збільшення відстані від торця обертової втулки до торця отвору заготовки від 15 мм до 50 мм надає приросту деформації оправки в 2,8 рази, а збільшення відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці від 100 до 200 мм призводить до зростання деформації оправки в 2,9 рази.

Під час експериментальних досліджень встановлено, що із збільшенням величин глибини різання одним різцем t , подачі розточної оправки S та відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці L_1 величина радіального биття δR циліндричного отвору після розточування оправкою із застосуванням додаткової обертової втулки зростає.

Максимальне значення радіального биття δR циліндричного отвору у заготовках із сталі 45 складає 0,115 мм, а мінімальне – 0,025 мм. Збільшення глибини різання одним різцем t від 0,1 мм до 0,8 мм призводить до зростання радіального биття циліндричного отвору в 1,8 рази. Також збільшення подачі розточної оправки S від 0,1 мм/об до 0,4 мм/об надає приросту радіального биття циліндричного отвору в 1,9 рази, а збільшення відстані від торця шпинделя верстата до вершини різця на розточній оправці L_1 від 100 до 200 мм призводить до збільшення радіального биття циліндричного отвору в 1,6 рази. Тому для забезпечення менших показників радіального биття поверхні циліндричні отвори потрібно розточувати при менших глибинах різання і подачах, застосовувати одночасно два різці для зрівноважування сил різання, а

також при проектуванні оправок забезпечувати їх максимальну жорсткість і мінімальну відстань від торця шпинделя верстата до вершини різця.

Розроблено технологічний процес виготовлення радіатора АЛАЗ 725317.008 з вибором устаткування та параметрів процесів механічної обробки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кухарський О. М., Кушак 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. Горбачевич 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 : навчальний 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. Fluat Atabey. Modeling of mechanics and dynamics of boring. A thesis master of applied science, The University of British Columbia, 2001, 182 p.

22. Alexander M. Gousskov, Sergey A. Voronov, Vadim V. Novikov, Ilya I. Ivanov. Chatter suppression in boring with tool position feedback control. International ltd. journal of vibroengineering. Aug 2017, vol. 19, issue 5. p. 3512-3521.

23. A. Leonid Igumnov, S. Vladimir Metrikin, K. Aleksandr Lyubimov, F. Viktor Ovchinnikov, V. Aleksandra Grezina. On the self-excitation of vibrations of a boring bar in the process of deep boring. Journal of vibroengineering. August 2018, Volume 20, Issue 5. p. 2001-2011.

24. Пилипець М.І. Дослідження деформації розточної оправки під час обробки наскрізного отвору / М.І. Пилипець, В.І. Щербань, О.О. Костюк // Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів “Актуальні задачі сучасних технологій”, 25-26 листопада 2020 р. : тези доп. – Тернопіль, 2020. - С. 91.

25. Дячун А.Є. Дослідження напруженого стану процесу формування трубчастих гвинтових заготовок / А.Є. Дячун, Ю.Є. Паливода, В.І. Щербань // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій» : 14-15 травня 2020 р.: тези доп. – Тернопіль: вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. – С. 77.

26. 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.

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

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