

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра технології виробництва літальних апаратів

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи

Бакалавр

(освітній ступінь)

на тему «Розробка технологічного процесу складання нервюри №18 літака типу
Ан-148 та виготовлення качалки розмірною обробкою»

ХАІ.104.В22.134.143.1801044 ПЗ

Виконав: здобувач 4 курсу групи №143

Галузь знань 13 Механічна інженерія

(код та найменування)

Спеціальність

134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

(код та найменування)

Освітня програма Технологія виробництва та
ремонті літальних апаратів

(найменування)

Горбань В.П.

(прізвище та ініціали здобувача)

Керівник: Д'яченко Ю.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Лисих М.О.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2022

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Конструкторський	Д'яченко Ю.В., проф. кафедри 104	15.01.2022 р.	15.03.2022 р.
Технологічний	Д'яченко Ю.В., проф. кафедри 104	20.01.2022 р.	25.05.2022 р.
Економічний	Попов О.С., доцент каф. 605	16.05.2022 р.	15.06.2022 р.

Нормоконтроль _____ Олександр Романцов « _____ » _____ 2022 р.
 (підпис) (ім'я та прізвище)

7. Дата видачі завдання « 15 » вересня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Конструктивно-технологічний аналіз нервюри №18 крила літака. Обґрунтування прийнятих рішень розрахунками.	15.03.2022 р.	
2	Розрахунок точності складання нервюри №18 по обводам, порівняння з допуском.	12.04.2022 р.	
3	Розробка схеми складання та ув'язування складального та заготівельного оснащення.	25.04.2022 р.	
4	Конструкторсько-технологічний аналіз робочого креслення деталі "Качалка"..	20.04.2022 р.	
5	Проектування спеціального верстатного пристрою, розрахунок похибок базування заготовки в верстатному пристосуванні	25.05.2022 р.	
6	Розроблення та оформлення комплекта технологічної документації.	30.05.2022 р.	
7	Розрахунок собівартості складання нервюри №18 крила літака типу Ан-148 за базовими показниками.	12.06.2022	

Здобувач _____ ГОРБАНЬ В.П.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ ЮРІЙ Д'ЯЧЕНКО
 (підпис) (ім'я та прізвище)

Зміст

1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Розробка конструкції нервюри №18 крила літака типу АН-148.....	8
1.2 Обґрунтування прийнятих рішень розрахунками.	8
1.3 Технічний опис і конструктивно-технологічний аналіз нервюри	14
1.4 Технічні умови на виготовлення нервюри.....	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	16
2.1 Розробка директивних технологічних матеріалів на складання нервюри	17
2.1.1 Оцінка технологічності конструкції нервюри літака	17
2.1.2 Аналіз можливих варіантів методів складання, схем складання і схем ув'язки оснащення.	18
2.1.3 Розрахунок допуску на нервюру для 2-х варіантів схеми і ув'язки	19
2.1.4 Розрахунок точності складання нервюри по обводам, порівняння з допуском на нервюру, висновки	20
2.1.5 Вибір оптимальної схеми складання і ув'язки заготівельного і складального оснащення.....	22
2.1.6 Розробка схеми базування складових нервюри	22
2.1.7 Проектування укрупненого процесу складання нервюри	24
2.1.8 Складання ТУ на постачання деталей нервю.	26
2.1.9 Складання ТУ на проектування складального пристосування.....	27
2.1.10 Вибір схеми і компоновки складального пристосування	27
2.2 Ескізне проектування пристрою для механічної обробки заготовки.....	28
2.2.1 Розрахунок зусилля різання та закріплення заготовки	28
2.2.2 Проектування спеціального верстатного пристосування	29
2.2.3 Опис конструкції та принцип дії пристосування	31
2.2.4 Розрахунок операційних припусків і створення 3D-моделі заготовки	34
2.2.5 Розробка карти ескізів для операцій обробки деталі	36
2.2.6 Складання технологічного маршруту виготовлення деталі	40
2.2.7 Конструктивно-технологічний аналіз деталі	41
2.2.8 Розрахунок режимів різання для операції «4234 Фрезерна з ЧПК»	45
2.2.9 Розробка РТК для операції обробки деталі на верстаті з ЧПК.....	50
3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	52
3.1 Визначення програми випуску нервюри №18 на основі дослідження ринку збуту літака Ан-148	53
3.1.1 Характеристика літака Ан-148 та аналіз ринків збуту.....	53
3.1.2 Формування ринку збуту літака Ан-148.....	54
3.1.3 Формування річної програми випуску нервюри №18	55
3.1.4 Вихідна інформація для розрахунків витрат	55
3.2 Вихідні дані для розрахунків ТЕО складання нервюри №18	56
3.3 Визначення порядку розрахунку статей калькуляційних витрат	56

3.3.1	Визначення цехової собівартості складання нервюри №18	57
3.3.2	Розрахунок заводської собівартості складання нервюри №18	59
3.3.3	Розрахунок повної собівартості виготовлення нервюри №18	60
3.3.4	Розрахунок планової оптової ціни виготовлення нервюри №18	60
БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК		62
ДОДАТОК		63

1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

1.1 Розробка конструкції нервюри №18 крила літака типу АН-148

В даній роботі виконується розробка модифікації стійок нервюри №18 літака типу АН-148. Нервюри крила є елементами поперечного набору крила літака. По конструкції і функціям які виконує в крилі нервюри бувають нормальні та силові. Нормальні служать для збереження форми профіля, а також для сприйняття та передачі місцевого повітряного навантаження на обшивку і на продольні елементи силового набору крила. Силові нервюри виконують функції нормальних нервюр, а також є елементами місцевого посилення крила, сприймаючи зосереджені навантаження від шасі, силових установок, озброєності. За конструктивною схемою нервюри бувають балкові і фермові. За способом виготовлення бувають прості і складні. Прості виготовляють методом штамповки, а складні виготовляють складанням. Складаються нервюри з поясів, стінки і стійок. Для виготовлення всіх складових нервюри використовують різноманітні матеріали.

1.2 Обґрунтування прийнятих рішень розрахунками.

Для розрахунку Q та M необхідно ввести еквівалентне пряме крило, отримане поворотом консолі стрілоподібного крила. При цьому необхідно забезпечити рівність площ вихідного крила і еквівалентного. Побудова еквівалентного крила зображено на рисунку 1.1

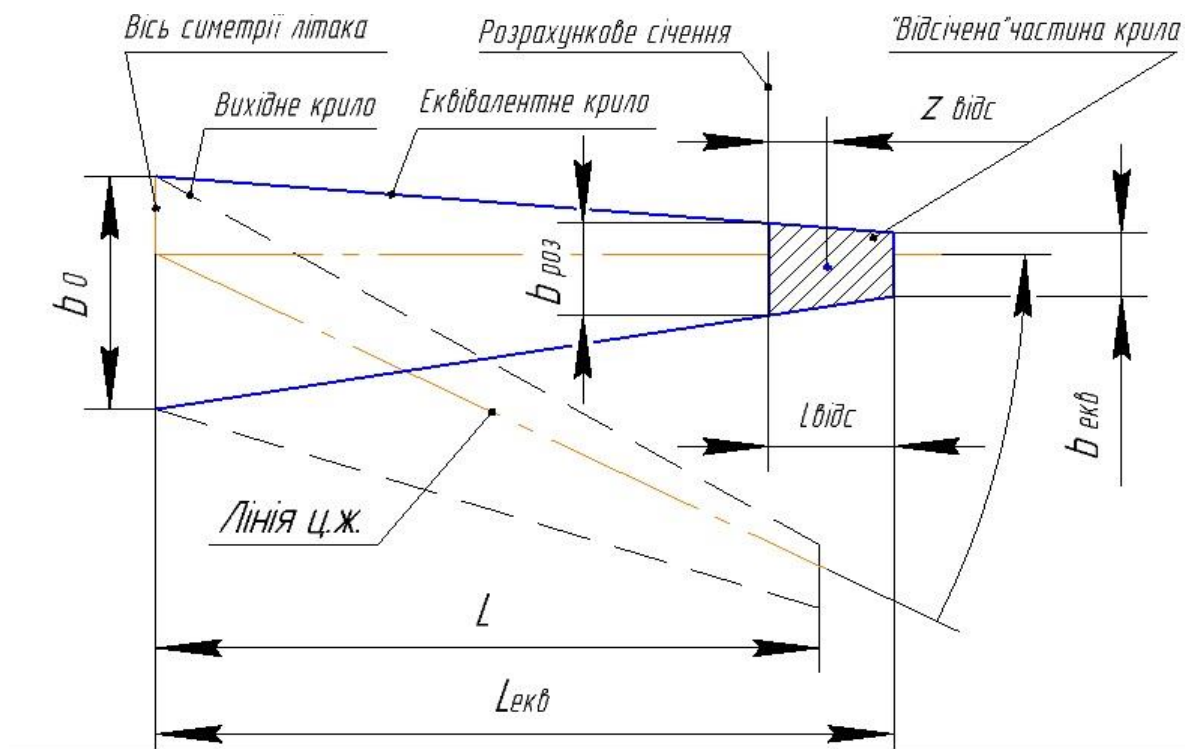


Рисунок 1.1 – Побудова еквівалентного прямого крила

Припустимо що аеродинамічне навантаження і вага конструкції крила розподілені рівномірно по його площі, тоді використовуємо наступні формули [1] для знаходження поперечної сили Q та згинального моменту M в розрахунковому січенні:

$$Q_{\Sigma} = n^{\vartheta} \cdot f \cdot \left(\frac{S_{\text{відс}}}{S} \cdot (m_0 - m_{\text{кр}}) \cdot g - \sum m_i \cdot g \right),$$

де n^{ϑ} – коефіцієнт експлуатаційного перевантаження, $n^{\vartheta} = 2,5$ [2];
 f – коефіцієнт безпеки, приймаємо $f = 1,5$ за таблицею 2.1.1 [2, с. 65];
 S – площа крила;

$S_{\text{відс}}$ – площа відсіченої частини крила;

m_0 – злітна маса літака;

$m_{\text{кр}}$ – вага конструкції «відсіченої» частини крила;

m_i – маса агрегатів і вантажу, розташованих в «відсіченій» частини крила (двигуни, паливо, стійки шасі і т. ін.).

$$M_{\Sigma} = n^{\vartheta} \cdot f \cdot \left(\frac{S_{\text{відс}}}{S} \cdot (m_0 - m_{\text{кр}}) \cdot g \cdot z_{\text{відс}} - \sum m_i \cdot g \cdot z_i \right),$$

де z_i – відстань від розрахункового січення до центру ваги m_i .

$z_{\text{відс}}$ – відстань від розрахункового січення до точки прикладення рівнодіючої аеродинамічних і масових навантажень. Знаходиться за формулою [1]:

$$z_{\text{відс}} = \frac{L_{\text{відс}}}{3} \cdot \frac{b_{\text{роз}} + 2b_{\text{екв}}}{b_{\text{роз}} + b_{\text{екв}}},$$

де $L_{\text{відс}}$ – довжина «відсіченої» частини крила;

$b_{\text{роз}}$ – хорда в розрахунковому січенні крила;

$b_{\text{екв}}$ – кінцьова хорда.

За допомогою програми «КОМПАС-3D» побудувавши крило літака визначаємо довжину еквівалентного прямого крила $L_{\text{екв}} = 14,1$ (м), бортову хорду крила $b_0 = 4,62$ (м), кінцьову хорду крила $b_{\text{екв}} = 1,25$ (м) та площі еквівалентного прямого крила $S = 36,7$ (м^2) та відсіченої частини крила $S_{\text{відс}} = 2,78$ (м^2). За допомогою рисунка 1.2 можна знайти хорду в розрахунковому січенні крила.

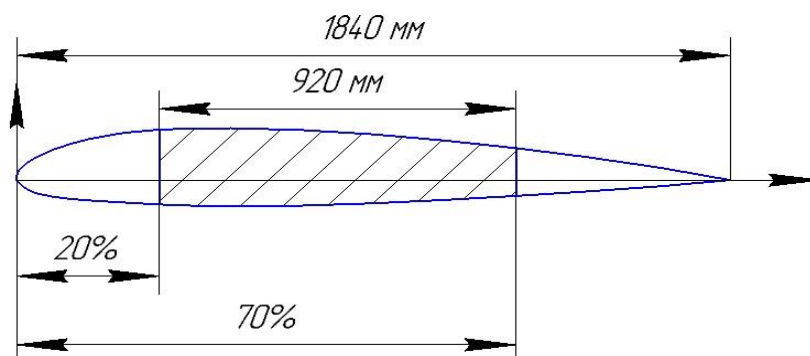


Рисунок 1.2 – Схема розміщення лонжеронів у крилі літака типу АН-148

Так як довжина нервюри становить 920 (мм), то хорда в розрахунковому січенні крила становитиме $b_{роз} = 1840$ (мм). Знаючи $b_{роз}$ знаходимо довжину «відсіченої» частини крила $L_{відс} = 2,4$ (м). Злітну масу літака $m_0 = 37780$ (кг).

Вагу конструкції «відсіченої» частини крила $m_{кр}$ знайдено як

$$m_{кр} = \overline{m}_{кр} \cdot m_0 = 0,396 \cdot 37780 = 14960 \text{ (кг)},$$

де $\overline{m}_{кр} = 0,396$ – відносна маса крила літака [3, с. 831].

Так як в розрахунковому січенні немає нічого крім паливної системи, то m_i враховуватиме тільки паливну систему. Для того щоб знайти масу паливної системи скористаємося наступною формулою

$$m_{нал.сист.} = \overline{m}_{нал.сист.} \cdot m_{кр} = 0,1 \cdot 14960 = 1496 \text{ (кг)},$$

де $\overline{m}_{нал.сист.} \approx 0,1$ – відносна маса паливної системи в «відсіченій» частині крила.

Знаючи всі розрахункові данні знайдемо Q як

$$Q_{\Sigma} = n^3 \cdot f \cdot \left(\frac{S_{відс}}{S} \cdot (m_0 - m_{кр}) \cdot g - \sum m_{нал.сист.} \cdot g \right); \text{ тоді}$$

$$Q_{\Sigma} = 2,5 \cdot 1,5 \cdot \left(\frac{2,78}{36,7} \cdot (37780 - 14960) \cdot 9,81 - 1496 \cdot 9,81 \right) = 8557 \text{ (Н)}.$$

Для розрахунку M треба знайти $z_{відс}$ за формулою

$$z_{відс} = \frac{L_{відс}}{3} \cdot \frac{b_{роз} + 2b_{екв}}{b_{роз} + b_{екв}} = \frac{2,4}{3} \cdot \frac{1,84 + 2 \cdot 1,25}{1,84 + 1,25} = 1,124 \text{ (м)}.$$

$$M_{\Sigma} = n^3 \cdot f \cdot \left(\frac{S_{відс}}{S} \cdot (m_0 - m_{кр}) \cdot g \cdot z_{відс} - \sum m_{нал.сист.} \cdot g \cdot z_n \right); \text{ тоді}$$

$$M_{\Sigma} = 2,5 \cdot 1,5 \cdot \left(\frac{2,78}{36,7} \cdot (37780 - 14960) \cdot 9,81 \cdot 1,124 - 1496 \cdot 9,81 \cdot 0,56 \right) = 40660 \text{ (Н)}.$$

Знаючи яка сила діє на крило в розрахунковому січенні необхідно знайти поперечну силу Q і момент M який діє на лонжерон крила по його довжині. Припустимо що в крилі літака повздовжні силові елементи лонжерон і стінка. Схема розрахунку лонжерона показана на рисунку 1.3:

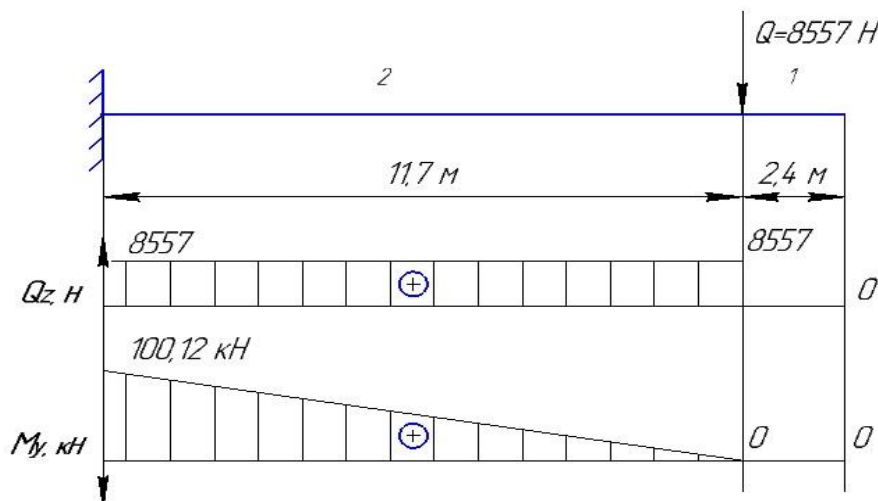


Рисунок 1.3 – Епюри дії поперечної сили і моменту на лонжерон крила

$$Q_z^1 = 0; \quad Q_z^2 = Q_1 = 8557 \text{ (Н)};$$

$$M_y^1 = 0; \quad M_y^2 = Q_1 \cdot x \Big|_{x=0} = 0 \Big|_{x=l} = 8447 \cdot 11,5 = 100,12 \text{ кН}.$$

Нервюри сприймають опорні реакції R , передають їх на контур профілю у вигляді потоку дотичних сил q (рисунок 1.4) [4, с 36].

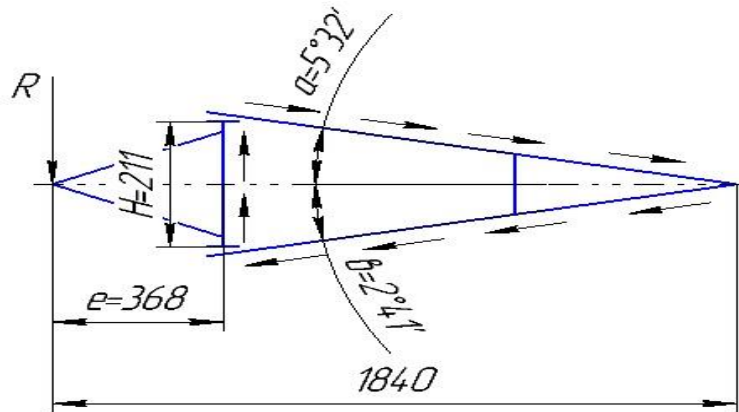


Рисунок 1.4 – Розрахункова схема нервюри

З умов рівноваги знайдено потік дотичних сил:

$$q = \frac{R \cdot e}{b^2 (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta)} = \frac{8557 \cdot 0,368}{1,472^2 \cdot (\operatorname{tg} 5,32 + \operatorname{tg} 2,41)} = 10630 \text{ (Н/м)};$$

$R = 8557 \text{ (Н)}$ – опорна реакція ;

Розрахункове значення згинального моменту нервюри :

$$M_H^P = R \cdot e = 8557 \cdot 0,368 = 3149 \text{ (Н} \cdot \text{м)};$$

Розрахункове значення перерізуючої сили знайдено по залежності:

$$Q = \frac{R \cdot e}{b} = \frac{M_H^P}{b} = \frac{3149}{1,472} = 2139 \text{ Н};$$

Основне зусилля в поясах лонжерона:

$$N = \frac{M_H^P}{k \cdot H} = \frac{3149}{0,95 \cdot 0,211} = 1,571 \cdot 10^4 \text{ Н};$$

$k = 0,95$ – коефіцієнт використання будівельної висоти;

Площа поперечного січення поясу в розтягнутій зоні:

$$F_{II} = \frac{N}{k_1 \cdot \sigma_B} = \frac{1,571 \cdot 10^4}{0,9 \cdot 435 \cdot 10^6} = 0,00004 \text{ м}^2;$$

σ_B – межа міцності матеріалу Д16Т ($\sigma_B = 435 \text{ МПа}$);

k_1 - коефіцієнт враховуючий послаблення поясу з отворами для заклепок, при зварюванні, прийнято з умов забезпечення заданого ресурсу рівним 0,9.

За сортаментом підбрано по площі в бік збільшення профіль Д16-Т-Пр113-1, у якого $F_{II} = 40,5 \text{ мм}^2$, $H=15$, $B=25 \text{ мм}$; $S = 1 \text{ мм}$ [1]. Профіль показано на рисунку 1.5

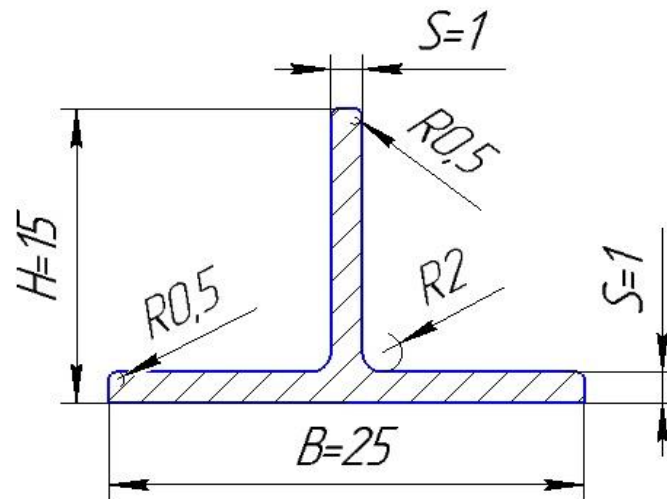


Рисунок 1.5 – Профіль Д16-Т-Пр113-1

Площадь поперечного сечения в стиснутой зоне:

$$F_{\Pi} = \frac{N}{\sigma_{\text{разр}}} = \frac{1,571 \cdot 10^4}{295 \cdot 10^6} = 0,000053 \text{ м}^2;$$

Для данного расчета принято $\sigma_{\text{разр}}$ за графіком 4.2 [4].

Принято $b/\delta = 10$. Тоді для матеріалу Д16Т $\sigma_{\text{разр}} = 295$ МПа. Приймаємо за площею в бік збільшення профіль Д16-Т-Пр113-2, у котрого $H = 20$, $B = 30$ мм; $S = 1,5$ мм; $F = 74$ мм² [1, с. 69]. Профіль показано на рисунку 1.6.

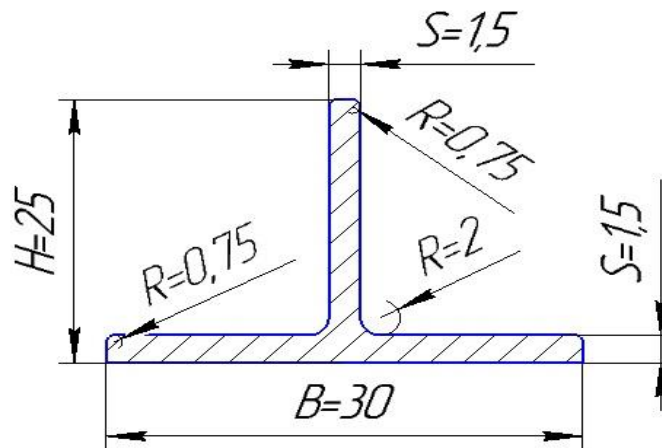


Рисунок 1.6 – Профіль Д16-Т-Пр113-2

Товщину стінки підбрано за графіком на рисунку 4.[4, с.27].

$$h_{\text{ст}} = H - (\delta_{\text{раст}} + \delta_{\text{сж}}) = 211 - (1,5+1) = 208,5 \text{ мм.}$$

Для визначення $\tau_{\text{разр}}$ за вказаним графіком знаходиться $\frac{Q_n^p}{h_{\text{ст}}^2}$

$$\frac{Q_n^p}{h_{\text{ст}}^2} = \frac{2139}{0,2085^2} = 0,5 \text{ МПа, тоді для відношення } \frac{1}{h_{\text{ст}}} = 1, \tau_{\text{разр}} = 50 \text{ МПа.}$$

Товщина стінки:

$$\delta_{cm} = \frac{Q_n^p}{\tau_{разр} \cdot h_{cm}} = \frac{2139}{50 \cdot 10^6 \cdot 0,2085} = 0,205 \text{ мм.}$$

Згідно з сортаментом [5, с.3] вибрано $\delta_{cm} = 0,8$ мм, так як в силових елементах менші товщини не використовують.

Площу поперечного січення стійки знайдемо за формулою:

$$F_{стійки} = 0,5 \cdot \delta_{cm} \cdot L = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 208,5 = 83,4 \text{ мм}^2;$$

За сортаментом [1, с. 68] підібрано профіль Д16-Т-Пр102-8, у якого $H=30$ мм, $B=20$ мм, $S=1,5$ мм, $F=87,6 \text{ мм}^2$. Профіль показано на рисунку 1.7

Зробимо модифікацію стійки, та підбираємо профіль з такою ж площею поперечного перерізу але зі сплаву 01420:

01420-Пр102-8, у якого $H=30$ мм, $B=20$ мм, $S=1,5$ мм, $F=87,6 \text{ мм}^2$.

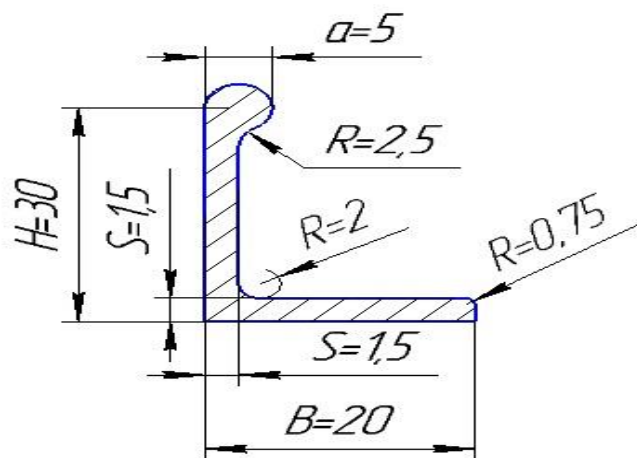


Рисунок 1.7 – Профіль Д16-Т-Пр102-8

Визначимо вагу всіх стійок в нервюрі з матеріалу Д16Т:

$$F = 87,6 \text{ мм}^2 = 0,0000876 \text{ м}^2 - \text{площа поперечного перерізу профіля};$$

Згідно з кресленням нервюрі, яке приведене в додатку №1 визначаємо загальну довжину всіх стійок нервюрі:

$$L_{сум} = 0,160 + 0,146 + 0,170 + 0,175 + 0,183 + 0,194 + 0,180 + 0,1625 + 0,182 = 1,555 \text{ м};$$

Знаючи об'ємну щільність матеріалу Д16Т, $\rho = 2780 \text{ кг/м}^3$ за таблицею [1, с. 30], сплаву 01420, $\rho = 2470 \text{ кг/м}^3$ [6, с. 196], та площу і загальну довжину, знаходимо загальну масу всіх стійок в нервюрі:

$$m_{сум}^{D16T} = L_{сум} \cdot F \cdot \rho = 1,555 \cdot 0,0000876 \cdot 2780 = 0,379 \text{ кг} - \text{маса стійок з матеріалу Д16Т};$$

$$m_{сум}^{01420} = L_{сум} \cdot F \cdot \rho = 1,555 \cdot 0,0000876 \cdot 2470 = 0,336 \text{ кг} - \text{маса стійок з матеріалу 01420};$$

$$\Delta = \frac{m_{сум}^{D16T} - m_{сум}^{01420}}{m_{сум}^{D16T}} \cdot 100\% = \frac{0,379 - 0,336}{0,379} \cdot 100\% = 11,4 \%$$

Отже застосувавши модифікацію з заміною матеріалу стійок з Д16Т на сплав 01420 можна облегшити конструкцію на 11,4 % при тому, що міцнісні

характеристики залишаються не змінні. Зниження ваги дає відчутний прибуток в експлуатації.

1.3 Технічний опис і конструктивно-технологічний аналіз нервюри

Нервюра №18 є елементом крила, яка виконує функцію передачі аеродинамічного навантаження з панелі на стінки лонжерона і обшивку, збереження заданої форми профілю крила літака. Конструкція нервюри являє собою складально-клепану конструкцію яка складається з верхнього і нижнього поясу, стінки, стійок, книць, компенсаторів. Пояса і стійки виготовляються із стандартних профілів, стінка виготовляється з листового матеріалу. Конструкція нервюри приведена в додатку. Під час розрахунку нервюри було зроблено заміну матеріалу стійки, що дало змогу знизити вагу конструкції не знижуючи фізичні характеристики. В конструкції нервюри використані алюмінієві сплави Д16Т, Д16АМ і 01420, так як алюмінієві сплави мають високі механічні характеристики, що дозволяє використовувати при обробці штамповку, ковку, різання, прокатку.

Для з'єднання всіх елементів нервюри використовують стандартні кріпильні елементи – заклепки і бовтові з'єднання . Пояса нервюр виконані з стандартних профілів Пр113-2 таврового січення. Стійки виконані із стандартного профілю ПР 102-8. Стінка нервюри виконана із стандартного листа матеріалу товщиною 0,8мм. Кріплення нервюри з обшивкою здійснюється за допомогою компенсаторів та книць. Кріпиться заклепками 4-12-АН.Окс-ОСТ134052-85 і бовтами 5-24-Ц-ОСТ131043-79.

1.4 Технічні умови на виготовлення нервюри

Виготовлення агрегату повинно відповідати вимогам технічних умов і креслень по розмірам і маркам матеріалів, нормам, механічній і термічній обробці, покриттю.

Сформулюємо ТУ :

1 Незазначені граничні відхилення розмірів, форми і розміщення поверхонь по ОСТ1 00022-80.

2 Верхній і нижній контури стінки і поясів еквідистантні теоретичному контуру.

3 Деталі БЧ виготовляти і контролювати по шаблонам.

4 Маркувати і клеймувати складання по ОПИ 63, деталі БЧ на вільному від кріплення місті.

5 Установка бовтів поз. 5 по РТМ 1.4.1941-89. Бовтів поз. 1,2,3,4 на герметику УЗ0МЭС-5М по РТМ 1.4.1941-89.

6 Оброблення отворів під бовти поз. 1,2,3-Н9 Rz = 1,6, поз.4,5-Н7 Ra = 1,6 по РТМ 1.4.19.35-89.

- 7 Затягування бовтів поз.1,2,3,4,5 $M_{кр}=(5,6\pm 0,56)N\cdot m$
[(0,57 \pm 0,057)кгс·м]
- 8 Клепка пресова і автоматична не менше 70%.
- 9 Клепати по ТИЗ6-21-86.
- 10 Металізація по ОСТ101025-82 за допомогою заклепок, підготовка і захист від корозії місць металізації по ТИЗ6-8-91.
- 11 Покриття головок заклепок після клепаання Гр.ЭП-0215,520 ОСТ190055-85.
- 12 Покриття гайок, шайб, головок і виступаючих різьбових частин бовтів Гр.ЭП-0215,520 ОСТ190055-85.
- 13 Покриття деталей БЧ: Ан.Окс.нхр/грунт ЭП-0215 ОСТ190055-85.
- 14 Робоче середовище - паливо.
- 15 Шорсткість оброблювальних поверхонь деталей БЧ $R_z = 3,2$.
- 16 Деталі з Д16АМ калити, група контролю 5ОСТ100021-78.
- 17 Гострі кромки скруглити радіусом 0,5 мм.
- 18 Підсічки виконати в свіжезакаленому стані після перезакалки заготовки, група контролю 5ОСТ100021-78 для дет. поз.50,51.
- 19 Установа гайок на грунт ЭП-0215 по РТМ 1.4.1941-89.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розробка директивних технологічних матеріалів на складання нервюри

2.1.1 Оцінка технологічності конструкції нервюри літака

Технологічність конструкції – сукупність властивостей конструкції виробу, які проявляються в можливості оптимізації витрат праці, матеріалів і часу при ТПП, виготовленні, експлуатації і ремонту виробів при забезпеченні встановлених значень показників технологічності і прийнятих умов виготовлення, експлуатації і ремонту. Ці властивості закладаються в конструкцію при проектуванні літака, вертольота і дозволяють досягнути меншої трудомісткості, собівартості, спростити процеси збірки, монтажу, випробувань при заданій якості об'єкта виробництва. Розрізняють виробничу і експлуатаційну технологічність. Виробнича технологічність проявляється в економії витрат засобів і часу на конструкторську і технологічну підготовку виробництва а також на виготовлення виробів. Експлуатаційна технологічність конструкції виробу полягає в скороченні витрат при технічному обслуговуванні і ремонті виробу і при підготовки авіатехніки до польоту.

Оцінка технологічності буває двох видів: якісною і кількісною. Кількісна оцінка здійснюється за допомогою системи, що включає наступні показники:

- базові показники технологічності, які є граничними нормативами технологічності, обов'язковими для виконання при розробці виробу; їх вказують в технічному завданні на розробку виробу або в галузевих стандартах.
- показники технологічності, яких досягнули при розробці виробу;
- показники рівня технологічності конструкції розробляемого виробу;

До основних показників технологічності конструкції відносять трудомісткість і собівартість виготовлення виробу, матеріалоемність і енергоємність виробу. Для кількісної оцінки потрібні статистичні данні, тому кількісну оцінку технологічності не проводимо.

При оцінці технологічності конструкції за допомогою якісних показників аналізують всі стадії технологічного процесу, оцінюють технологічність деталей конструкції с точки зору застосовності виробничих і економічних методів отримання заготовок. Ці методи повинні забезпечити високий коефіцієнт використання металу, високу продуктивність при невеликих витратах на технологічне оснащення. Проведемо якісну оцінку технологічності нервюри №18:

- 1 Простота форм поверхні збірної одиниці. Нервюра №18 не потребує складного технологічного оснащення. Для збірки нервюри потрібне пристосування, фіксатори, притискачі.

- 2 Рациональне розчленування конструкції летального апарату. Нервюра №18 розчленовано на декілька складових частин: стінка, пояс верхній, пояс нижній, стійки.
- 3 Уніфікація елементів конструкції. Складові нервюри №18 виконані зі стандартних листів і профілів. В даній нервюрі застосовані з'єднання які повністю відповідають умовам механізації.
- 4 Застосування технологічних матеріалів.
- 5 Відсутність через мірно високих вимог до міцності
- 6 Зручність підходів до місць з'єднань. Конструкція нервюри №18 забезпечує двосторонній підхід до з'єднань.

Аналізувавши вимоги до технологічності нервюри №18 робимо висновки, що нервюра є технологічною конструкцією.

2.1.2 Аналіз можливих варіантів методів складання, схем складання і схем ув'язки оснащення.

Ціллю процесу складання є отримання нових властивостей об'єкта при об'єднанні його компонентів для їх сумісного функціонування. Найбільше поширення в сучасному авіабудуванні отримали такі методи складання:

1. По складальним отворам і базовим отворам (СО, БО);
2. По розмітці на базовій деталі;
3. За привалочними поверхнями;
4. В пристосуванні с базуванням деталей і вузлів на контури;
5. В пристосуванні с базуванням деталей або вузлів по спеціальним отворам (КФО, БФО).

Перший, другий і третій метод характеризується невеликими витратами на оснащення, невеликим циклом підготовки до виробництва і простотою технологічного процесу. Ці методи мають невисоку точність і використовуються при дрібносерійному виробництві.

Методи 4 і 5 характеризуються тим що, в цих методах положення деталей і вузлів визначається базами складального пристосування. В цьому випадку розміри пристосування переносяться на складальний об'єкт. Крім того пристосування надає форму нежорстким деталям і вузлам, а також задає певне положення інструменту відносно складального пристосування.

Для нервюри №18 використовуємо схему складання в пристосуванні с базуванням деталей і вузлів на контури деталей. Цей метод дозволяє отримати високу точність виконання контурів об'єкта при меншій точності виготовлення деталей.

При виготовленні нервюри №18 можливо застосування таких схем ув'язки оснащення:

- 1 Плазово-шаблонний метод (ПШМ);
- 2 Еталонно-шаблонний метод (ЕШМ);
- 3 Плазово-інструментальний метод (КШМ);
- 4 Програмно-інструментальний метод (ПРІМ);
- 5 Програмно-шаблонний метод (ПРШМ).

(ПШМ – це метод де в якості еталону геометричних параметрів використовують теоретичний плаз агрегату. Ув'язані на теоретичному плазі контури окремих перерізів агрегату переносять на технологічне оснащення за допомогою шаблонів. Геометричні розміри деталей і плоских вузлів забезпечується також шаблонами. До недоліків цього методу можна віднести підвищення циклу підготовки виробництва.

ЕШМ – базується на використанні контрольньо-вимірювального оснащення: плазів, шаблонів, монтажних еталонів агрегатів, калібрів, контркалібрів, мастер- плит, еталонів поверхні агрегатів. В якості вихідного еталону для ув'язки заготівельного і складального оснащення використовують еталон поверхні агрегату, який повністю відтворює агрегат по розмірам і формі. Цей метод характеризується високою точністю і великими витратами на виробництво.

ПШМ – метод забезпечує взаємозамінність агрегатів по стиках, обводах і монтажах. Для ПШМ характерно використання засобів просторової координації – плаз-кондуктора і інструментального стенда, які забезпечують точну фіксацію координати точки у просторі. Цей метод простіший, ніж є талонно-шаблонний, забезпечує більш коротші терміни підготовки виробництва при високі точності виготовлення складального оснащення.

ПРІМ і ПРШМ відрізняються від інших методів тим, що вони використовують ЕВМ і ВЧПК. ЕВМ потрібна для обробки і завдання інформації про геометрію об'єкту. ВЧПУ потрібно для виготовлення оснащення і деталей. Ці методи забезпечують високу точність, зменшують час на підготовку до виробництва, зменшують трудомісткість, але ці методи дуже дорогі.

Для виготовлення нервюри №18 використовуємо ПРІМ, а для порівняння використовуємо ПШМ.

2.1.3 Розрахунок допуску на нервюру для двох варіантів схеми і ув'язки

Для розрахунку допуску на нервюру вибираємо (ПРІМ) і (ПШМ). Схеми ув'язки при (ПРІМ) і (ПШМ) показані на рисунках 2.1 та 2.2.

Розрахуємо допуск на нервюру для збірки і ув'язки при програмно-інструментальному методі (ПРІМ).

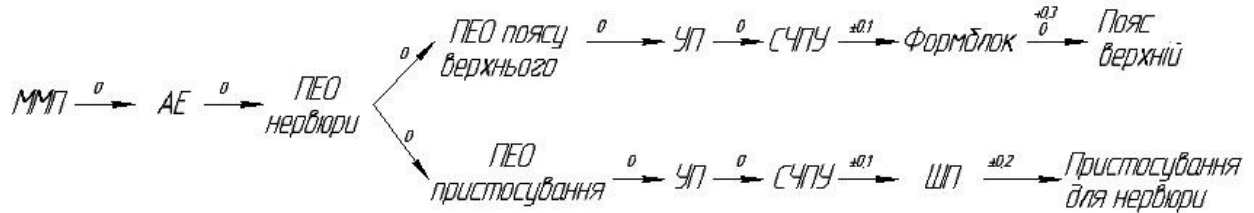


Рисунок 2.1 – Схема ув'язки ПРІМ для розрахунку допуску на нервюру

Допуск на складання нервюри складає (± 2 мм). Похибка ув'язки пристосування нервюри і крила визначається відхиленнями на незв'язаних етапах. Згідно з цим похибку ув'язки оснащення для нервюри знаходимо за формулою [7]:

$$C_{\text{пр.нервюра-крило}} = \pm \sqrt{0,1^2 \cdot 2 + 0,2^2 + 0,15^2} = \pm 0,387 \text{ (мм.)};$$

Знайдемо допуск на нервюру:

$$\delta_{\text{нервюра}} = \pm (2 - 0,387) = \pm 1,713 \text{ (мм.)}.$$

Розрахуємо допуск на нервюру для складання і ув'язки при ПІМ.

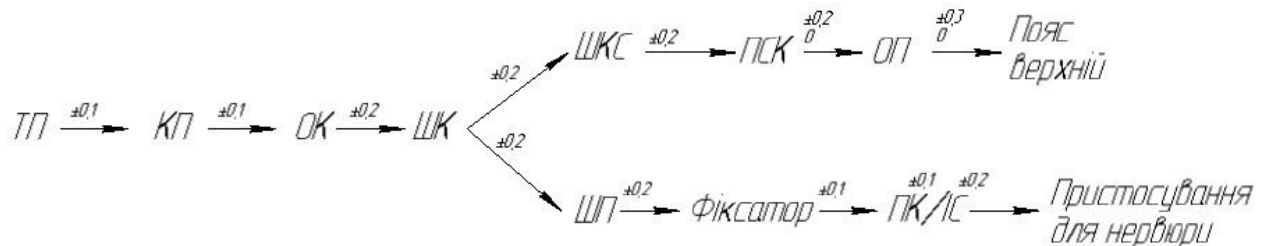


Рисунок 2.2 – Схема ув'язки ПІМ для розрахунку допуску на нервюру

Використавши формули [7, с 116] знайдемо похибку:

$$C_{\text{пр.нервюра-крило}} = \pm \sqrt{0,1^2 \cdot 2 + 0,2^2 \cdot 6 + 0,15^2} = \pm 0,532 \text{ (мм.)};$$

Знайдемо допуск на нервюру:

$$\delta_{\text{нервюра}} = \pm (2 - 0,532) = \pm 1,468 \text{ (мм.)}.$$

2.1.4 Розрахунок точності складання нервюри №18 по обводам

Похибка складання нервюри в пристосуванні визначається наступними складовими:

1. Похибка носія розміру, тобто пристосування $\delta_{\text{пр}}$;
2. Похибка базування встановленої деталі $\delta_{\text{баз}}$;
3. Похибка від зміщення, яка викликана утворенням з'єднань, прогинами пристосування в процесі збірки $\delta_{\text{інш}}$.

Похибку збірки визначимо за формулою [8, с 181]:

$$\delta_{\text{сб}} = \delta_{\text{пр}} + \delta_{\text{баз}} + \delta_{\text{інш}},$$

В нашому випадку $\delta_{\text{інш}}$ приблизно 40% всієї похибки, тобто $\delta_{\text{інш}} = 0,4 \cdot \delta_{\text{сб}}$.

Похибку базування знайдемо за формулою [8, с 181]:

$$\delta_{\text{баз}} = k_{\text{прит}} \cdot C_{\text{конт (пр-дет)}};$$

Похибку пристосування знаходимо за формулою [8, с. 175]:

$$\delta_{\text{пр}} = \sum \Delta_i \pm \sqrt{\sum \delta_i^2};$$

де δ_i – поля розсіювання похибок розмірних ланцюгів;

Δ_i – координати середин полів розсіювання розмірних ланцюгів

Допуск на складання в пристосуванні з компенсацією визначають за формулою

$$\delta_{\text{сб}} = \delta_{\text{пр}} + k_{\text{прит}} \cdot C_{\text{конт (пр-дет)}} + \delta_{\text{інш}};$$

Проводимо розрахунок для складання нервюри в пристосуванні, з ув'язкою оснащення по ПІМ. Схема ув'язки приведена на рисунку 2.3

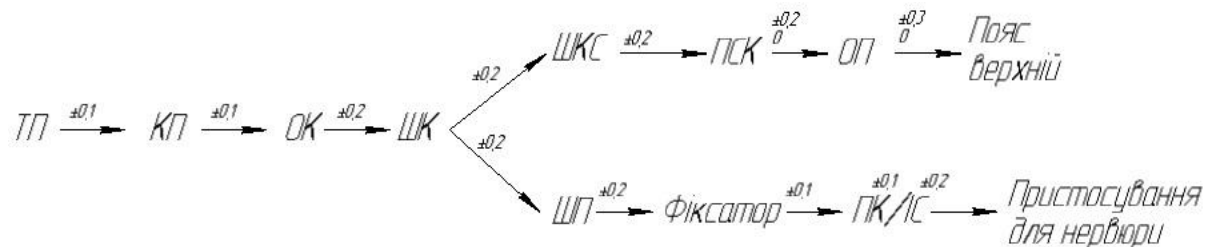


Рисунок 2.3 – Схема ув'язки ПІМ для розрахунку похибки

Використавши формулу, знайдемо похибку базування:

$$\delta_{\text{баз}} = k_{\text{прит}} \cdot C_{\text{конт (пр-дет)}} = \pm (0,85 \cdot \sqrt{0,1^2 \cdot 3 + 0,2^2 \cdot 5 + 0,15^2}) = \pm 0,427 \text{ (мм)};$$

Визначимо похибку складання в пристосуванні:

$$\delta_{\text{пр}} = \sqrt{0,1^2 \cdot 4 + 0,2^2 \cdot 4} = \pm 0,447 \text{ (мм)};$$

Визначаємо похибку складання:

$$\delta_{\text{сб}} = \pm (0,447 + 0,427 + 0,4\delta_{\text{сб}}) = \pm 1,457 \text{ (мм)};$$

Допуск на нервюру $\delta_{\text{нерв}} > \delta_{\text{сб}}$, ($\pm 1,5 > \pm 1,457$), отже складання в пристосуванні з ув'язкою оснащення по КІМ може бути прийнята.

Проведемо аналогічний розрахунок для збірки нервюри в пристосуванні але з ув'язкою оснащення по ПРІМ. Схема ув'язки приведена на рисунку 2.4

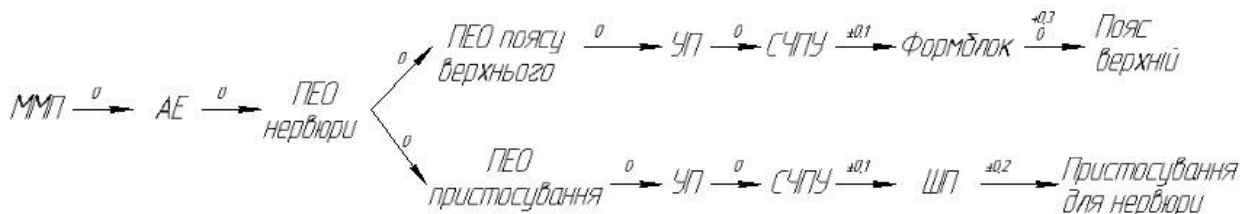


Рисунок 2.4 – Схема ув'язки ПРІМ для розрахунку похибки

Визначимо похибку пристосування:

$$\delta_{\text{пр}} = \sqrt{0,1^2 + 0,2^2} = \pm 0,224 \text{ (мм)};$$

Використавши формулу знайдемо похибку базування:

$$\delta_{\text{баз}} = k_{\text{прит}} \cdot C_{\text{конт (пр-дет)}} = \pm (0,85 \cdot \sqrt{0,1^2 \cdot 2 + 0,2^2 + 0,15^2}) = \pm 0,244 \text{ (мм)};$$

Визначаємо похибку складання:

$$\delta_{\text{сб}} = \pm (0,224 + 0,244 + 0,4\delta_{\text{сб}}) = \pm 0,746 \text{ (мм)};$$

Допуск на нервюру $\delta_{\text{нерв}} > \delta_{\text{сб}}$, ($\pm 1,713 > \pm 0,746$), отже складання в пристосуванні з ув'язкою оснащення по ПРІМ може бути використана.

2.1.5 Вибір оптимальної схеми складання і ув'язки заготівельного і складального оснащення

Після проведення розрахунків двох варіантів складання і ув'язки можна зробити висновок, що при розрахунку похибки при ПІМ і ПРІМ допуск на складання деталі не вийшов за межі отриманого допуску на вузол. Для складання можна використовувати обидва методи, але далі приймаємо лише ПРІМ, так як при цьому методі складання та ув'язки технологічний процес максимально буде автоматизований і механізований. Вибираємо послідовну схему складання і ув'язки на основі метода ПРІМ. Схема складання і ув'язки нервюри №18 приведена в додатку.

2.1.6 Розробка схеми базування складових нервюри №18

Схема базування – це сукупність технологічних баз необхідних і достатніх для встановлення деталей і складальних одиниць, тобто надати їм однозначного положення в складі виробу. В літакобудуванні вузли і агрегати при складанні без пристосування базують по складальним отворах (СО), в пристосуванні: по поверхні деталей каркаса і обшивки, по координатно-фіксуючим отворах (КФО), по отворах під стикові бовти (ОСБ).

Складення по СО – використовуючи цей метод взаємне розташування збірних складальних одиниць визначається положенням узгоджених СО на деталях що входять в складання. При цьому забезпечується однозначне незмінне положення складальних деталей. Для отримання заданої точності виконують ув'язку СО на шаблонах, кондукторах для їх свердлення. Використавши в якості установочних баз СО дозволяє отримати вироби з невеликою собівартістю

Складення с базуванням по КФО – при використанні цього методу деталі поперечного набору каркаса базують в складальних пристосуваннях КФО, фіксують в цьому положенні, а потім з'єднують з деталями продольного набору і обшивками. Деталі поперечного набору поступають на збірку з просвердленими координатними отворами, відповідні отвори в фіксаторах складального пристосування с великою точністю координують при його монтажу. Точність отриманих обводів залежить від точності розташування

КФО, точності ув'язки контурів каркасу і геометрії обшивок, точності обшивок по товщині і точності виготовлення деталей каркаса.

Складання с базуванням по ОСБ – в цих випадках класні отвори під стикові бовти на деталях і складальному пристосуванні, агрегатах і обладнанні літака при складанні поєднують з відповідними отворами складального пристосування, які з великою точністю визначають взаємне положення центрів ОСБ на складальній одиниці. Більшість відповідних стикових вузлів роз'ємних з'єднань літака базують по ОСБ, чим забезпечується висока точність і необхідний рівень взаємозамінності при складанні і монтажу.

Складання з базуванням по поверхні каркасу – в цьому випадку панелі або обшивальний набір агрегату встановлюється на базову поверхню каркасу і притискають до неї на період виконання з'єднання. Точність обводів каркасу залежить від точності обводів при збірці «від каркасу» залежить від точності зібраного каркасу, жорсткості окремих елементів складальної одиниці і виду з'єднання.

Складання з базуванням по поверхні обшивки – при цьому способі складання обшивку або панель притискають зовнішнім обводом к опорним поверхням складального пристосування на час з'єднання її з каркасом. В цьому випадку точність складання залежить від похибки складального пристосування. Цей спосіб забезпечує високу якість виробу і зниження трудомісткості складальних робіт в порівнянні зі складанням «від каркасу».

Базування нервюри № 18 проводиться наступним чином:

- 1 Стінка – по КФО (рисунок 2.5);
- 2 Верхній і нижній пояси – по контурам (рисунок 2.5);
- 3 Стійки – по СО (рисунок 2.6);
- 4 Компенсатори і книці – по СО .

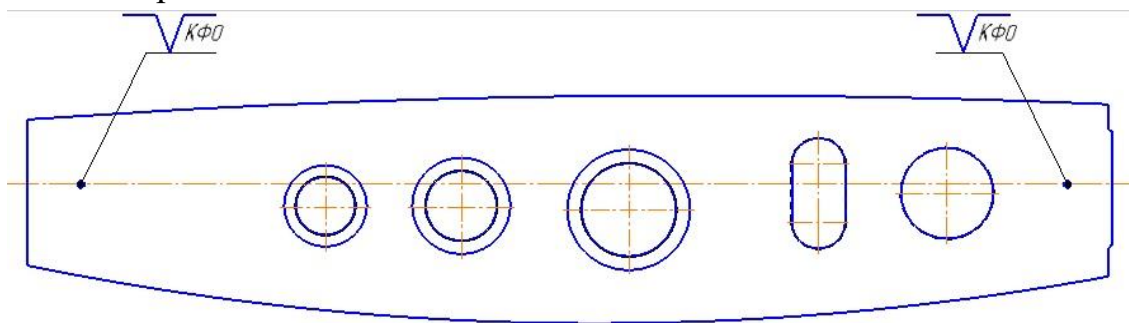


Рисунок 2.5– Базування стінки по КФО

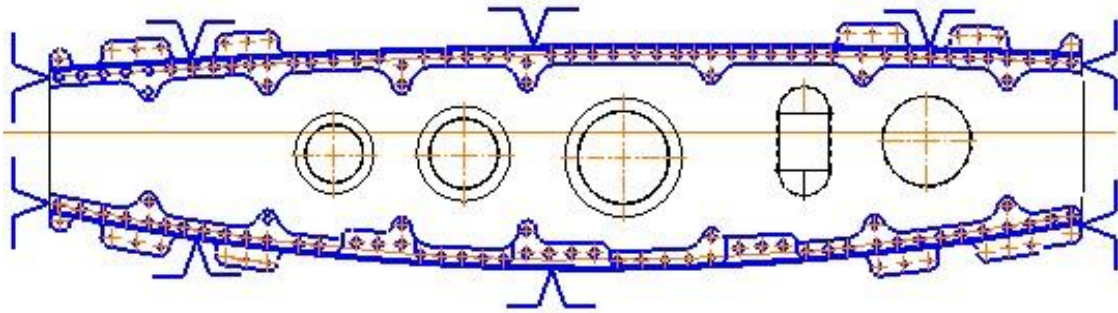


Рисунок 2.6 – Базування верхнього і нижнього поясів по контурам

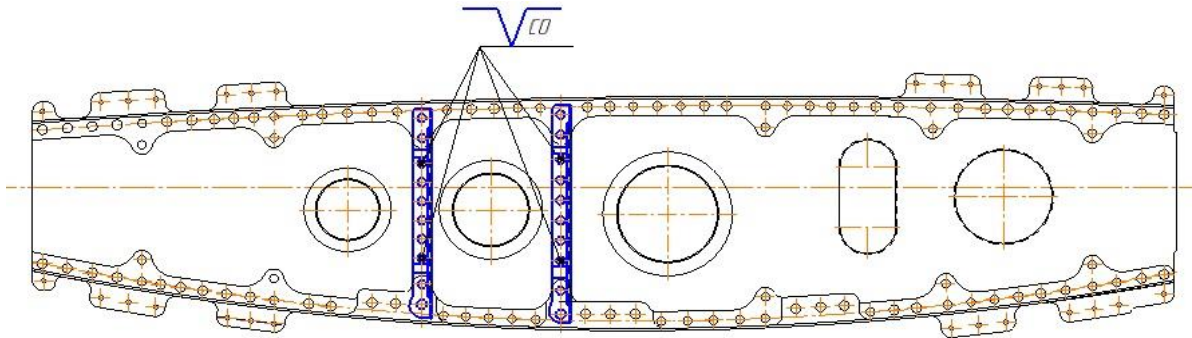


Рисунок 2.7 – Базування стійок по СО

2.1.7 Проектування укрупненого процесу складання нервюри

Технологічний процес складання – сукупність дій, пов'язаних зі з'єднанням в певній технічно і економічно доцільною послідовності деталей в вузли і агрегати, а останніх – в готові вироби, повністю відповідних умовам креслення і ТУ. Процес складання нервюри приведено в таблиці 2.1.

Таблиця №2.1 - Процес складання нервюри №18

№ операції	Опис операції	Обладнання і інструмент
005	Перевірка деталей і нормалей на відсутність механічних пошкоджень. Перевірити цільність і наявність покриття згідно кресленню. Перевірити наявність клейма прийомки БТК.	Візуально
010	Підготовка робочого місця для складання нервюри №18	Пристосування для складання
015	Встановити в пристосування стінку нервюри по КФО, зафіксувати фіксаторами КФО	Фіксатор КФО
020	Встановити на стінку верхній пояс по СО	Т/гвинти $\varnothing 2,5\text{мм}$ –3шт, Ключ 7812-0163 ОСТ152496-81; Викрутка 7810-0300 ГОСТ 17199-71
025	Встановити на стінку нижній пояс по СО	Т/гвинти $\varnothing 2,5\text{мм}$ –3шт; Ключ 7812-0163 ОСТ152496-81;

		Викрутка 7810-0300 ГОСТ 17199-71
030	Встановити на стінку з поясами стійки по СО, кріпити	Т/гвинти $\varnothing 2,5$ мм—4 шт; Ключ 7812-0163 ОСТ152496-81; Викрутка 7810-0300 ГОСТ 17199-71
035	Свердлення по НО в верхньому поясі 23 отв. $\varnothing 2,5$ мм в стінці нервюри, в нижньому поясі 18 отв. $\varnothing 2,5$ мм в стінці нервюри і в стійках 8 отв. $\varnothing 2,5$ мм в стінці нервюри.	Дриль СМ 21-9-2500, Свердло $\varnothing 2,5$ мм 2300-0653; Насадка 999.6239-7001
040	Розсвердлення 41 отв. в поясах зі стінкою з $\varnothing 2,5$ мм до $\varnothing 3,55$ Н12	Дриль СМ 21-9-2500 Свердло $\varnothing 3,55$ 61000/84-109; Насадка 999.6239-7001; Калібр-пробка УИ 607/1881
045	Встановити ФПЦ-10шт. в отв. $\varnothing 3,55$ Н12	ФПЦ 999.7820-7003 $\varnothing 3,5$; Ключ 999.7813-7003
050	Зняття 6 Т/в $\varnothing 2,5$ кріплення стінки з поясами, розсвердлення 6 отв. с $\varnothing 2,5$ до $\varnothing 3,55$ Н12.	Свердло $\varnothing 3,55$ 61000/84-109; Насадка 999.6239-7001; Калібр-пробка УИ 607/1881; Щуп №2 ТУ2-034.225-87; Ключ 7812-0163 ОСТ152496-81; Викрутка 7810-0300 ГОСТ 17199-71;
055	Розсвердлення в стійках зі стінкою 8 отв. з $\varnothing 2,5$ до $\varnothing 3,05$ Н12	Свердло $\varnothing 3,05$ 61000/84-108; Насадка 999.6239-7001; Пн. дриль СМ21-9-2500; Калібр-пробка УИ 607/1880; Щуп №2 ТУ2-034.225-87;
060	Встановлення 4 Т/в $\varnothing 3$ кріплення стійок, зняття 4 Т/в $\varnothing 2,5$	Ключ 7812-0164 ОСТ152496-81; Ключ 7812-0163 ОСТ152496-81; Викрутка 7810-0300 ГОСТ 17199-71;
065	Встановлення нервюри іншою стороною в пристосуванні.	Фіксатор КФО
070	Встановлення на стінку стійок по СО і кріпити Т/в $\varnothing 2,5$ -10шт	Ключ 7812-0163 ОСТ152496-81; Викрутка 7810-0300 ГОСТ 17199-71;
075	Свердлення по НО в стійках 12 отв. $\varnothing 2,5$ в стінці	Пн.дриль СМ21-9-2500;Свердло $\varnothing 2,5$ 2300-0653 ГОСТ 4010-77; Насадка 999.6239-7001;
080	Розсвердлення в стійках зі стінкою 12 отв. с $\varnothing 2,5$ до $\varnothing 3,05$ Н12	Пн. дриль СМ21-9-2500; Свердло $\varnothing 3,05$ 61000/84 -108 ГОСТ 4010-77; Насадка 999.6239-7001; Калібр-пробка УИ 607/1880;

		Щуп №2 ТУ2-034.225-87;
085	Встановлення 10 Т/в ø3 кріплення стійок зі стінкою, зняти 10 Т/в ø2,5	Ключ 7812-0164 ОСТ152496-81; Ключ 7812-0163 ОСТ152496-81; Викрутка 7810-0300 ГОСТ 17199-71;
090	Розсвердлення в стійках зі стінкою 10 отв з ø2,5 до ø3,05Н12.	Пн. дріль СМ21-9-2500; Свердло Ø3,05 61000/84 -108; Насадка 999.6239-7001; Калібр-пробка УИ 607/1880; Щуп №2 ТУ2-034.225-87.
095	Розмітка 26 ц.о. під заклепки кріплення стійок з верхнім і нижнім поясами	Лінійка 0-300 ГОСТ 427-75; Олівець 2М.
100	Свердлення в два переходи 26 отв. ø3,55Н12 в стійках, поясах і стінці	Пн. дріль СМ21-9-2500; Свердло Ø3,55 64000/84 -109; Насадка 999.6239-7001;Калібр-пробка УИ 607/1881;Щуп №2 ТУ2-034.225-87.
105	Розбір нервюри, зняти 10 ФПЦ ø3,5 кріплення стійок зі стінкою.	Ключ 999.7813-7003;Ключ 7812 -0164 ОСТ152496-81; Викрутка 7810-0300 ГОСТ 17199-71;
110	Очищення деталі від стружки, бруду. Зняття заусениць на виході зі свердла у 73 отв. ø3,55 і 34 отв. ø3,05	Зенковка УИ 611/186; УИ 611/187; Пн. дріль СМ21-9-2500;
115	Встановлення на стінку нервюри верхній і нижній пояса, стійки -7 шт., сумістити вскриті отвори під заклепки. Кріпити ФПЦ ø3,5-10шт. і Т/в ø3-14шт.	ФПЦ ø3,5 999.7820-7003; Ключ 999.7813-7003; Ключ 7812-0164 ОСТ152496-81; Викрутка 7810-0300 ГОСТ 17199-71.
120	Контроль БТК	

2.1.8 Складання ТУ на постачання деталей нервюрі №18

ТУ для постачання деталей нервюрі №18 приведено в таблиці 2.2.

Таблиця №2.2 – Технічні умови до постачання деталей нервюрі №18приведено

Номер деталі нервюрі №18	Кількість і найменування деталей	Наявність припуску	Наявність СО, КФО, НО.	Примітка
К104.ДПБ.143.02.01.001	Стінка - 1	Без припуску	БО: ø5Н9 – 2 отв; СО: ø2,5	Згідно кресленню
К104.ДПБ.143.02.01.002	Пояс верхній -1	Без припуску	СО: ø2,5- 3 отв. НО: ø2,5- 23 отв.	Згідно кресленню

K104.ДПБ.143.02.01.003	Пояс нижній - 1	Без припуску	СО: $\varnothing 2,5$ -3отв. НО: $\varnothing 2,5$ - 18 отв.	Згідно кресленню
K104.ДПБ.143.02.01.004 K104.ДПБ.143.02.01.005 K104.ДПБ.143.02.01.006 K104.ДПБ.143.02.01.007 K104.ДПБ.143.02.01.008	Стійка - 5	Без припуску	СО: $\varnothing 2,5$ -10отв. НО: $\varnothing 2,5$ - 12 отв.	Згідно кресленню
K104.ДПБ.143.02.01.009 K104.ДПБ.143.02.01.0010	Стійка - 2	Без припуску	СО: $\varnothing 2,5$ -4отв. НО: $\varnothing 2,5$ - 8 отв.	Згідно кресленню

2.1.9 Складання ТУ на проектування складального пристосування

1 Складальне пристосування призначене для складання нервюри №18 літака Ан-148;

2 Нервюра в пристосуванні займає горизонтальне положення і фіксується притисками.

3 Деталі нервюри №18: стінка, пояс верхній, пояс нижній, стійки.

4 Основні технологічні бази при збірці нервюри №18: стінка – КФО, верхній і нижній пояси – фіксатори обвіду, стійки – СО.

5 2 КФО $\varnothing 5Н9$.

6 Для виготовлення і монтажу даного пристосування використовуємо шаблон пристосування (ШП).

7 Закладання нервюри виконується від себе, виймання виконується на себе.

8 Засоби ведення складальних робіт: для свердлення – пневмодриль, для клепання – клепальний молоток. Засоби механізації в складальному пристосуванні відсутні.

2.1.10 Вибір схеми і компоновки складального пристосування

Основою для розробки ескізного проекту складального пристосування є схема розташування базових осей і базисних поверхонь, відносно яких буде проводитися складення виробу. В ескізному проектуванні визначають основну схему конструкції пристосування, а також засоби механізації закладання і виймання виробу. Конструктивна схема базування складального пристосування визначається габаритами, конструкцією і способами базування складального виробу. В цілях дотримання принципу єдності баз беремо за базові осі складального пристосування осі нервюри. Схема складального пристосування приведена на рисунку 2.8 і 2.9.

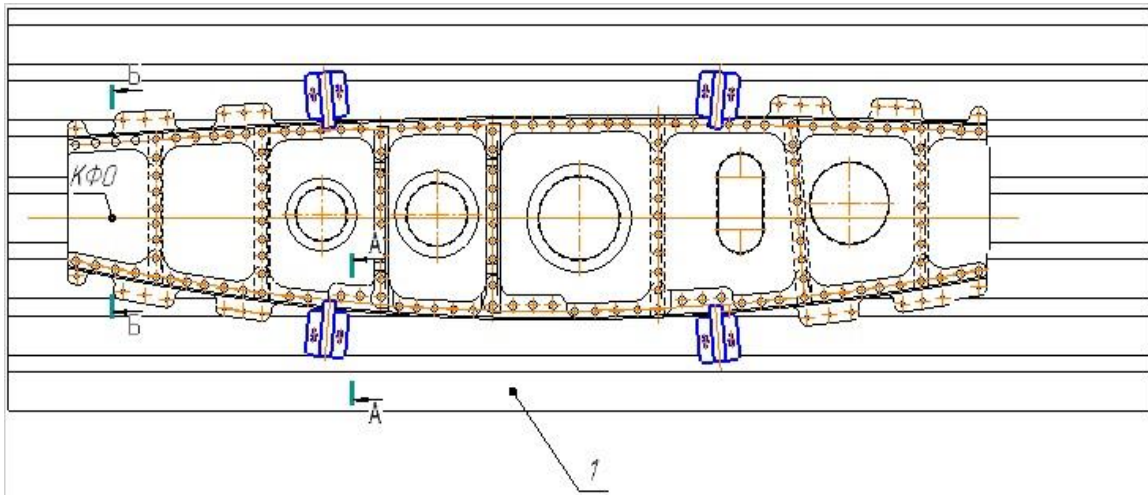


Рисунок 2.8 – Схема складального пристосування
А-А

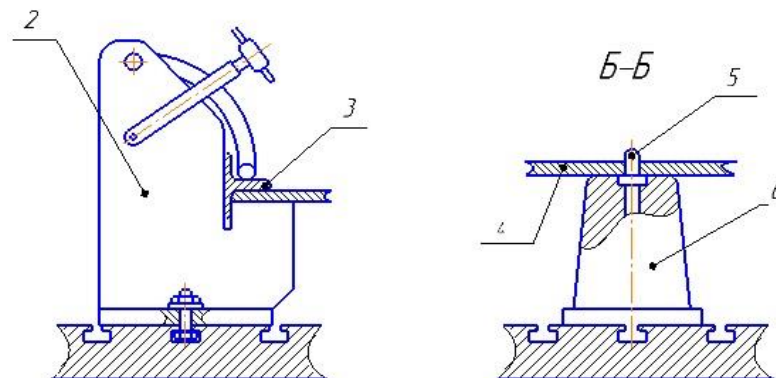


Рисунок 2.9 – Фіксатори: 1 – стіл пристосування; 2 – фіксатор; 3 – пояс нервюри; 4 – стінка нервюри; 5 – фіксатор КФО; 6 – опора.

2.2 Ескізне проектування пристрою для механічної обробки заготовки

2.2.1 Розрахунок зусилля різання та закріплення заготовки

Виконаємо розрахунок режимів різання для свердлення.

Порядок розрахунку режимів різання наступний:

1. На положенні загальних технологічних міркувань та емпіричним формулам розрахуємо максимально допустиму подачу S_{max} .
2. З'ясуємо період стійкості T ріжучого інструменту.
3. Розраховуємо по емпіричним формулам швидкість різання V .
4. З'ясовується обертальний момент різання M та осьове зусилля P_z .
5. Знаходиться ефективна потужність різання N .
6. Розраховується сила прижиму.
7. Розраховується сила затяжки.

Розрахунок режимів різання показан в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 Розрахунок режимів різання

Параметр	Розрахунок	Табличні значення	Результат
Ширина фрезерування	-	-	26 мм
Діаметр сверла	-	-	13,9 мм
Подача на оберт	Формула таблиця 2 [3] $S = 0,177d^{0,5} = 0,66 \text{ мм/об}$	-	0,66 мм/об
Швидкість різання	$V = \frac{C_v \cdot K_l \cdot K_m \cdot 0,8}{T^m \cdot S^y}$ Коефіцієнти - табл. 4, 6 [8]. $V = \frac{24,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 13,9^{0,4} \cdot 0,8}{50^{0,18} \cdot 0,66^{0,57}} = 42 \frac{\text{м.м}}{\text{хв}}$	T=50 хв y=0,57 m=0,18 Cv=24,2 Kl=1 Km=1,2 x=0,4	42 мм/хв

Продовження таблиці 2.3

Сила різання	Формула табл. 3 [3]. $P_z = 31,6 \cdot t \cdot S^{0,7}$, де t – товщина знятого шару $P = 31,6 \cdot 4 \cdot 0,66^{0,7} = 94,5 \text{ Н}$	-	94,5 Н
Обертальний момент	Формула табл. 3 [3]. $M = 4,5 \cdot d \cdot t^{0,75} \cdot S^{0,75}$ $M = 4,5 \cdot 13,9 \cdot 4^{0,75} \cdot 0,66^{0,75} = 130 \text{ Н} \cdot \text{мм}$	-	$130 \text{ Н} \cdot \text{мм} =$ $0,13 \text{ Н} \cdot \text{м}$
Потужність	$N = P_z \cdot V$ $N_4 = 94,5 \cdot 42 = 4 \text{ кВт}$	-	4 кВт
Сила прижиму	$Q = \frac{k \cdot L \cdot P}{l \cdot 2}$ $Q = 2 \cdot 2 \cdot 130 = 260 \text{ Н}$	L/l=2 (в запас)? k=2 (коефіцієнт запасу)	260 Н
Сила затяжки гайки на прихваті	$P_3 = \frac{P \cdot k \cdot d}{L}$ $P_3 = \frac{260 \cdot 0,8 \cdot 10}{200} = 10,4$	k=0,8 L=200 мм d=10 мм	10,4 < 150 Н (Зусилля для руки свердлувальника)

2.2.2 Проектування спеціального верстатного пристосування

У разі свердлення отворів за допомогою ручного механізованого інструменту необхідно враховувати можливий перекус осі отвору в деталі внаслідок зазору між отвором у кондукторній втулці та свердлом (рис. 2.10).

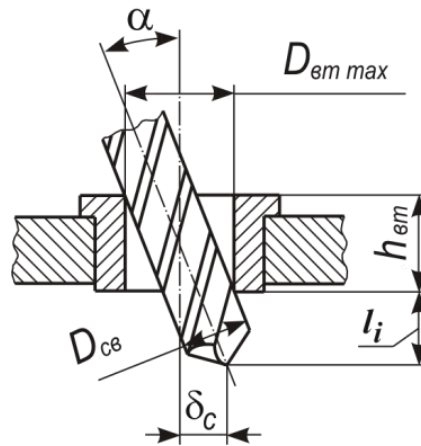


Рисунок 2.10 – Схема перекоосу свердла у кондукторній втулці

В цьому випадку величина відведення осі свердла

$$\delta_c = \frac{l_i}{h_{вм}} \left(z_{max} + k \frac{l_i + h_{вм}}{100} \right), \quad (2.1)$$

де l_i – відстань від нижнього торця втулки до вершини свердла;

$h_{вм}$ – висота кондукторної втулки;

$z_{max} = D_{вм max} - D_{св min}$ – максимальний зазор між свердлом та отвором кондукторної втулки з урахуванням їхнього зносу ($D_{вм max}$ – максимальний діаметр отвору кондукторної втулки; $D_{св min}$ – мінімальний діаметр свердла);

k – величина зворотної конусності свердла.

Для інформації:

$l_i = 4$ мм - приймаємо по рекомендаціям;

$h_{вм}$ – за ДСТУ = 26 мм;

$D_{вм max} = \phi 6H9^{(+0,030)} = 6,030$ мм; $D_{св min} = \phi 6h7^{(-0,012)} = 5,988$ мм,

тоді $z_{max} = D_{вм max} - D_{св min} = 0,042$ мм;

$k = 0,05$ мм – приймаємо по рекомендаціям.

Допустима величина відведення IT12 на 150 мм буде $\pm 0,200$ мм. Тоді величина увода вісі свердла буде

$$\delta_c = \frac{4}{26} \left(0,042 + 0,05 \cdot \frac{4 + 26}{100} \right) = 0,008 \text{ мм}$$

Також вирахуємо величину увода вісі розгортки:

відстань від нижнього торця втулки до вершини $l_i = 2$ мм;

$h_{вт}$ – висоту стандартної втулки, приймаємо рівною 20 мм;

$D_{втmax} = \phi 10H6^{(+0,011)} = 10,011$ мм; $D_{свmin} = \phi 10h5^{(-0,011)} = 9,989$ мм,

тоді $z_{max} = D_{втmax} - D_{свmin} = 0,022$ мм;

Величину зворотної конусності свердла приймаємо по рекомендаціям рівної $k = 0,05$ мм.

Тоді максимально можлива величина відводу вісі розгортки буде

$$\delta_c = \frac{2}{20} \left(0,022 + 0,05 \cdot \frac{2+20}{100} \right) = 0,003 \text{ мм}$$

Тож зрівнюючи вираховану величину відводу вісі інструменту, маємо висновок що точність за кресленням задовольняє вимогам точності міжцентрової відстані для кондуктора.

2.2.3 Опис конструкції та принцип дії пристосування

Базування та закріплення заготовки на верстаті в даному випадку здійснюється в верстатному пристрої. Проектування верстатного пристосування доцільно починати тільки після детальної розробки операції, для якої призначено пристосування. Даний спеціальний верстатний пристосування – кондуктор призначений для свердління в деталі одного отвору діаметром $14H7$ мм и двох отворів діаметром 10 мм.

Конструкція кондуктора складається з плити, у яку запресовані три постійні кондукторні втулки, по кутах плити за допомогою гайок кріпляться чотири скалки, також на плиті розташовані призма нерухома, призма рухлива підпружинена, підкладка для урахування різновисотності заготовки та дві вертикальні прихватки в комплекті зі штирями шпильками гайками та шайбами.

Принцип дії кондуктора заснований на базуванні заготовлі по плоских поверхнях на площину плити, дві призми та дві нерухомих прихвата. Фіксація заготовки здійснюється за допомогою кожного з двох прихватів, затяжка якого проводиться шляхом обертання гайки. Однозначне розташування отворів, що розділяються у заготовці, забезпечується кондукторними втулками і призмами.

Конструкція кондуктора включає такі деталі: плита 1, два напрямні стрижні 2, опора напрямна 3, підкладка 4, п'ять гвинтів М4 для підкладки 5, чотири скалки 6, два гвинти М10 для призми 7, призма нерухома 8, два штифта для кріплення нерухомої призми 9, гвинт М4 для кріплення напрямної опори 10, два штифта для кріплення напрямної опори 11, чотири гайки М10 для кріплення скалок 12, дві втулки постійні 13, дві втулки швидкозмінні 14, три гвинта для кріплення швидкозмінних втулок 15, втулка постійна 16, втулка

швидкозмінна 17, дві пружини для напрямних стрижнів 18, дві шпильки М6 для прихвату 19, чотири гайки М6 для прихвата 20, дві шайби М6 для прихвата 21, два штиря для прихвата 22, дві пружини для прихвату 23, два прихвата 24. Створення твердотілих моделей кондуктора в системі "Comras 3D" дозволяє на ранній стадії проектування визначити можливість складання всіх деталей даного кондуктора.

Проектування кондуктора включає створення 3D моделей всіх деталей, що входять в складання. Як приклад опишемо створення однієї з деталей, наприклад ПЛИТИ. Вибираємо фронтальну площину, на якій створюємо ескіз деталі, що містить зовнішній контур. За допомогою операції «Витягнута бобишка/основа» витягуємо цей контур. По черзі створюємо ескізи отворів і за допомогою операції «Витягнутий виріз» вирізаємо отвори в зовнішньому контурі. В результаті виконаних операцій отримуємо деталь рис. 2.11.

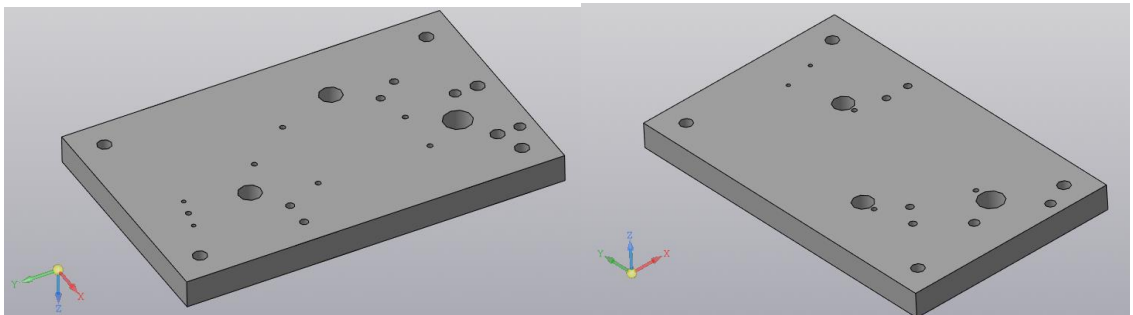


Рисунок 2.11 - Комп'ютерна модель плити

Далі за допомогою САПР Comras 3D окремо створюємо всі деталі, що входять до пристосування. Для проектування складання пристосування відкриваємо новий документ Comras 3D - складання. Як базову деталь використовуємо ПЛИТУ, яку фіксуємо на початку координат. До плити за допомогою гвинта та двох штифтів кріпимо призми. Точність базування деталі забезпечується постановкою штифтів та гвинтів. Встановлюємо підкладку на гвинти в отвори на плиті.

У кутові отвори плити за допомогою гайок прикріплюємо чотири скалки рис. 2.12.

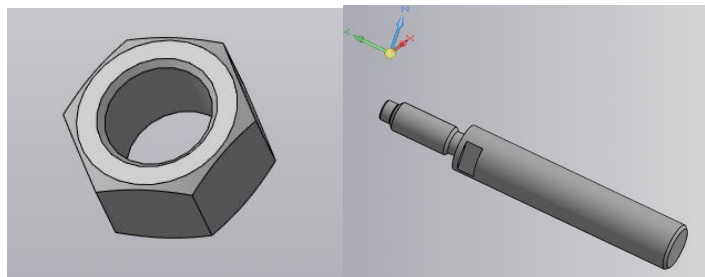


Рисунок 2.12 - Комп'ютерна модель фіксуючою гайки та скалки

Далі за допомогою прив'язок (концентричність, співпадіння, паралельність) встановлюємо у відповідні отвори штифти та гвинти рис. 2.13.

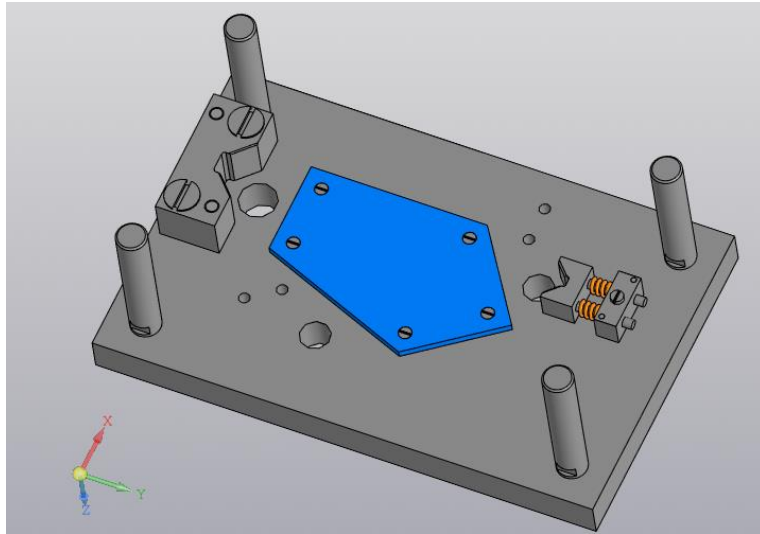


Рисунок 2.13 - Комп'ютерна модель плити кондуктора у сборі

Далі встановлюємо шпильку, на яку встановлюється пружина, шайба, прижими, гайка, а також окремо встановлюється штир зі сферичною головкою (рис. 2.14).

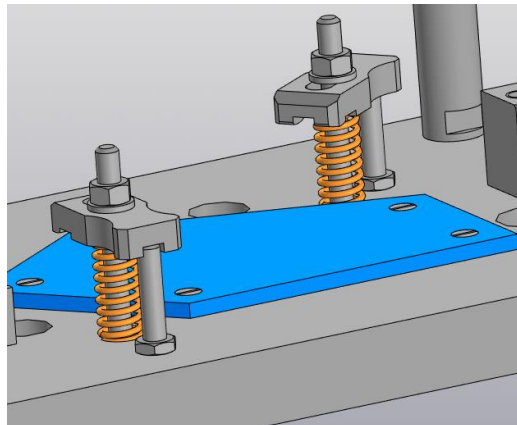


Рисунок 2.14 - Комп'ютерна модель двох прихватів на плиті в сборі

У отворі в плиті з наружної сторони встановлюємо постійні втулки та втулки швидкозмінні(рис. 2.15).

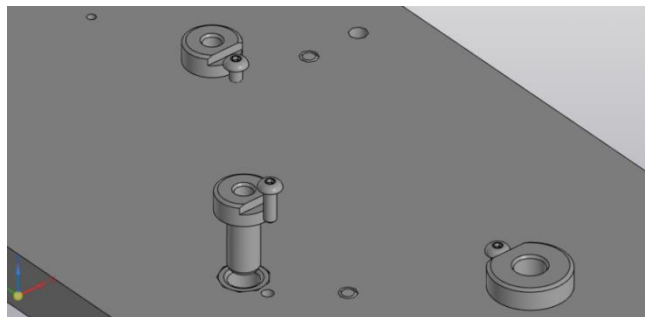


Рисунок .2.15 - Комп'ютерна модель встановлення кондукторних втулок

Після повного складання кондуктор з поміщеним в нього деталлю «Качалка» має вигляд, який можна побачити на рис. 2.16.

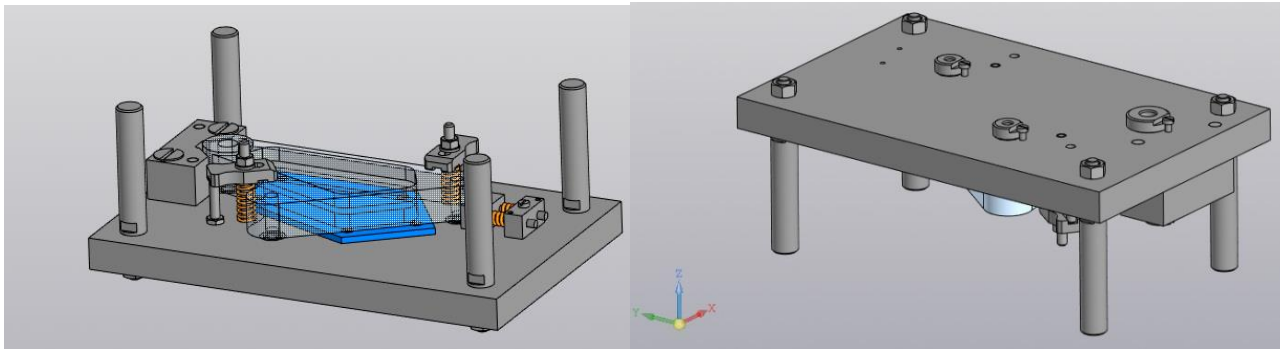


Рисунок 2.16 - Комп'ютерна модель кондуктора зі встановленою в ньому деталлю «Качалка»

Складальне креслення кондуктора для виготовлення трьох отворів у деталі «Качалка» 104.ДПБ.143.02.01.00 СБ знаходиться у додатку.

2.2.4 Розрахунок операційних припусків і створення 3D-моделі заготовки

Вибравши вид заготовки, необхідно розрахувати припуск на обробку шляхом його підсумовування по всіх технологічних операціях (переходах) для кожної оброблюваної різанням поверхні деталі.

Припуск - це шар матеріалу, який видаляється з поверхні заготовки з метою досягнення заданих властивостей оброблюваної поверхні деталі. Припуск на обробку поверхонь деталі призначаємо на основі розрахунково-аналітичного методу визначення припусків.

Операційний припуск - це шар матеріалу, що видаляється з заготовки при виконанні однієї технологічної операції.

Операційний припуск дорівнює сумі проміжних припусків що входять в дану операцію технологічні переходи.

Односторонній проміжний припуск обчислюють за формулою, мкм

$$Z = [R_z + h + (\bar{\rho}_a + \bar{\varepsilon}_\delta)] + \delta,$$

де Z – номінальний проміжний припуск;

R_z - висота мікронерівностей (величина параметрів шорсткості R_a та R_z для відповідного класу шорсткості поверхні);

h - глибина дефектного поверхневого шару, отриманого на попередньому переході;

$\bar{\rho}_a$ - векторна (геометрична) сума просторових відхилень взаємопов'язаних поверхонь оброблюваної заготовки, що вийшла на попередньому переході;

$\bar{\varepsilon}_\delta$ - похибка базування при виконуваний обробці;

δ - допуск на операційний розмір попередньої обробки.

При збігу настановної і конструктивної баз $\bar{\varepsilon}_\delta = 0$.

Величина $\bar{\rho}_a$ виключається з формул в разі обробки отворів плаваючим інструментом.

Призначення операційних припусків на обробку починають з вибору остаточної операції або технологічного переходу обробки відповідно до економічної точністю даної операції.

Розмір заготовки-штампування складається з номінального розміру деталі за кресленням і припуску на обробку. Припуск на обробку - це припуск на одну сторону. Якщо розглянутий розмір заготовки - діаметр, то до нього додається два припуску, якщо радіус - один припуск.

Розрахунок двостороннього операційного припуску для штампованих заготовок наведено в таблиці 2.3

Сума значень припуску на всі технологічні переходи обробки за даними таблиці 2.3 становить 1,68 мм, так як деталь

Таблиця 2.3 – Двосторонній операційний припуск для штамповок

Технологічний перехід обробки	Елементи припуску, мкм			Двосторонній операційний припуск, мкм
	R_z	h	δ	
штампування	160	500	650	1310
чорнове фрезерування	60	50	135	245
чистове фрезерування	25	35	65	125

З технологічних міркувань приймаємо односторонній припуск для штампованої заготовки деталі «Качалка» рівним 1,7 мм. Лінія роз'єму штампа для гарячого об'ємного штампування заготовки деталі «Качалка» лежить в одній площині. З урахуванням виконання всіх технічних умов робочого креслення і вимог до проектування можна вважати штамповану заготовку для деталі «Качалка» технологічною.

На рисунку 2.17 представлена комп'ютерна об'ємна модель штампованої заготовки деталі «Качалка».

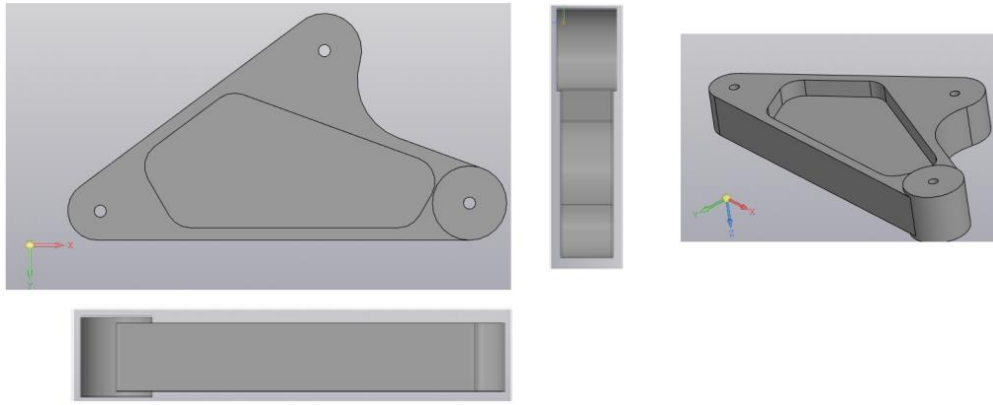


Рисунок 2.17 – Комп'ютерна 3D-модель заготовки деталі «Качалка»

Креслення штампованої заготовки деталі «Качалка» 104.ДПБ.143.02.01 наведено у Додатку.

2.2.5 Розробка карти ескізів для операцій обробки деталі

Технологічна операція - це закінчена частина технологічного процесу, виконується на одному робочому місці. Технологічна операція є основною одиницею виробничого планування і врахування .

Установ є закінченою частиною технологічної операції, виконується при незмінному базуванні і закріпленні заготовки.

Карта ескізів це основний графічний документ системи стандартів ЕСТД (єдиної системи технологічної документації), який дає наочну інформацію про виконувану технологічну операцію.

На операційній карті ескізів обробки необхідно показати:

1. Заготовку в робочому положенні щодо розташування ріжучого інструменту на верстаті. Контур заготовки зображують в такому вигляді, який заготовка отримає в кінці виконання даної операції або установка. Якщо технологічна операція виконується за кілька установ, то операційний ескіз оформляють для кожного установка заготовки окремо.

2. Поверхні заготовки, які обробляються на даній технологічній операції, виділяються потовщеними лініями. У навчальних цілях допускається виділяти оброблювані поверхні червоним кольором.

3. Умовне позначення опор, затискачів, установочних пристроїв на операційній карті ескізів виконують згідно з ГОСТ 3.1197-81 «Опори, затискачі та установочні пристрої. Графічні позначення».

4. Нумерацію розмірів обробки заготовки проставляють в кужках, починається з цифри 1. Послідовність проставлення номерів в кружках ведуть по ходу годинникової стрілки. Нумерація відноситься тільки до даної

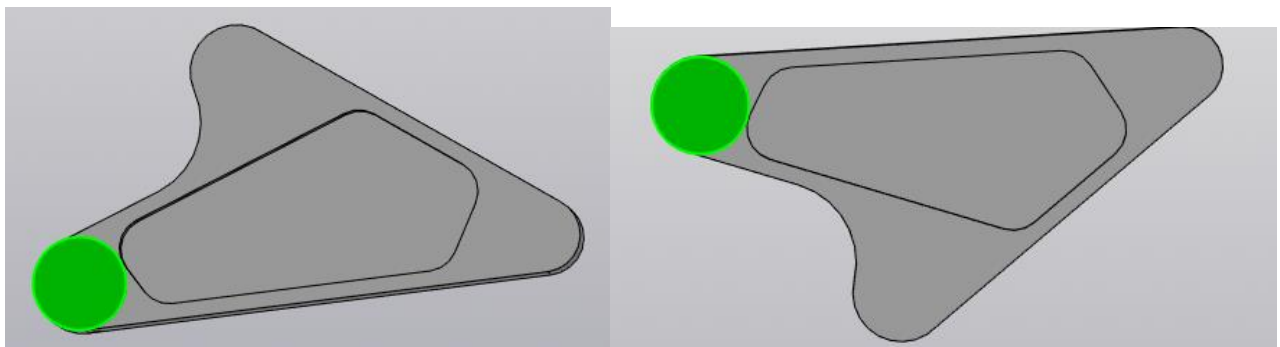
технологічної операції (установу). На наступних операціях (установках) нумерацію знову починають з цифри 1.

Карта ескізів для операцій механічної обробки різанням деталі «Качалка» представлена в Додатку (креслення 104.ДПБ.143.02.03).

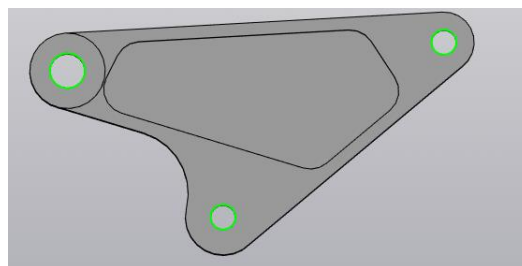
Технологічний маршрут виготовлення деталі «Качалка» представлено комп'ютерними моделями оброблюваних поверхонь на рисунку 2.18.

При розробці кожної операції обробки на металорізальних верстатах необхідно забезпечити базування і закріплення заготовки. Базування при механічній обробці задає необхідне положення заготовки на верстаті щодо різального інструменту. Закріплення заготовки в верстатному пристосуванні забезпечує нерухомість положення заготовки, досягнутого при базуванні. Геометричне положення заготовки щодо різального інструменту і фіксацію заготовки при механічній обробці показують на схемі базування і закріплення.

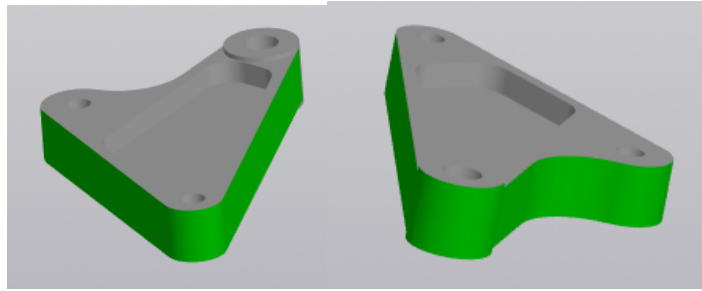
Схему базування і закріплення на кожну технологічну операцію і кожен установ в складі операції розробляють у вигляді операційного ескізу. На операційному ескізі заготовку показують в тому стані, яке вона набуває в результаті виконання заданої операції.



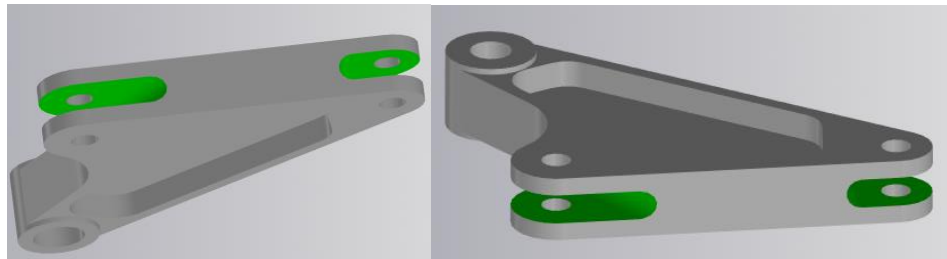
005 4262 «Горизонтально фрезерна» (два установка)



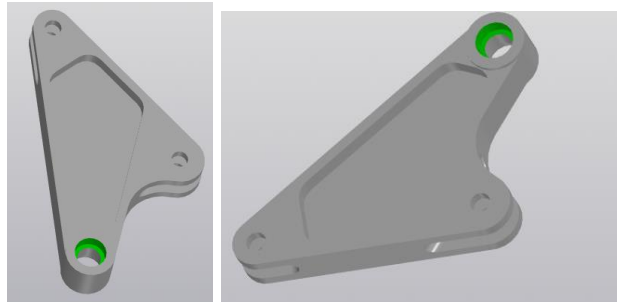
010 4214 «Вертикально-свердильна»



015 4234 «Фрезерна з ЧПК»



020 4262 «Горизонтально фрезерна» (два установка)



025 4214 «Вертикально-свердлильна»

Рисунок 2.18 – Моделювання поопераційної обробки деталі «Качалка»

В якості технологічних баз для операцій необхідно вибирати конструкторські бази деталі або поверхні, щодо яких задано положення найбільшої кількості оброблюваних поверхонь.

При виборі технологічних баз для операцій виготовлення деталі необхідно керуватися принципами суміщення і сталості баз.

Принцип суміщення баз - в якості технологічних баз слід приймати конструкторські бази деталі у виробі.

Принцип постійності баз - на всіх основних операціях використовують одні і ті ж технологічно бази. В цьому випадку відсутні можливі зсуви заготовки при кожній перестановці на нових операціях за рахунок зміни баз. Точність обробки заготовки при виконанні цього принципу буде найбільшою. Для дотримання принципу сталості баз часто створюють нові бази, що не мають конструкторського призначення (для розглянутої в РГР деталі «Качалка» це технологічні отвори).

Технологічні бази для виконання кожної операції механічної обробки заготовки призначають в два етапи. На першому етапі призначають технологічні бази, які необхідні для отримання найбільш відповідальних розмірів деталі або які можна використовувати при обробці більшості поверхонь заготовки. На другому етапі вирішують питання про вибір поверхонь для базування заготовки на першій технологічній операції обробки.

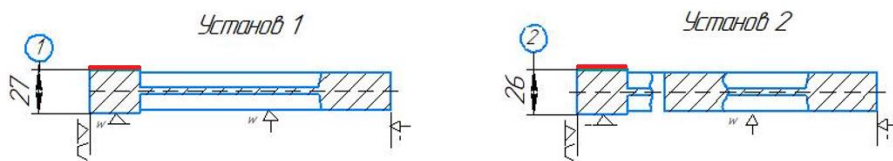
На першій операції виготовлення деталі повинні бути оброблені ті поверхні заготовки, які в подальшому будуть служити технологічною базою при чистовій обробці.

Для деталей з литих або штампованих заготовок в якості чорнових баз слід приймати поверхні, які в готовій деталі залишаться необробленими.

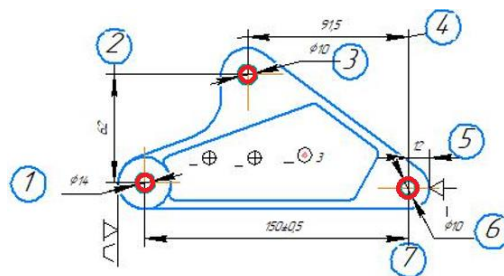
На основі вищевикладених принципів і рекомендацій призначимо технологічні бази для всіх операцій механічної обробки поверхонь штампованої заготовки деталі «Качалка» рис. 2.20.

Провівняши аналіз схеми базування і закріплення заготовки для операцій механічної обробки деталі «Качалка» можна зробити висновки:

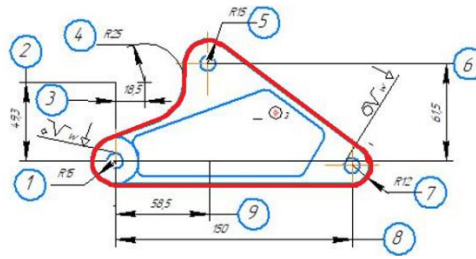
- на першій операції в якості чорновий бази заготовки прийнята поверхню, яка в готовій деталі залишається необробленою;
- на всіх операціях для зменшення похибки базування як чистових баз використовуються вже оброблені поверхні заготовки;
- для всіх операцій обробки різанням дотримується принцип суміщення технологічних і конструкторські баз;
- для операцій 010 і 020 дотримується принцип постійності баз.



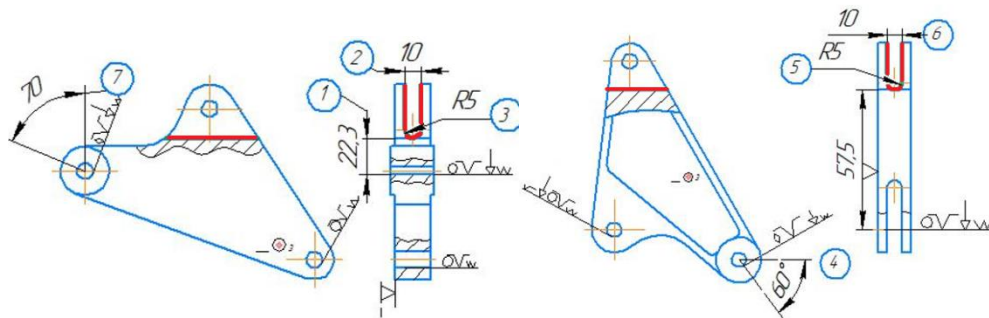
005 4262 «Горизонтально фрезерна» (два установка)



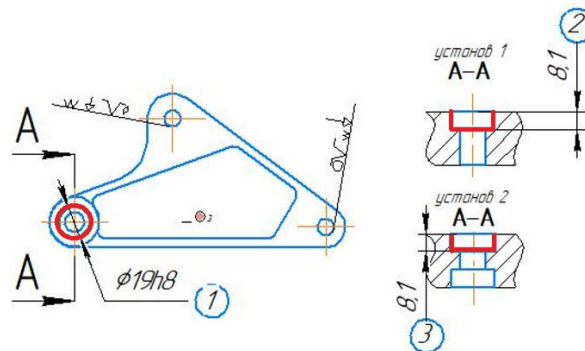
010 4214 «Вертикально-свердлильна»



015 4234 «Фрезерна з ЧПК»



020 4262 «Горизонтально фрезерна» (два установка)



025 4214 «Вертикально-свердлильна»

Рисунок 2.20 - Схема базування та закріплення заготовки для операцій механічної обробки деталі «Качалка»

2.2.6 Складання технологічного маршруту виготовлення деталі

Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі «Качалка» передбачає вирішення двох завдань:

- вибір методів обробки для кожної поверхні деталі;
- вибір послідовності виконання технологічних операцій для виготовлення деталі.

Вибір методів механічної обробки визначається конфігурацією деталі, її габаритами, видом обраної заготовки, вимогами до точності і якості оброблюваних поверхонь.

В першу чергу обробляються поверхні, які будуть використовуватися в якості технологічних баз для наступних операцій. Закінчується процес виготовлення деталі чистовою обробкою отворів.

У таблиці 2.5 представлений укрупнений технологічний маршрут виготовлення деталі «Качалка».

Таблиця 2.5 - Технологічний маршрут обробки деталі «Качалка»

№ операції	Найменування і зміст операції	Устаткування, інструмент	Оснащення
005	4262 Горизонтально-фрезерувальна фрезерувати поверхні 1, 20, витримуючи виконавчі розміри згідно карті ескізів	Верстат фрезерний 6P83; фреза дисковая фасонная Ø80 V=10H8 R5 ГОСТ 2679-93	Лещата верстатні
010	4261 Вертикально-свердлильна виконати отвори 9, 10, 11 витримуючи виконавчі розміри згідно карті ескізів	Верстат вертикально-фрезерний 2H125; Свердло: Ø9,9, Ø13,9, Ø 6, Ø 10 ГОСТ 886-77 розгортка Ø10H8, Ø14H8 ГОСТ 14953-80	Кондуктор
015	4262 Фрезерування з ЧПК: фрезерувати поверхні 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 14, 15, 17, витримуючи виконавчі розміри згідно карті ескізів та РТК	Верстат фрезерний з ЧПК МА-655А; Фреза кінцева Ø 10мм ГОСТ 26595-85	УСП
020	4262 Горизонтально-фрезерувальна фрезерувати поверхні 13, 18, 16, 19 витримуючи виконавчі розміри згідно карті ескізів	Верстат фрезерний 6P83; фреза дисковая фасонная Ø80 V=10H8 R5 ГОСТ 2679-93	Лещата верстатні
025	4261 Вертикально- свердлильна виконати отвори 8,21,22,23 витримуючи виконавчі розміри згідно карті ескізів	Вертикально-свердлильний верстат 2H125; Свердло: Ø19, Зенкер донний Ø19H8 ГОСТ 886-77	УСП

Послідовність виконання операцій (маршрут обробки) складають з урахуванням того, що кожен вид робочого процесу забезпечує відповідний ступінь точності і шорсткості лише в тому випадку, якщо проведена попередня обробка заготовки.

Для реалізації принципу суміщення технологічних і конструкторських баз і принципу сталості технологічності отвори свердлять попередньо як чорнові.

2.2.7 Конструктивно-технологічний аналіз деталі

Вже згадана в роботі деталь на робочому кресленні має назву «Качалка» (креслення деталі 104.ДПБ.143.02.01 наведено в Додатку).

Комп'ютерна об'ємна модель деталі показана на рис. 2.21.

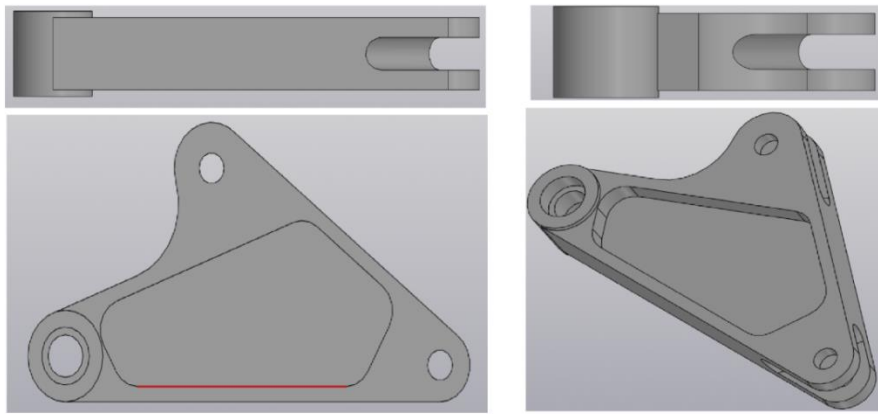


Рисунок 2.21 – Комп'ютерна об'ємна модель деталі «Качалка»

Деталь виготовлена з матеріалу АК6 (ГОСТ 4784-97), який добре піддається механічній обробці. Він володіє хорошою пластичністю і стійкістю до утворення тріщин при гарячій пластичній деформації.

Хімічний склад сплаву АК6 показаний в таблиці 2.6. Механічні властивості сплаву наведені в таблиці 2.7

Таблиця 2.6 – Хімічний склад сплаву АК6 (ГОСТ 4784-97)

Елемент	Al	Si	Mn	Mg	Ni	Ti	Fe	Cu
Вміст, %	93.3-96.7	0,7-1,2	0.4-0.8	0.4-0.8	До 0,1	До 0,1	До 0,7	1.8-2.6

Таблиця 2.7 – Механічні властивості сплаву АК6 (ГОСТ 4784-97)

σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	E, ГПа	ψ , %	KCU, кДж/м ²
447	378	12.5	72	70	0,19

Деталь «Качалка» має досить просту конфігурацію і тому технологічна з геометричної точки зору:

- всі поверхні прості (плоскі, циліндричні і конічні);
- відсутні складні у виготовленні вирізи і підсічки;
- отвори деталі наскрізні і розташовані на оптимальній відстані від краю деталі, що не ускладнює їх виготовлення;
- радіуси сполучення уніфіковані, все оброблювані поверхні доступні.

Позначення оброблюваних поверхонь деталі «Качалка» наведено на комп'ютерній моделі деталі рис. 2.22.

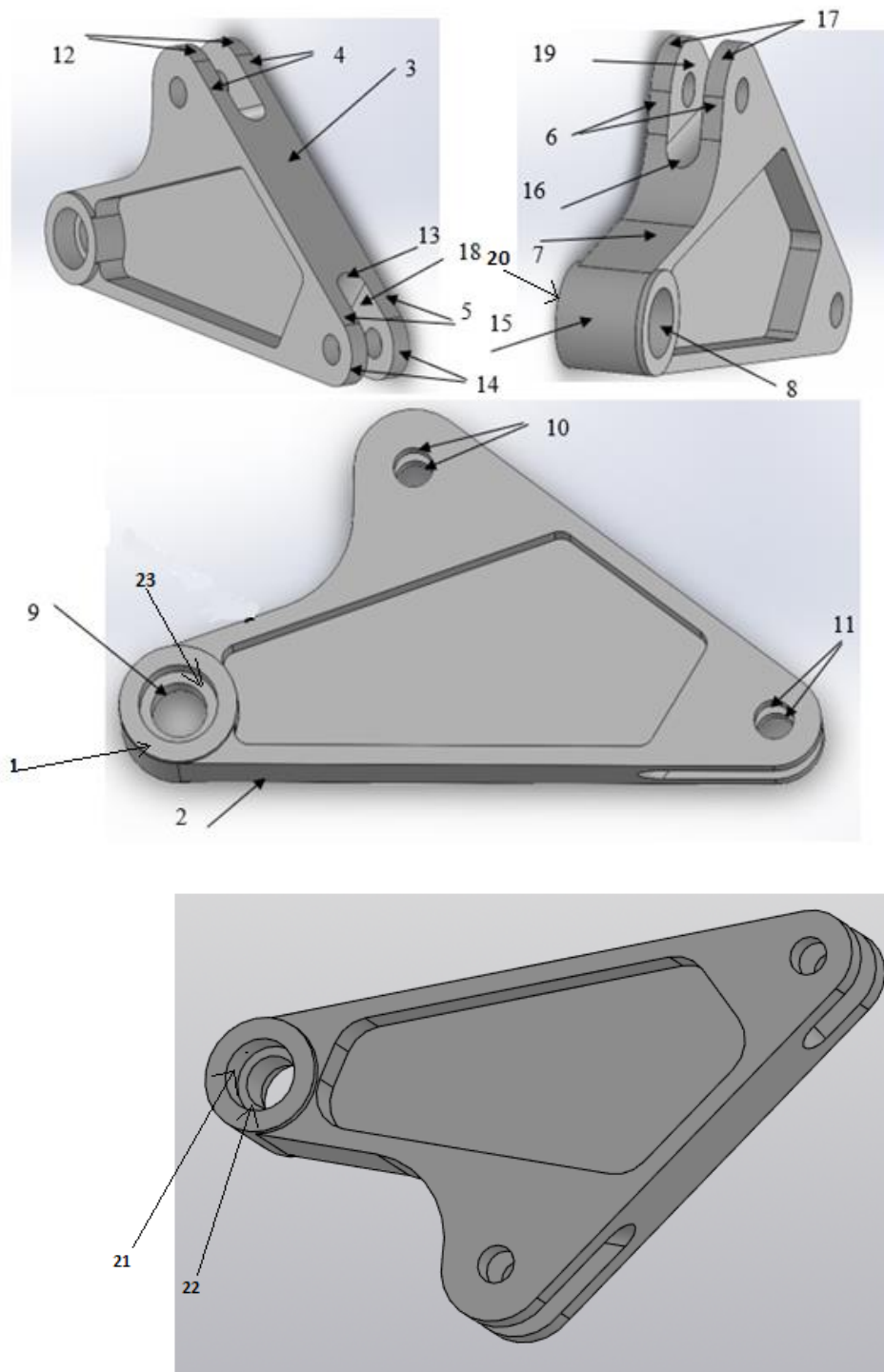


Рисунок 2.22 – Позначення оброблюваних поверхонь деталі «Качалка»

Охарактеризуємо всі оброблювані поверхні, для чого надамо всі геометричні параметри деталі «Качалка» в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 – Параметри оброблюваних поверхонь деталі «Качалка»

Нумерація і розташування оброблюваної поверхні	Форма оброблюваної поверхні	Квалітет точності або допуск на розмір	Шорсткість поверхні
--	-----------------------------	--	---------------------

1	зовнішня	пласка	IT 12	Rz 2,5
2	зовнішня	пласка	IT 12	Rz 2,5
3	зовнішня	пласка	IT 12	Rz 2,5
4	зовнішня	пласка	IT 12	Rz 2,5
5	зовнішня	пласка	IT 12	Rz 2,5
6	зовнішня	пласка	IT 12	Rz 2,5
7	зовнішня	пласка	IT 12	Rz 2,5
8	внутрішня	циліндрична	H6	Rz 2,5
9	внутрішня	циліндрична	H6	Rz 2,5
10	внутрішня	циліндрична	H6	Rz 2,5
11	внутрішня	циліндрична	H6	Rz 2,5
12	зовнішня	циліндрична	IT 12	Rz 2,5
13	зовнішня	циліндрична	IT 12	Rz 2,5
14	зовнішня	циліндрична	IT 12	Rz 2,5
15	зовнішня	циліндрична	IT 12	Rz 2,5
16	зовнішня	циліндрична	IT 12	Rz 2,5
17	зовнішня	циліндрична	IT 12	Rz 2,5
18	зовнішня	пласка	IT 12	Ra 20
19	зовнішня	пласка	IT 12	Ra 20
20	зовнішня	пласка	IT 12	Rz 2,5
21	внутрішня	циліндрична	H6	Rz 2,5
22	внутрішня	пласка	IT 12	Rz 2,5
23	внутрішня	пласка	IT 12	Rz 2,5

Технологічний аналіз показує, що оброблювані поверхні деталі «Качалка» мають квалітет H12 для отворів і квалітет \pm IT12/2 для інших поверхонь, що дозволяє виготовити деталь простими технологічними методами обробки отворів і плоских поверхонь на універсальному обладнанні. Складні за формою зовнішні циліндричні поверхні вимагають механічної обробки на фрезерному верстаті з ЧПК.

Деталь «Качалка» в цілому можна назвати технологічною, оскільки простота її геометричних форм дозволяє отримати заготовку для даної деталі методом гарячого штампування.

У розрахунково-графічній роботі пропонується заготовку деталі «Качалка» виготовити методом об'ємної штампування.

Матеріал деталі «Качалка» - алюмінієвий сплав кувальний марки АК6 (ГОСТ 4787-97).

Даний матеріал використовується для силових деталей авіаційної і ракетно-космічної техніки, до яких пред'являють вимоги високої міцності при мінімальній масі.

Об'ємне штампування заготовок застосовується для деталей авіаційної і ракетно-космічної техніки, які піддаються при експлуатації значним постійним, змінним і ударним навантаженням.

Об'ємне штампування заготовок дозволяє зберігати напрямок волокон в металі, що допомагає конструктору раціонально врахувати напружено-деформований стан деталі в експлуатації.

Основне завдання процесів обробки матеріалів тиском полягає в максимальному наближенні форми і розмірів заготовок до форми і розміри готових деталей при забезпеченні необхідних фізико-механічних властивостей і заданої точності. Це дозволяє різко скоротити обсяг механічної обробки і забезпечити економію матеріальних ресурсів. Застосовувані для об'ємного штампування матеріали забезпечують не тільки необхідні міцнісні властивості деталей, але і володіють задовільною пластичною деформуемістю.

Конфігурація штампованих заготовок повинна проектуватися так, щоб лінія роз'єму штампа лежала в одній площині або максимально до цього наближалася. При виконанні цієї умови штампове оснащення має більш просту конструкцію і меншу собівартість.

Залежно від ступеня відповідальності деталей присвоюється група контролю. До першої групи відносять особливо відповідальні деталі. Кожна деталь першої групи піддається повній перевірці. До другої групи відносять відповідальні деталі, які піддаються вибірковій перевірці (одна або кілька деталей в партії). До третьої групи відносять деталі, які не беруть для спеціальних перевірок і випробувань, особливо обумовленим в конструкторській та технологічній документації.

На всі поверхні заготовки, перпендикулярні площині роз'єму, призначають штампувальні ухили. Ухили призначені для полегшення вилучення заготовки з порожнини штампа. В штампуванні розрізняють зовнішні і внутрішні ухили.

На поверхні заготовки, перпендикулярні площині роз'єму штампа, призначаємо штампувальні ухили зовнішні 3° , внутрішні 5° .

Значення радіусів сполучень, переходів, заокруглень заготовки наведені в технічних умовах на робочому кресленні деталі.

У разі відсутності в технічних умовах на робочому кресленні деталі приймаємо не вказані радіуси заокруглень заготовки 2 мм.

2.2.8 Розрахунок режимів різання для операції «4234 Фрезерна з ЧПК»

Одним з основних в технології машинобудування є положення про те, що обрана для виготовлення деталі технологія повинна забезпечувати тільки ту ступінь точності, яка задана конструктором.

Уточненням називається відношення похибки заготовки $\Delta_{заг}$ до похибки деталі $\Delta_{дет}$: $\varepsilon = \Delta_{заг} / \Delta_{дет}$.

Кожна операція обробки даної поверхні повинна мати уточнення більше одиниці, тобто подальша операція повинна забезпечувати більш високу точність обробки, ніж попередня. Якщо уточнення рівне або менше одиниці, то така операція є зайвою.

Режим різання при фрезеруванні визначають параметри:

- швидкість руху різання V , м/хв;
- швидкість руху подачі S , в тому числі S_z - подача на зуб, мм / зуб; S_o - подача на оборот, мм / об; S_m - хвилинна подача, мм / хв;
- глибина різання t , мм;
- ширина фрезерування B , мм.

Призначення режимів різання при механічній обробці фрезеруванням виконують в такій послідовності:

1. Вибір конструкції і геометрії фрези та марки інструментального матеріалу.
2. Призначення глибини різання t .
3. Розрахунок подачі на зуб S_z .
4. Призначення періоду стійкості інструменту T .
5. Розрахунок допустимої швидкості різання V .
6. Розрахунок частоти обертання фрези n .
7. Коригування значень n і S_m за паспортними даними фрезерного верстата в сторону зменшення.
8. Розрахунок сили P_z і потужності різання N_p та порівняння з паспортною потужністю верстата $N_{см}$ (Повинно виконуватися умова $N_p < N_{см}$).

Призначення режимів різання для операції 4234 «Фрезерна з ЧПК» механічної обробки деталі «Качалка» виконуємо в рекомендованій послідовності:

1. Як ріжучий інструмент для фрезерування по периметру заготовки деталі «Качалка» на верстаті з ЧПК вибираємо фрезу кінцеву з циліндричним хвостовиком за ГОСТ 17025-81. З урахуванням ширини фрезерування $B = 26$ мм поверхонь заготовки, що обробляються на даній операції, з каталогу вибираємо кінцеву фрезу нормальної серії діаметром 6 мм.

Матеріал ріжучої частини кінцевої фрези твердий сплав марки Т15К6, який має високу твердість і червоностійкість та забезпечують високі показники

при механічній обробці деформованого алюмінієвого сплаву АК6, з якого виготовлена деталь «Качалка». Зовнішній вигляд і геометричні параметри кінцевої фрези нормальної серії по ГОСТ 17025-81 наведені в таблиці 2.9

Таблиця 2.9 - Зовнішній вигляд і геометричні параметри кінцевої фрези

				
Геометричні параметри кінцевої фрези по ГОСТ 17025-81				
D	L	l	z	d
10	57	13	4	6

2. Глибину різання t для чистового фрезерування призначаємо $t = 0,5$ мм з $1,7$ мм прийнятого одностороннього операційного припуску згідно з проведеними раніше розрахунками (див. таблицю 2.3).

3. Подачу на зуб S_z при фрезеруванні кінцевими фрезами з інструментального матеріалу у вигляді твердого сплаву можна знайти емпірично

$$S_z = 0,0432 \frac{D^{0,45}}{t^{0,22} B^{0,1}} K_m, \text{ мм/зуб}, \quad (2.3)$$

де поправочний коефіцієнт K_m залежить від шорсткості оброблюваної поверхні за кресленням і береться для значень шорсткості **Ra25, Ra12,5; Ra6,3; Ra3,25** відповідно $K_m = 1,5; 1,0; 0,65; 0,4$.

Приймаємо для шорсткості **Ra12,5** контурної обробки деталі «Качалка» $K_m = 1,0$. Тоді

$$S_z = 0.0432 \frac{10^{0.45}}{0.5^{0.22} \cdot 12^{0.1}} = 0.11 \text{ мм/зуб}$$

4.Період стійкості інструменту T призначають по нормативним даним в залежності від оброблюваного матеріалу, виду, розмірів і матеріалу ріжучого інструменту

$$T = CD^x, \text{ хв}, \quad (2.4)$$

де C, x – табличні значення для твердих сплавів, наведені в таблиці 3.2

Таблиця 2.10 – Дані для розрахунку періоду стійкості кінцевої фрези діаметром D , мм

Інструментальний матеріал	Значення	
	C	x
Твердий сплав	0,81	1,10

Тоді період стійкості кінцевої фрези $T = 0,81 \times 10^{1,1} = 12,36$ хв.

5. Розрахунок допустимої швидкості різання визначаємо за емпіричною формулою

$$V = \frac{37,3D^{0,45}}{t^{0,3}S_z^{0,2}B_z^{0,1}z^{0,1}} K_v, \text{ м/мин}, \quad (2.5)$$

де поправочний коефіцієнт K_v залежить від виду і марки оброблюваного матеріалу і вибирається з таблиці 2.11

Таблиця 2.11 – Значення поправочного коефіцієнта K_v

Оброблюваний матеріал	АК6
Значення коефіцієнта K_v	1,0

На підставі отриманих даних допустима швидкість різання має величину

$$V_p = \frac{37,3 \cdot 10^{0,45} \cdot 1}{12^{0,1} \cdot 0,11^{0,2} \cdot 5^{0,3} \cdot 4^{0,1}} = 136,65 \text{ мм/хв.}$$

6. Визначимо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата з кінцевою фрезою по співвідношенню $n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 136,65}{3,14 \cdot 10} = 4351,91 \text{ 1/хв.}$

7. Технічні характеристики фрезерного верстата з ЧПК моделі МА-655А (таблиця 2.12) не забезпечують розрахункову частоту обертання шпинделя. Тому приймаємо частоту обертання шпинделя верстата $n_{прин} = 2500 \text{ 1/хв.}$

Таблиця 2.12 – Технічні характеристики верстата з ЧПК моделі МА-655А

Клас точності за ГОСТ 8-82	Н
Розміри робочої поверхні, мм	1250x500
Найбільше вертикальне переміщення каретки Z, мм	630
Межа частот обертання шпинделя, 1/хв	20-2500
Потужність привода головного руху, кВт	17
Швидкості робочих переміщень X, Y мм/хв	1-10000
Швидкості робочих переміщень Z мм/хв	1-7000
Прискорене переміщення за координатами X, Y, мм/хв	10000
Прискорене переміщення по координаті Z, мм/хв	7000
Кількість інструментів у магазині, шт.	8
Точність позиціонування X (стола), мм	0,02
Точність позиціонування Y (повзуна), мм	0,02
Точність позиціонування Z (вертикальна), мм	0,02
Габаритні розміри верстату (ДxШxВ), мм	3950x3490x3650
Маса верстату, кг	10000

Розрахуємо хвилинну подачу для чистового фрезерування заготовки деталі «Качалка» $S_m = S_z z n_{прин} = 0,11 \cdot 4 \cdot 2500 = 1100 \text{ мм/хв,}$ де $n_{прин}$ – прийнята

частота обертання шпинделя, 1/хв.

Технічні характеристики верстата МА-655А (див. таблицю 2.12) забезпечують дану хвилинну подачу робочих переміщень кінцевої фрези по траєкторії програмної обробки заготовки деталі «Качалка».

8. Силу різання для фрезерування кінцевою фрезою заготовки деталі «Качалка» розраховуємо за формулою

$$P = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z K}{D^q n^w} \quad (2.6)$$

де C_p, k – коефіцієнт пропорційності і поправочний коефіцієнт;

x, y, u, q, w – показники ступеня;

поправочний коефіцієнт $K = K_{M_p} K_{V_p} K_{\phi_p} K_{\gamma_p}$.

Кругову силу при фрезеруванні алюмінієвих і магнієвих сплавів розраховують, як для сталі, з введенням коефіцієнта $K_{M_p} = 0,25$.

Поправочний коефіцієнт K_{V_p} враховує вплив швидкості різання на силу різання P , розраховується за емпіричними формулою $K_{V_p} = \frac{1,92}{V^{0,14}}$ – для позитивних передніх кутів зуба кінцевої фрези $\gamma = 15$.

Тоді $K_{V_p} = \frac{1,92}{136,65^{0,14}} = 0,9645$. Поправочний коефіцієнт K_{γ_p} , що враховує вплив переднього кута γ зуба кінцевої фрези на окружну силу різання P , розраховується за формулою $K_{\gamma_p} = \frac{1,36}{\gamma^{0,15}}$ – для позитивних передніх кутів $\gamma = 15$. Тоді $K_{\gamma_p} = \frac{1,36}{15^{0,15}} = 0,906$.

Головний кут в плані ϕ для кінцевих фрез найчастіше дорівнює 90° , поправочний коефіцієнт для якого $K_{\phi_p} = 0,87$.

Значення коефіцієнта пропорційності, поправочний коефіцієнт і показники ступеня для розрахунку сили різання при фрезеруванні кінцевою фрезою представлені в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 – Значення коефіцієнтів для розрахунку сили різання

Коефіцієнт	C_p	k	x	y	u	q	w
Значення	12,5	0,195	0,85	0,75	1	0,73	0,13

Для обраного діаметра кінцевої фрези і ширини фрезерування по контуру сила різання має величину

$$P = \frac{10 \times 12,5 \times 0,5^{0,85} \times 0,11^{0,75} \times 12^1 \times 4 \times 0,19}{10^{0,73} \times 2500^{0,13}} = 813 \text{ Н.}$$

Визначимо потужність різання як

$$N = P \times V / 62000 = 813 \times 136,65 / 62000 = 1,8 \text{ кВт.}$$

Технічні характеристики вертикально-фрезерного верстата з ЧПК моделі МА-655А (див. таблицю 3.4) забезпечують необхідну потужність різання при контурному фрезеруванні кінцевою фрезою заготовки деталі «Качалка».

2.2.9 Розробка РТК для операції обробки деталі на верстаті з ЧПК

Конструктивно-технологічний аналіз оброблюваних поверхонь деталі «Качалка» показує, що зовнішні циліндричні поверхні 5, 6, 7 і 8 можуть бути виготовлені тільки фрезеруванням на верстаті з ЧПК. Фрезерні верстати з ЧПК і автоматичною зміною інструменту призначені для обробки по керуючій програмі деталей складної криволінійної форми. На верстатах з ЧПК можна виробляти фрезерування площин, пазів, зовнішніх і внутрішніх фасонних контурів з високою точністю.

Для виконання операції 015 4234 «Фрезерна з ЧПК» був обраний фрезерний верстат з ЧПК моделі МА-655А, технічні характеристики якого наведені в таблиці 2.2.8.

Крім операційного ескізу, обов'язковим елементом операційної технології програмної обробки на верстатах з ЧПК є кінематична схема переміщення інструменту для кожного технологічного переходу - розрахунково-технологічна карта (РТК).

РТК повинна містити наступні дані:

- прямокутну систему координат XMZ фрезерного верстата з ЧПК з початком відліку в нульовій точці верстата M ;
- прямокутну систему координат деталі $X_{\partial}MZ_{\partial}$ з початком відліку в нульовій точці деталі W ;
- координати вихідної точки інструменту O , визначеної щодо нульової точки верстата і використовуваної для початку роботи інструменту по керуючій програмі;
- контур деталі, що підлягає обробці, із зазначенням схеми базування і закріплення заготовки;
- траєкторію руху вихідної точки інструменту O в системі координат верстата XMZ .

На лінії руху інструменту позначають опорні точки - геометричні та технологічні, в яких відбувається зміна геометрії траєкторії або умов обробки.

Опорна геометрична точка - точка розрахункової траєкторії, в якій змінюється закон, за яким описана траєкторія.

Опорна технологічна точка - точка розрахункової траєкторії, в якій відбувається зміна умов протікання технологічного процесу.

Основною лінією позначають ділянки робочого ходу, пунктирною - допоміжного ходу. Напрямок обходу для наочності задають стрілками на кожній ділянці траєкторії руху вершини інструменту.

Центр інструменту - нерухома щодо державки точка інструменту, по якій ведеться розрахунок траєкторії.

РТК для операції 015 4234 «Фрезерна з ЧПК» обробки деталі «Качалка» представлена в Додатку (креслення 104.ДПБ.143.02.04).

3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ
ВИЗНАЧЕННЯ ПЛАНОВОЇ СОБІВАРТОСТІ І ЦІНИ
СКЛАДАННЯ НЕРВІЮРИ №18 ЛІТАКА АН-148

3.1 Визначення програми випуску нервюри №18 на основі дослідження ринку збуту літака Ан-148

3.1.1 Характеристика літака Ан-148 та аналіз ринків збуту

Літак Ан-148 є регіональним літаком, призначеним для перевезення до 85 пасажирів, багажу, пошти та вантажів на внутрішніх та міжнародних авіалініях з можливістю експлуатації на аеродромах зі штучним покриттям та підготовлених ґрунтових злітно-посадкових смуг (ВПП), розташованих на висотах до 1500м (3000м.) над рівнем моря. Сучасне пілотажно-навігаційне та радіозв'язне обладнання, застосування багатфункціональних - індикаторів, - електродистанційної системи управління польотом дозволяють використовувати Ан-148 на будь-яких повітряних трасах, у простих і складних метеоумовах, вдень і вночі, у тому числі і на маршрутах з високою інтенсивністю польотів. при високому рівні комфорту для екіпажу. Комфорт пасажирам забезпечується на рівні середньостатистичного комфорту на магістральних літаках, і досягнуто раціональним компонованням та складом сервісних приміщень, глибокою ергономічною оптимізацією загального та індивідуального простору пасажирського салону.



Рисунок 3.1 - Загальний вигляд та варіант фарбування літака Ан-148

Серед конкурентних переваг літака фахівці відзначають традиційне для «Ан» високе розташування двигунів — це дозволяє літаку сідати навіть на злітні смуги з ґрунтовим покриттям, це зменшує ризик потрапляння сміття у двигун.

Розробником закладено робочий ресурс літака близько 80 000 годин при календарному терміні експлуатації 30 років.

При порівнянні технічних характеристик західних ПС з Ан-148, спостерігаються подібні показники максимальної комерційної ваги, швидкості, паливної економичності. По дальності польоту Ан-148-100 на 7-40%, перевищує показники аналогів за рахунок більшої місткості паливних баків та покращених аеродинамічних властивостей.

Серйозну конкуренцію Ан-148 на зовнішньому ринку становить бразильський Embraer і японський MRJ-70(90), який буде випущений у 2023 році і за заявленою паливною економічністю істотно (на 15-20%) перевершуватиме всі існуючі нині регіональні літаки.

3.1.2 Формування ринку збуту літака Ан-148

Ринок нових регіональних турбогвинтових літаків місткістю від 30 крісел охоплює практично всі регіони світу та включає понад 300 авіакомпаній-експлуатантів. З урахуванням системних факторів та особливостей розвитку ринку регіональних турбогвинтових літаків місткістю від 30 крісел потенційний попит на повітряні судна даної розмірності у прогностичний період до 2035 року становитиме близько 2300 одиниць.

У 2006 році одна з найбільших авіакомпаній України "АероСвіт" ухвалила рішення про вибір регіонального літака. Про це повідомляв генеральний директор компанії Арон Майберг, коментуючи перспективи закупівлі літаків Ан-148. "Реального графіка постачання таких літаків немає. На найближчі два роки ми інвестуємо кошти в реконструкцію Ан-24", - сказав керівник компанії. За його словами, визначено близько 10 машин для оновлення та коло експлуатантів-партнерів за цим проектом.

Станом на серпень 2017 року загальна кількість замовлених Ан-148 – понад 50 екземплярів.

Ан-148 призначений для перевезення до 85 пасажирів у базовій компонованні на відстань до 4500 км, Ан-158 – для перевезення 99 пасажирів на відстань 2500 км. Літаки оснащені двигунами Д-436-148, розробки ДП "Івченко-Прогрес" та виробництва ПАТ "Мотор Січ" (обидва - Запоріжжя), за бажанням замовника можливе оснащення літаків західним двигуном.

За даними ДП "Антонов", з 2009 року на ринок поставлено 45 літаків сімейства Ан-148/158, у тому числі 39 од. Ан-148, та 6 од. – Ан-158.

Раніше повідомлялося, що ДП "Антонов" має 10 недобудованих літаків Ан-148/158 з високим ступенем готовності.

У 2018 році У ДП "Антонов" має намір просувати на ринок регіональні пасажирські літаки сімейства Ан-148/158 пасажиромісткістю до 99 пасажирів. Робити це українське держпідприємство у партнерстві з кіпрською лізинговою компанією Montag-Girmes. Того ж року підприємство презентувало пасажирський літак нового покоління АН-148 у В'єтнамі.

У грудні 2021 р. планувалося переведення в Україну літаків Ан-148-100, які раніше експлуатувалися в інших авіакомпаніях. За прогнозами, це має позитивний ефект для держпідприємства "Антонов", вважає директор програми з літака Ан-148 та його модифікацій Віктор Казуров.

На його думку, використання Ан-148-100 українськими авіакомпаніями дозволить громадянам України подорожувати навіть із невеликих регіональних аеропортів із рівнем комфорту та швидкістю магістральних лайнерів, а самі літаки літатимуть, а не простоюватимуть.

Директор програми літака Ан-148 позитивно оцінив появу наприкінці жовтня 2021 року в Україні нової авіакомпанії Air Ocean Airlines, в парку якої використовуються Ан-148.

Також він повідомив, що у світі експлуатується 38 літаків типу Ан-148-100. З них в Україні знаходяться три літаки: два – у Air Ocean Airlines, один – в авіакомпанії ДАП "Україна". Станом на 1 грудня минулого року весь парк літаків виконав понад 102 тис. польотів, налітавши понад 185 тис. годин та перевізши понад 7 млн пасажирів.

Проведені маркетингові дослідження показали, що базовий літак за своїми техніко-економічними характеристиками відповідає вимогам великої кількості авіакомпаній.

На зазначений період законтраковано 317 літаків, у тому числі 78% належить до групи місткості понад 60 крісел. Співвідношення твердих замовлень до загального парку цих повітряних суден відносно невелике (11%), але у групі, де наявні понад 60 крісел цей показник вищий (20%).

Загалом ринок продажу нових регіональних турбогвинтових літаків оцінюється у 60,9 млрд. доларів США у каталожних цінах 2019 р., що становить 11% світового авіаційного ринку у вартісному вираженні.

3.1.3 Формування річної програми випуску нервюри №18

Річна програма запуску виробу розраховується за формулою

$$N_{\text{зап } j} = N_M \cdot m_j (1 + a_j/100), \quad (3.1)$$

де: N_M – заводська програма випуску виробів, шт.;

m_j – кількість j -х виробів в одній машині, шт.; a_j – відсоток j -х виробів, призначених для групового комплекту запасних частин та виробничих втрат.

В навчальних цілях приймаємо заводську програму випуску пасажирського літака Ан-148 у кількості $N_M=16$ шт., $m_j=1$ шт., $a_j=10\%$. Підставивши значення формулу (3.1), отримаємо річну програму запуску низу шпангоуту №18 у кількості $N_{\text{зап}}=16 \cdot 1 \cdot (1+0,1)=17$ шт./год.

3.1.4 Вихідна інформація для розрахунків витрат

Для складання нервюри №18 використовують:

1. Складальне пристосування, роботу виконують бригада з двох слесарей-сборщиків: один IV розряду та один III розряду.
2. Пневмодрель для свердління отворів під кріпильні елементи,

роботу виконують один робітник IV розряду та один робітник III розряду.

3. Пневмомолоток для ручної клепки заклепок, роботу виконують один робочий IV розряду та один робочий III розряду.

4. Клепальний прес для постановки заклепок, роботу виконує один робочий IV розряду та один робочий III розряду.

Сумарна трудомісткість на виконання всіх операцій з технологічного процесу складання нервюри №18 у пристосуванні становить 160 чол.·хв або 2,66 чол.·год.

3.2 Вихідні дані для розрахунків ТЕО складання нервюри №18

1. Витратні матеріали для складання нервюри №18:

-грунт АК-069, Мгр = 0,12 кг, ціна ґрунту Цгр =86грн/кг;

-бензин "Калоша" з присадкою "Сігбол", Мб = 0,43 кг, Цб =166грн/кг;

-лист та профіль з алюмінієвого сплаву Д16, ціна 158грн/кг.

2. Маса матеріалів для складання нервюри №18 –1.5кг.

3. Обладнання, що використовується: клепальний прес КП-204 – 1 шт.;

4. Площа, що займається складальним пристроєм – 2,5 м².

5. Кадри: робітник IV розряду - 1 чол.; робітник III розряду - 1 чол.;

6. Загальна трудомісткість складання нервюри №18 – 2,66 чол.·год.

3.3 Визначення порядку розрахунку статей калькуляційних витрат

Порядок розрахунку собівартості виробу та його оптової ціни:

1. ***Визначення цехової собівартості:***

- Витрати на сировину та матеріали.
- Поворотні відходи.
- Основна зарплата виробничих робітників.
- Додаткова заробітна плата виробничих робітників.
- Витрати єдиний соціальний внесок.
- Витрати на утримання та експлуатацію обладнання.
- Витрати відшкодування зносу спеціального оснащення.
- Витрати освоєння виробництва.
- Витрати управління складальним цехом.

2. ***Визначення заводської собівартості:***

- витрати на обов'язкове медичне страхування
- Витрати обов'язкове страхування имущества.
- Витрати загальнозаводські витрати.
- інші виробничі витрати.

3. ***Визначення повної собівартості:***

- Позавиробничі витрати.

4. Ціна виробу (оптова).

3.3.1 Визначення цехової собівартості складання нервюри №18

Розрахунок цехової собівартості складання нервюри №18 складається з визначення наступних статей витрат:

$$C_{\text{ц}} = Z_{\text{мат}} + Z_{\text{в.з}} + Z_{\text{осн.зар}} + Z_{\text{дод.зар}} + Z_{\text{ЄСВ}} + Z_{\text{експ}} + Z_{\text{зн}} + Z_{\text{осв.пр}} + Z_{\text{уц}}, \quad (3.2)$$

де $Z_{\text{мат}}$ --витрати на сировину та матеріали;

$Z_{\text{в.з}}$ --витрати на зворотні відходи;

$Z_{\text{осн.зар}}$ --витрати на основну зарплатню виробничих робітників;

$Z_{\text{дод.зар}}$ --витрати на додаткову зарплату виробничих робітників;

$Z_{\text{ЄСВ}}$ --витрати на єдиний соціальний внесок;

$Z_{\text{експ}}$ -- витрати на утримання та експлуатацію обладнання;

$Z_{\text{зн}}$ -- витрати на відшкодування зносу спеціального обладнання;

$Z_{\text{осв.пр}}$ -- витрати на освоєння виробництва;

$Z_{\text{уц}}$ -- витрати на управління складальним цехом.

Проведемо розрахунок окремих статей витрат для отримання цехової собівартості виготовлення нервюри №18:

1. Витрати на матеріали та сировину обчислюємо за формулою:

$$Z_{\text{мат}} = N_{\text{расх}} \cdot \text{Ц}, \quad (3.3)$$

де $N_{\text{расх}}$ – норма витрати матеріалу для складання однією нервюри №18;

Ц – середня ціна 1 кг матеріалу.

Тоді $Z_{\text{мат}} = 1,5 \cdot 158 + 0,43 \cdot 166 + 0,12 \cdot 86 = 318,7$ грн.

2. Витрати на зворотні відходи обчислюємо за формулою:

$$Z_{\text{в.з}} = (N_{\text{отх}} - m_{\text{г.вир}}) \cdot \text{Ц}_{\text{отх}},$$

де $m_{\text{г.вир}}$ -- маса готового виробу, для нервюри №18 $m_{\text{г.вир}} = 1.5$ кг;

$\text{Ц}_{\text{отх}}$ – ціна 1 кг відходу.

Поворотні відходи під час виготовлення нервюри №18 повторно використовують, тому витрати на зворотні відходи $Z_{\text{в.з}} = 0$.

3. Витрати на основну зарплату виробничих робітників рівні:

$$Z_{\text{осн.зар}} = \left(1 + \frac{(N_{\text{ут}} + N_{\text{ит}})}{100}\right) \cdot t \cdot L, \quad (3.4)$$

де $N_{\text{ут}}$ -- норматив доплат за умови праці, $N_{\text{ут}} = 5\%$;

$N_{\text{ит}}$ -- норматив доплат за інтенсивність праці, $N_{\text{ит}} = 10\%$;

t -- загальна трудомісткість складання нервюри №18, $t = 2,66$ чол. · год

L -- середня годинна ставка виробничих робітників.

Середня годинна ставка виробничих робітників обчислюється як

$$L = \frac{(k_3 \cdot l) + (k_4 \cdot l)}{2},$$

де $k_3 = 1,4$ – коефіцієнт для робочих III розряду;

$k_4=1,65$ – коефіцієнт для робочих IV розряду;

$l=92$ грн/год – тарифна годинна ставка робітника.

$$\text{Тоді: } L = \frac{(1,4 \cdot 92) + (1,65 \cdot 92)}{2} = 140,3 (\text{грн/год}).$$

Після постановки у формулу (3.4) отримуємо витрати на основну зарплату виробничих робітників $Z_{\text{осн.зар}} = (1 + 0,05 + 0,1) \cdot 2,66 \cdot 140,3 = 429,17$ грн.

4. Витрати на додаткову зарплату виробничих робітників рівні

$$Z_{\text{дод.зар}} = Z_{\text{осн.зар}} \cdot \frac{N_{\text{дод.зар}}}{100}, \quad (3.5)$$

де $N_{\text{дод.зар}}$ -- норматив додаткової заробітної плати виробничих робітників.

Приймаємо $N_{\text{дод.зар}} = 38\%$, тоді витрати на додаткову зарплату виробничих робітників $V_{\text{дод.зар}} = 429,17 \cdot 0,38 = 163,1$ грн.

5. Витрати на єдиний соціальний внесок, що включається до собівартості виготовлення нервюри №18, розраховують у відсотках від основної та додаткової зарплати за формулою

$$Z_{\text{ЕСВ}} = (Z_{\text{осн.зар}} + Z_{\text{дод.зар}}) \cdot \frac{N_{\text{ЕСВ}}}{100}, \quad (3.6)$$

де: $N_{\text{ЕСВ}}$ - норматив єдиного соціального внеску.

Приймаємо $N_{\text{ЕСВ}} = 37,5\%$, тоді $Z_{\text{ЕСВ}} = (429,17 + 163,1) \cdot \frac{37,5}{100} = 222,1$ грн.

6. Витрати на утримання та експлуатацію обладнання для виготовлення нервюри №18 обчислюємо за формулою

$$Z_{\text{експ}} = Z_{\text{осн.зар}} \cdot \frac{N_{\text{експ}}}{100}, \quad (3.7)$$

де $N_{\text{експ}}$ - норматив на утримання та експлуатацію обладнання.

Приймаємо $N_{\text{експ}} = 20\%$, тоді $Z_{\text{експ}} = 429,17 \cdot \frac{20}{100} = 85,83$ грн.

7. Витрати на відшкодування зносу спеціального обладнання знаходимо як

$$Z_{\text{изн}} = Z_{\text{осн.зар}} \cdot \frac{N_{\text{изн}}}{100}, \quad (3.8)$$

де $N_{\text{изн}}$ - норматив на відшкодування зношування спеціального оснащення.

Приймаємо $N_{\text{изн}} = 15\%$, тоді $Z_{\text{изн}} = 429,17 \cdot \frac{15}{100} = 64,37$ грн.

8. Витрати на освоєння виробництва обчислюємо за формулою:

$$Z_{\text{осв.пр}} = (Z_{\text{осн.зар.}} + Z_{\text{мат}}) \cdot \frac{N_{\text{осв.пр}}}{100}, \quad (3.9)$$

де $N_{\text{осв.пр}}$ - норматив витрат за освоєння виробництва.

Приймаємо $N_{\text{осв.пр}} = 10\%$, тоді $Z_{\text{осв.пр}} = (429,17 + 237) \cdot \frac{10}{100} = 66,67$ грн.

9. Витрати на управління складальним цехом фюзеляжу, в якому виготовляють низ шпангоуту №18, обчислюємо за формулою:

$$Z_{\text{уц}} = Z_{\text{осн.зар}} \cdot \frac{N_{\text{уц}}}{100}, \quad (3.10)$$

де $N_{уц}$ - норматив витрат за управління цехом.

Приймаємо $N_{уц}=30\%$, тоді $Z_{уц}=429,17 \cdot \frac{30}{100}=128,91$ грн.

Після проставлення у формулу (3.2) чисельних значень окремих статей витрат згідно з формулами (3.3) - (3.10) отримаємо підсумкову величину цехової собівартості виготовлення нервюри №18:

$C_{ц}=318,7 + 429,17 + 163,1 + 222,1 + 85,83 + 64,37 + 66,67 + 128,91 = 1478,9$ грн.

Приймаємо величину цехової собівартості виготовлення нервюри №18 заокруглено $C_{ц}=1500$ грн.

3.3.2 Розрахунок заводської собівартості складання нервюри №18

Розрахунок заводської собівартості виготовлення нервюри №18 робимо шляхом додавання до цехової собівартості СЦ таких витрат:

$$CЗ = C_{ц} + V_{ОМС} + V_{ОСМ} + V_{ЗВ} + V_{І}, \quad (3.11)$$

де $V_{ОМС}$ – витрати на обов'язкове медичне страхування;

$V_{ОСМ}$ - витрати на обов'язкове страхування майна;

$V_{ЗВ}$ - загальнозаводські витрати;

$V_{І}$ – інші виробничі витрати.

1. Витрати на обов'язкове медичне страхування обчислюємо як:

$$V_{ОМС} = Z_{осн.зар.} \cdot \frac{N_{ОМС}}{100}, \quad (3.12)$$

де $N_{ОМС}$ – норматив витрат за обов'язкове медичне страхування.

Приймаємо $N_{ОМС} = 2\%$, тоді $V_{ОМС}=429,17 \cdot 0,02=8,58$ грн.

2. Витрати на обов'язкове страхування майна визначаємо як:

$$V_{ОСМ} = Z_{осн.зар.} \cdot \frac{N_{ОСИ}}{100}, \quad (3.13)$$

де $N_{ОСИ}$ - норматив витрат за обов'язкове страхування имущества.

Приймаємо $N_{ОСИ}=5\%$, тоді $Z_{ОСИ}=429,17 \cdot \frac{5}{100}=21,45$ грн.

3. Загальнозаводські витрати обчислюємо за співвідношенням:

$$V_{ЗВ} = Z_{осн.зар.} \cdot \frac{N_{ОЗР}}{100}, \quad (3.14)$$

де $N_{ОЗР}$ - норматив загальнозаводські витрати.

Приймаємо $N_{ОЗР} = 80\%$, тоді $Z_{ОЗР}=429,17 \cdot \frac{80}{100}=343,33$ грн.

4. Інші виробничі витрати визначаємо як

$$V_{І} = Z_{осн.зар.} \cdot \frac{N_{пр}}{100}, \quad (3.15)$$

де $N_{пр}$ – норматив витрат за інші виробничі витрати.

Приймаємо $N_{пр}=10\%$, тоді $Z_{пр}=429,17 \cdot \frac{10}{100}=42,9$ грн.

Отримаємо підсумкову величину загальнозаводської собівартості виготовлення нервюри №18:

$$C_3 = 1500 + 8,58 + 21,45 + 343,33 + 42,9 = 1916,2 \text{ грн.}$$

3.3.3 Розрахунок повної собівартості виготовлення нервюри №18

Повна собівартість виготовлення низу шпангоуту №18 дорівнює:

$$СП = C_3 + З_{\text{бут}}, \quad (3.16)$$

де $З_{\text{бут}}$ - витрати на збут, що припадають на один виріб.

Розрахуємо витрати збут, використовуючи норматив витрат за збут $Н_{\text{збут}}=3\%$, тоді $C_3 = З_{\text{збут}} \cdot \frac{Н_{\text{збут}}}{100} = 1916,2 \cdot \frac{3}{100} = 57,5 \text{ грн.}$

Після проставляння у формулу (3.16) отримаємо повну собівартість виготовлення нервюри №18 $СП=1916,2+57,5=1983,7 \text{ грн.}$

Розрахунок прибутку від виготовлення нервюри №18 знайдемо як:

$$Пр = СП \cdot \frac{Н_{\text{пл.пр}}}{100}, \quad (3.17)$$

де $Н_{\text{пл.пр}}$ норматив на плановий прибуток.

Приймаємо $Н_{\text{пл.пр}}=25\%$, тоді $Пр=1983,7 \cdot \frac{25}{100}=496 \text{ грн.}$

3.3.4 Розрахунок планової оптової ціни виготовлення нервюри №18

Після розрахунку повної собівартості розрахуємо планову оптову ціну низу шпангоуту №18 без податку на додану вартість (ПДВ) за формулою

$$Ц_{\text{оп}} = Пр + C_{\text{п}} = 496 + 1983,7 = 2479,7 \text{ грн.}$$

Призначаємо відпускну ціну низу шпангоуту №18 з ПДВ за формулою

$$Ц_{\text{вд}} = Ц_{\text{оп}} + \text{ПДВ}, \quad (3.18)$$

де ПДВ знаходять як частину оптової ціни $\text{ПДВ} = Ц_{\text{оп}} \cdot \frac{Н_{\text{ндс}}}{100}$ через норматив ПДВ.

Приймаємо ПДВ = 20%, тоді $\text{ПДВ} = 2479,7 \cdot \frac{20}{100} = 495,94 \text{ (грн.)}$, відпускна ціна $Ц_{\text{вд}} = 2479,7 + 495,94 = 2975,64$.

Після розрахунку повної собівартості розраховуємо оптову собівартість нервюри №18 й враховуючи ПДВ (20%) та прибутку (15%):

$$ОЦ = СП \cdot 1,2 \cdot 1,15 = 1983,7 \cdot 1,2 \cdot 1,15 = 2737,5 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку собівартості складання нервюри №18 представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Результати розрахунку собівартості складання нервюри №18

Найменування показників	Значення, грн
Витрати на сировину та матеріали	318,7
Витрати на зворотні відходи	0
Заробітна плата виробничих робітників	429,17
Додаткова зарплатня виробничих робітників	163,1

Продовження таблиці 3.1	
Єдиний соціальний внесок	222,1
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	85,83
Витрати на відшкодування зносу обладнання	64,37
Витрати освоєння виробництва	66,67
Витрати управління цехом.	128,91
Разом: цехова собівартість виробу	1500
Витрати обов'язкове медичне страхування	8,58
Витрати обов'язкове страхування майна	21,45
Загальнозаводські витрати	343,33
Інші виробничі витрати	42,9
Разом: заводська собівартість виробу	1916,2
Витрати збут	57,5
Разом: повна собівартість виробу	1983,7
Оптова ціна виробу	2737,5
Прибуток з одиниці виробу	496

Висновки

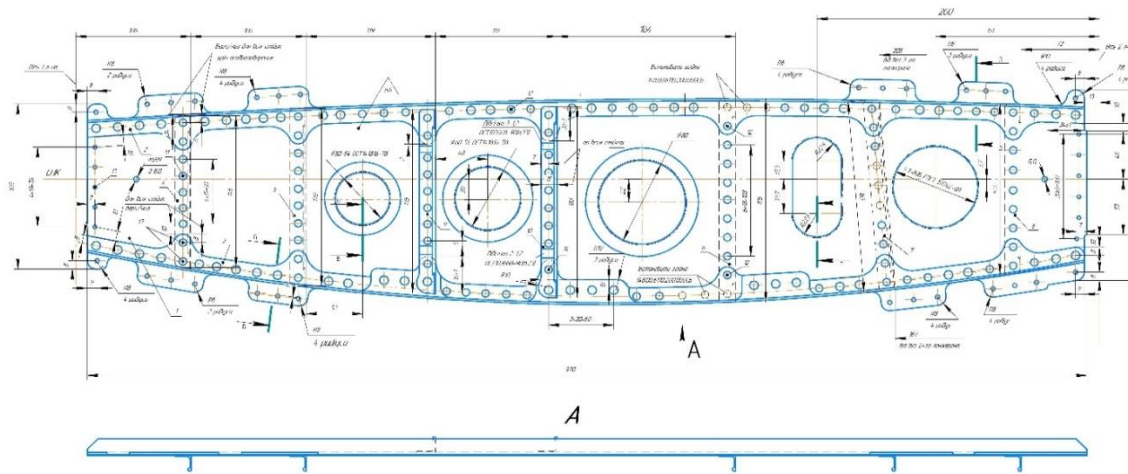
Повна собівартість складання нервюри №18 становила 1983,7 грн. Оптова ціна з урахуванням ПДВ дорівнює 2737,5 грн. Прибуток авіапідприємства з одної нервюри №18 становитиме 496 грн.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

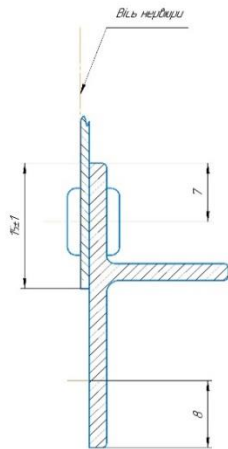
1. Технологія виготовлення деталей літальних апаратів з видаленням припуску: підручник / В. С. Кривцов, В. Т. Сікульський, Ю. В. Д'яченко, О. В. Шіпуль та ін. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2010. – 224 с.
2. Технология производства деталей летательных аппаратов размерной обработкой: учеб. пособие по лаб. практикуму / В. Т. Сикульский, Ю. В. Дьяченко, В. П. Божко и др. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьков. авиац. ин-т», 2017. – 180 с.
3. Вибір режимів різання при обробці деталей ЛА на верстатах із ЧПК : навч. посіб. до курс. і дипл. проектування / В. В. Воронько, Ю. В. Д'яченко, С. Д. Проскурін та ін. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2011. – 72 с.4.
4. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / Под ред. А. Г. Косиловой. – М. Машиностроение, 1985. – Т. 1. – 656 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / Под ред. А. Г. Косиловой. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.
6. Проектирование специальных станочных приспособлений / В. В. Воронько, Ю. В. Дьяченко, С. Д. Проскурин, В. Т. Сикульский. – Учеб. пособие по курсовому и дипломному проектированию. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2006. – 66 с.
7. Порядок оформления учебных документов: учеб. пособие / В. Н. Павленко, В. В. Воронько, Ю. А. Сысоев, И. М. Тараненко. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2013. – 76 с.

ДОДАТОК

104.ДПБ.14.3.02.01.000 СК



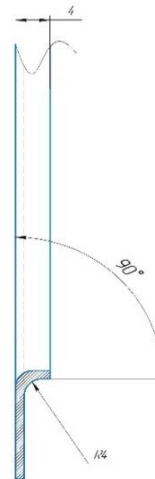
Б-Б(4:1)



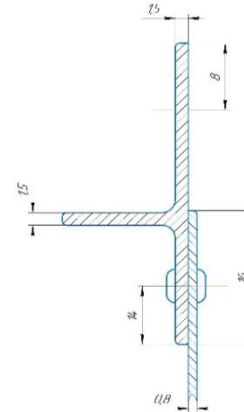
В-В (4:1)



Г-Г (4:1)



Д-Д (4:1)



- 1 Незазначені допустимі відхилення розмірів і розташування поверхонь згідно ОСТ 100022-80.
- 2 Верхній і нижній контури стінки і поясів ексцентриситні теоретичному контуру.
- 3 Деталі Б4 виготовляти і контролювати по шаблону.
- 4 Маркувати і клеїмувати складання згідно ОПИ 6, деталі Б4 на вільному від кріплення місці.
- 5 Клепання автоматичне і пресове не менше 70%.
- 6 Клепати згідно ТИЗ6-21-86.
- 7 Металізація згідно ОСТ 10125-82 за допомогою зацьлюпок, підготовка і захист від корозії місць металізації згідно ТИЗ6-8-91.
- 8 Покриття головок зацьлюпок після клепання Гр.ЗП-0215,520 ОСТ 190055-85.
- 9 Покриття деталей Б4 Ан.Окс.нхр/грунт ЗП-0215,400 ОСТ 190055-85.
- 10 Робоче середовище паливо.
- 11 Шорсткість оброблювальних поверхонь Б4 Rz=16.
- 12 Деталі із Д16АМ калити, група контролю 5 ОСТ 100021-78.
- 13 Гострі кромки скруглити радіусом 0,5мм.
- 14 Підсічки виконати в свіжезакаленому стані після перекалки заготовки, група контролю 5

104.ДПБ.14.3.02.01.000 СК				Лист	Розроб.	Перевір.
Деталь	№ докум.	Листів	Штук	Н	100	1,2
Розроб.	Листів	Штук				
Листів						
Листів						
Нервири №18 (складальне креслення)				ХАІ 14.3 гр.		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
А0			К104.ДПБ.14.3.02.01.000СБ	Складальне креслення		
<i>Детали</i>						
		1	К104.ДПБ.14.3.02.01.001	Стінка	1	
		2	К104.ДПБ.14.3.02.01.002	Пояс верхній	1	
		3	К104.ДПБ.14.3.02.01.003	Пояс нижній	1	
		4	К104.ДПБ.14.3.02.01.004	Стійка	1	
		5	К104.ДПБ.14.3.02.01.005	Стійка	1	
		6	К104.ДПБ.14.3.02.01.006	Стійка	1	
		7	К104.ДПБ.14.3.02.01.007	Стійка	1	
		8	К104.ДПБ.14.3.02.01.008	Стійка	1	
		9	К104.ДПБ.14.3.02.01.009	Стійка	1	
		10	К104.ДПБ.14.3.02.01.010	Стійка	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		4		Заклепка 3-7-Ан.ОКС- ОСТ134040-79	36	
		12		Заклепка 3,5-9-Ан.ОКС- ОСТ134040-79	22	
К104.ДПБ.14.3.02.01.000СБ						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата
Разраб.		Горбань В.П.				
Проб.		Дяченко Ю.В.				
Н.контр.						
Утв.						
Нервюра №18				Лит.	Лист	Листов
				Н	1	2
ХАІ 143 гр.						

Копировав

Формат А4

Перед. зят.

Спроб. №

Підп. і дата

Інв. № док.дл.

Взам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № подл.

К104.ДПБ.143.02.01

Technical drawing of a mechanical part, labeled "Качалка" (hammer). The drawing includes a front view, a side view, and a cross-sectional view (A-A). Dimensions and tolerances are specified throughout the drawing.

Key dimensions and features:

- Overall length: 150 mm
- Overall height: 615 mm
- Radius of curvature: R15, R5, R25, R12
- Angles: 70°, 60°
- Section A-A: Shows a cross-section with a diameter of $\phi 10$ and a surface finish of $\sqrt{Ra 20}$.
- Section A-A (bottom): Shows a cross-section with a diameter of $\phi 14$, a length of 58.5 mm, and a radius of R10.
- Surface finish: $\sqrt{Ra 20}$
- Material: 35 (✓)

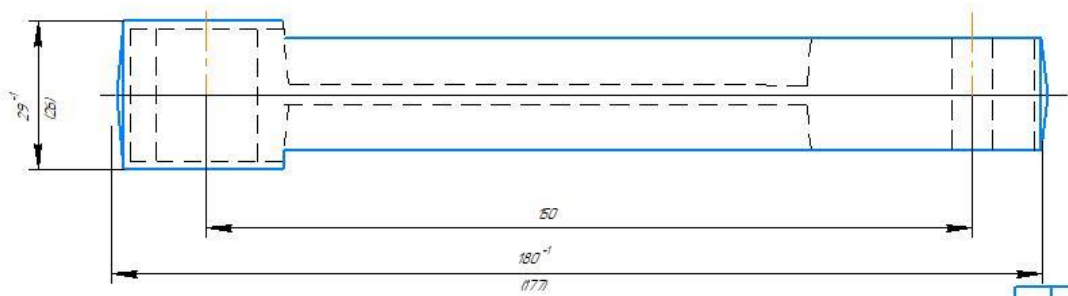
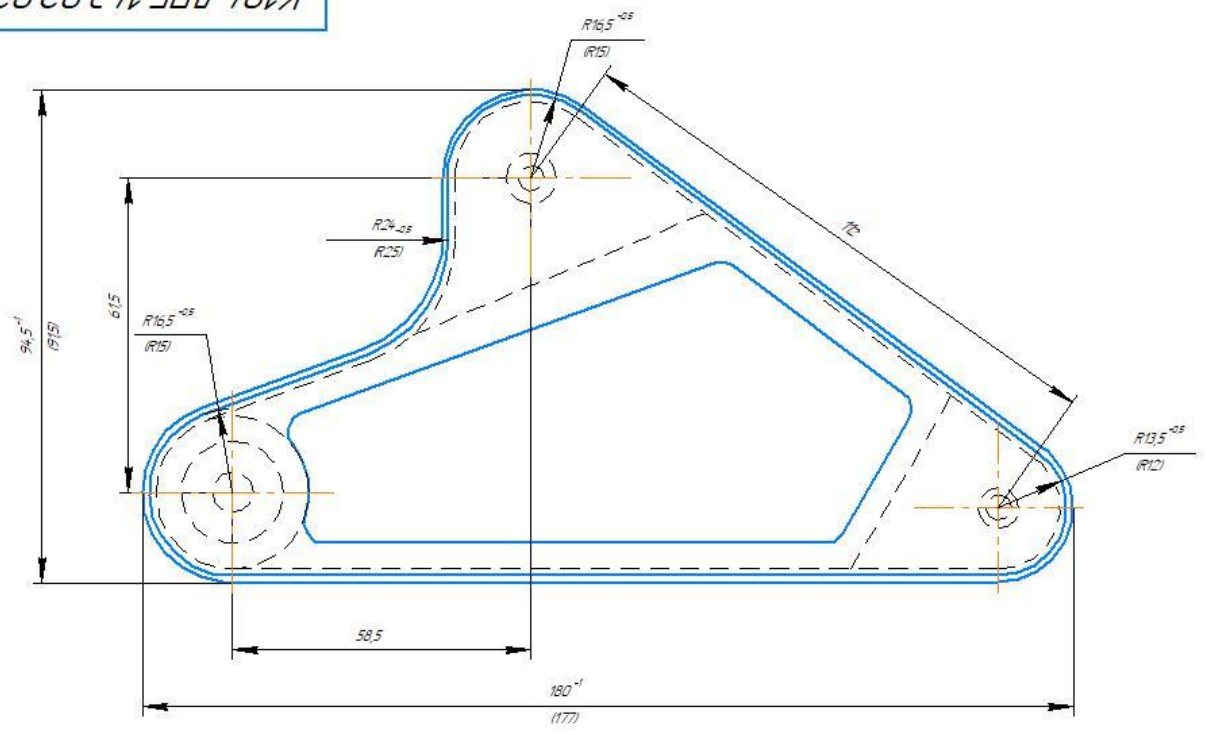
1 Штампування за ОСТ1 90073. Група контролю 3.
 2 Непозначені радіуси переходів необроблених поверхонь—R4.
 3 Гострі торці заокруглити R0.5.
 4 H12, h12 — IT12

К104.ДПБ.143.02.01			
Качалка	Лит.	Вага	Маштаб
	Н	0,27	1:1
АК6 ГОСТ 4 784-97		Аркуш	Аркушів 1
ХАІ зр. 143			
Копюваб		Формат А3	

K104.ДПБ.143.02.02



Перед. зос.
Спроб. №
Підп. і дата
Інв. № дудл.
Взам. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

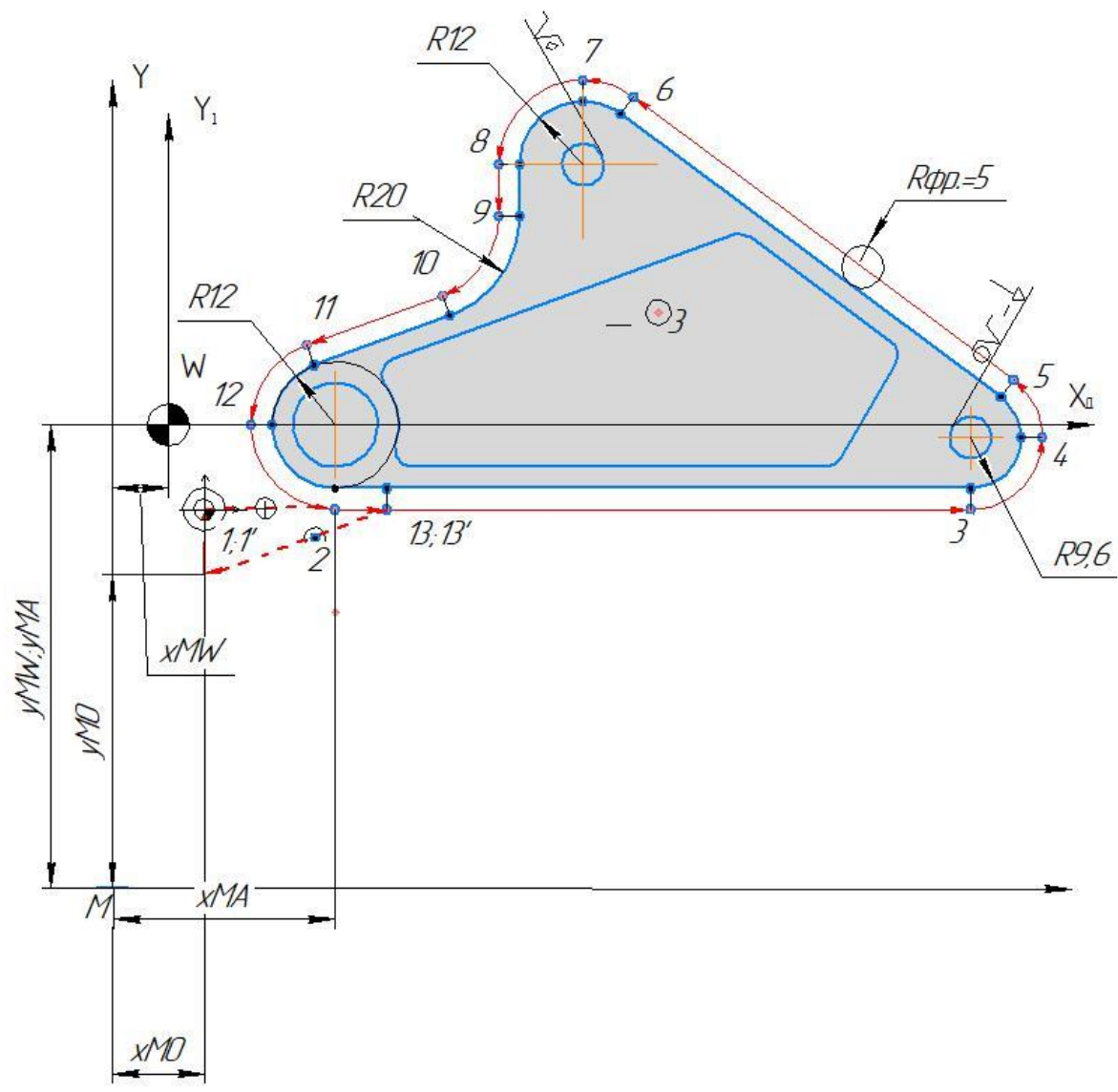


1. Штампування за ОСТ1 90073-85. Група контролю 3.
2. Штампувальні зовнішні наклони 5°, внутрішні 7°.
3. Непозначені радіуси заокруглень R4 мм.
4. Допуски на розміри зк ОСТ1 4 1187-78 кл.5.
5. Розміри в душках - чистові.

				K104.ДПБ.143.02.02			
Вим. Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата	Качалка (заготовка)	Лит.	Вага	Маштаб
Розроб.	Горбань В.П.				Н	0,4	1:1
Перед.	Д'яченко Ю.В.				Аркуш	Аркушів	1
Т.контр.					AK6 ГОСТ 4 784-97 XAI гр.143		
Н.контр.					Копіював Формат А3		
Зат.							

К104.ДПБ.143.02.04

Перв. эйс.
Справ. №
Підп. і дата
Інв. № докл.
Взам. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.



Номер опорной точки	Координаты опорных точек, мм		
	x	y	z
0	0	0	100
1:1	17.8	0	40
2	24.5	0	40
3	145	0	40
4	158.6	25.85	40
5	153.13	36.75	40
6	81.37	90.27	40
7	71.7	93.45	40
8	59.78	77.4	40
9	59.78	67.7	40
10	49.89	56.26	40
11	19.53	43.6	40
12	10.11	28.25	40
2	24.5	12.25	40
13:13'	34.74	12.25	40
0	0	0	100

Умовні позначення:

- траекторія робочого руху;
- траекторія допоміжного руху;
- переміщення зі зниженням одночасно;
- переміщення з підйоманням одночасно.

К104.ДПБ.143.02.04					
Розрахунково-технологічна карта			Літ.	Вага	Маштаб
			Н		
Вим. Аркуш	№ док.м.	Підп.	Дата	Аркуш	
Розроб.	Горбань В.П.			Аркушів 1	
Перев.	Д'яченко Ю.В.			ХАІ гр.143	
Т.контр.					
Н.контр.					
Зат.				Формат А3	

Копіював

										ГОСТ 3.1105-84 форма 2				
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
										K104.02100.14302	7	1		
				ХАІ, К104	104.ДПБ.143.02.01		-		-					
										Качалка		ДПБ	-	-
<p><i>Міністерство освіти і науки України</i> <i>Національний аерокосмічний університет</i> <i>ім. М.Є. Жуковського "ХАІ"</i></p>														
<p>ЗАТВЕРДЖУЮ</p> <p>Керівник ДПБ</p> <p>_____ <u>Д'яченко Ю.В.</u> <small>(підпис)</small> <small>(П.І.Б)</small> " _ " _____ 20<u>22</u> р.</p>														
<p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ на одиничний технологічний процес виготовлення деталі <u>"Качалка"</u></p>														
<p>Розробив студент <u>143</u> гр.</p> <p>_____ <u>Горбань В.П.</u> <small>(підпис)</small> <small>(П.І.Б)</small> " _ " _____ 20<u>22</u> р.</p>														
ТЛ														

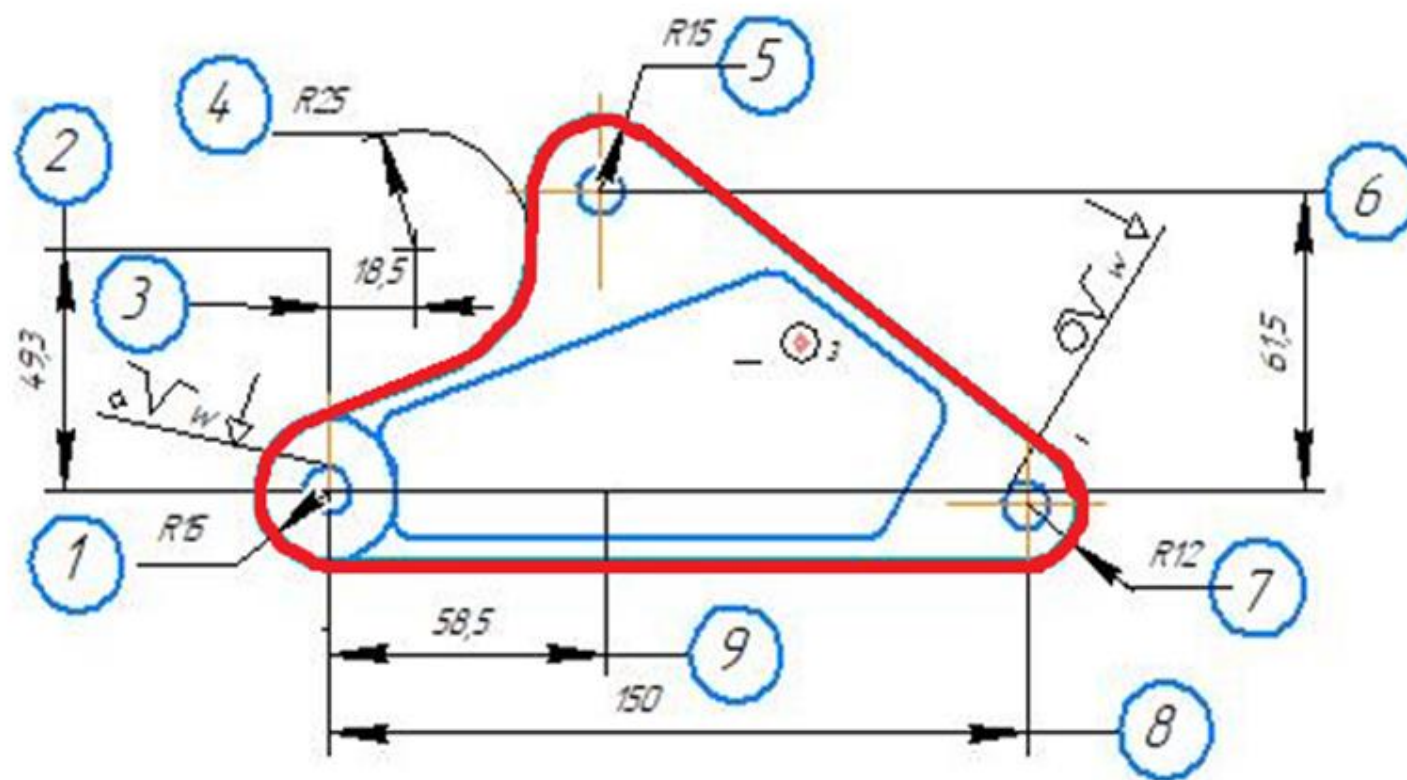
Розроб.	Горбань В.П.				XAI, K104				104.ДПБ.143.02.01				-				104.10100.00001					
Затверд.	Д'яченко Ю.В.				Качалка												ДПБ		-		-	
Н.контр.																						
M01	AK6 ГОСТ 4784-97																					
M02	Код		ЕВ		МД		ЕН		Н.расх.		КИМ		Код загот.		Профиль і розміри				КД		МЗ	
			кг		0,27		1				0,7		Штампування		177x81,5x22				1		0,4	
A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код,найменування операції								Позначення документа									
B	Код,найменування,обладнання										СМ	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	
A03			005		4262		Горизонтально-фрезерна						104.60142.00001; ПИ №72-04; ИОТ №144-82									
B04	6P83										Фрезер.											
05																						
A06			010		4214		Вертикально-свердлильна						104.60142.00002; ПИ № 72-13; ИОТ №140-83									
B07	2H125										Свердл.											
08																						
A09			015		4234		Фрезерна з ЧПК						104.60142.00003; 104.20142.00001; ПИ №72-04; ИОТ №144-82									
B10	MA-655A										Оператор											
11																						
A12			020		4262		Горизонтально-фрезерна						104.60142.00004; ПИ №72-04; ИОТ №144-82									
B13	6P83										Фрезер.											
14																						
15																						
МК																			2			

														ГОСТ 3.1118-82		форма 16	
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
														02100.14302		2	
														104.ДПБ.143.02.01		104.10100.00001	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документа							
Б	Код, найменування, обладнання					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	
К/М	Найменування деталі, зб. одиниці або матеріала					Позначення, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.		
A01				025	4261 Вертикально-свердлильна					104.60142.00005; ПИ № 72-13; ИОТ №140-83							
B02					2Н125					Свердл							
03																	
A04				030	0109 Зачистка					104.60101.00006; ИОТ №140-83							
B05					ВМПВ-100					Слесар							
06																	
A07				035	0200 Контроль					104.60102.00007							
B08					Плита контрольна					Контролер							
09																	
A10				040	0311 Контроль маси					104.60104.00008							
B11					Ваги ВНЦ-10 ГОСТ 13882-86					Контролер							
12																	
A13																	
B14																	
15																	
16																	
МК																3	

										ГОСТ 3.1404-86		форма 3		
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
										02100.14302		2	1	
Розроб.	Горбань В.П.			XAI, K104		104.ДПБ.143.02.01		-		104.60142.00003				
Затверд.	Д'яченко Ю.В.			Качалка								015		
Н.контр.														
Найменування операції				Матеріал		Твердість		ЕВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	КОИД
Фрезерна з ЧПК				AK6 ГОСТ 4784-97				кг	0,24	Штамповка 177x81,5x22			0,3	1
Обладнання, пристрій ЧПК				Позначення програми		To	Tв	Тпз.	Тшт.	СОЖ				
МА-655А										Емульсія				
Р				ПИ	D або B	L	t	i	S	n	V			
01					мм	мм	мм	шт	мм/хв	1/хв	м/хв			
002	1. Встановити деталь вручну та закріпити													
T03	(1) - пристосування													
04														
005	2. Фрезерувати по контуру згідно КЭ 104.20142.00001, витримуючи розміри 1-8; ПИ №72-04; ИОТ №144-82													
T06	(1) - втулка цанговая Ø10мм; (1) - фреза концевая Ø10мм ГОСТ17026-71													
P07					10	57	1		900	2500	126			
08														
009	3. Розкріпити, зняти													
T10	(1) - пристосування													
11														
12														
13														
OK	Обробка деталей на металоріжучих верстатах з ЧПК											4		

										ГОСТ 3.1404-86 форма 2а		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
										02100.14302	2	
										104.ДПБ.143.02.01	104.60142.00004	015
Р					ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
01						мм	мм	мм	шт	мм/хв	1/хв	м/хв
002	4. Контроль выполняемых размеров 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 14, 15, 17, согласно КЭ 104.20142.00001, размеров 12мм, 15мм, 34мм, 112мм, 1											
T03	согласно кресления											
P04	(1) - ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-80											
05												
006												
T07												
08												
009												
10												
T11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
OK											Обработка деталей на металлорежущих верстатах з ЧПК	
											5	

										ГОСТ 3.1105-84 , форма 7			
Дубл.													
Взам.													
Подл.													
										02100.14302	1	1	
Разраб.	Горбань В.П.			ХАІ, К104		104.ДПБ.143.02.01		-		104.20142.00001			
Утверд.	Д'яченко Ю.В.			Качалка									
Н.контр.													015



ГОСТ 3.1502-85 форма 2										
Дубл.										
Взам.										
Подл.										
								02100.14302	1	1
Разраб.	Горбань В.П.			XAI, K104	104.ДПБ.143.02.01			104.60102.00006		
Утверд.	Д'яченко Ю.В.									
Н.контр.										035
Найменування операції					Найменування, марка матеріала					МД
<i>Контроль</i>					<i>AK6 ГОСТ 4784-97</i>					0,27
Найменування обладнання				To	Tв					
<i>Плита контрольна</i>										
Р	Параметри, що контролюються	Код засобів ТО			Найменування засобів ТО			Об'єм і ПК	To/Tв	
001	1. 58,5; 61,5; 150				<i>ШЦ II-160-0,05 ГОСТ 166-80</i>			100		
002	2. Ø10; Ø14; Ø19h8				<i>Пробка ГОСТ 14810-69</i>			100		
003	3. 10H8; 2; 26h8				<i>ШЦ II-160-0,05 ГОСТ 166-80</i>			100		
004	4. Шорсткість оброб.поверхн.				<i>Зразки шорст. поверхн. ГОСТ 9378-75</i>			50		
005	5. Відхилення від співвіс.				<i>Пристосування контрольне</i>			100		
06	<i>вісей отворів 150+0.4 58.5+0.3 61.5+0.3</i>									
07										
08										
09										
10										
11										
12										
OK		Технічний контроль								7