

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 дипломної роботи
(тип кваліфікаційної роботи)
магістра
(освітній ступінь)

на тему «Технологія, оснащення та організація загального складання
пасажирського регіонального літака»

ХАІ.104.163.210.134.1601039ПЗ

Виконав: здобувач (ка) 2 курсу групи №163
Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
(код та найменування)

Спеціальність 134 «Авіаційна та ракетно-
космічна техніка»
(код та найменування)

Освітня програма «Технології виробництва
та ремонту літальних апаратів»
(найменування)

Христофоров М. Д.

Керівник: Юрій Д'ЯЧЕНКО
(прізвище та ініціали здобувача (ки))
(ім'я та прізвище)

Рецензент: Микола ЛИСИХ
(ім'я та прізвище)

Харків – 2021

ЗМІСТ

1	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	6
1.1	Конструктивно-технологічний аналіз базової конструкції.....	7
1.1.1	Опис конструкції пасажирського літака Ан-148	7
1.2	Перевірочний розрахунок базової панелі носового відсіку.....	11
1.2.1	Перевірочний розрахунок обшивки панелі на зсув.....	11
1.2.2	Перевірочний розрахунок стрінгера на розтягування	12
1.2.3	Перевірочний розрахунок стрінгера та обшивки при стисканні	13
1.3	Проектувальний розрахунок панелі із стільниковим заповнювачем.....	14
1.3.1	Розрахунок кріплення модифікованої панелі	19
1.3.2	Ваговий аналіз базової та модифікованої панелей.....	19
1.4	Технічні умови виготовлення носової частини фюзеляжу.....	20
2	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	21
2.1	Складання літака в цеху остаточного складання літака	22
2.1.1	Опис систем силової установки	25
2.1.2	Конструктивно-технологічний аналіз систем літака Ан-148	27
2.1.3	Складально-монтажні роботи, що виконуються в ЦОС.....	28
2.1.4	Оцінка технологічності конструкції літака Ан-148	30
2.1.5	Технічні умови поставки складальних одиниць у ЦОС	33
2.1.6	Засоби технологічного оснащення для остаточного складання	33
2.2	Технологія монтажу паливної системи літака Ан-148 в ЦОС.....	35
2.2.1	Опис паливної системи літака Ан-148.....	35
2.2.2	Трубопроводи та з'єднання паливної системи	37
2.2.3	Вимоги, що пред'являють до топливної системи перед монтажем	39
2.2.4	Оснащення для монтажу трубопроводів паливної системи	40
2.2.5	Технологія монтажу паливної системи літака	42
2.2.6	Контроль якості виконання монтажних робіт	43
2.2.7	Опресовування трубопроводів паливної системи.....	44
2.2.8	Промивання трубопроводів паливної системи	45
2.3	Засоби технологічного оснащення для остаточного складання літака	46
2.3.1	Позастендова комплектація двигуна	46
2.4	Технологічні розрахунки цеху остаточного складання літака	47
2.4.1	Визначення типу виробництва	48

2.4.2 Цикловий графік складально-монтажних робіт	49
2.4.3 Визначення штату цеху остаточного складання	51
2.5 Забезпечення якості складання літака у ЦОС	54
2.5.1 Комплексна система управління якістю у ЦОС	55
2.5.2 Система управління якістю	56
2.5.3 Рекомендації щодо підвищення якості виробу, що збирається	59
3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	61
3.1 Техніко-економічне обґрунтування проектування ЦОС літака Ан-148.....	62
3.1.1 Маркетингові дослідження ринку збуту продукції для визначення	62
програми випуску виробів	62
3.1.2 Аналіз ринку збуту	63
3.1.3 Маркетинг	64
3.2 Формування ринку попиту з урахуванням оцінки можливих ризиків	65
3.2.1 Реклама	65
3.2.2 Аналіз ризиків	66
3.3 Вихідні дані для техніко-економічних показників цеху	67
3.3.1 Визначення критичної програми випуску виробів.....	72
4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	75
4.1 Захист виробів АТ з допомогою лакофарбового покриття.....	76
4.1.1 Основні експлуатаційні властивості ЛФП	78
4.1.2 Нанесення розпізнавальних знаків на повітряні судна.....	81
4.1.3 Процес фарбування виробів АТ	82
4.1.4 Конструкція пневматичного фарбувального пістолета	85
4.1.5 Сучасні системи пневматичного розпилення ЛФМ.....	87
4.1.6 Дефекти пневматичного фарбування	89
4.1.7 Вимоги до техніки безпеки в цехах фарбування	91
4.1.8 Сучасні ЛФМ і обладнання для нанесення ЛФМ.....	93
4.1.9 Контроль якості лакофарбових покриттів.....	94
4.1.10 Обладнання для нанесення і сушіння ЛФМ	96
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	101
ДОДАТОК	103

1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

1.1 Конструктивно-технологічний аналіз базової конструкції

1.1.1 Опис конструкції пасажирського літака Ан-148

Пасажирський літак типу Ан-148 призначений для перевезення до 80 пасажирів в економічному класі, багажу, пошти та вантажів на внутрішніх та міжнародних авіалініях з можливістю базування на ЗПС зі штучним покриттям та підготовлених ґрунтових ЗПС.

З метою забезпечення гнучкості задоволення вимог різних авіакомпаній, а також для зниження експлуатаційних витрат і підвищення рентабельності перевезень передбачається сертифікація літака у варіантах з максимальною дальністю польоту від 2200 до 5100 км. Крейсерська швидкість польоту 820-870 км/год. Проведені маркетингові дослідження показали, що базовий літак за своїми техніко-економічними характеристиками відповідає вимогам великої кількості авіакомпаній.

Літак Ан-148 виконаний за схемою високоплана із двигунами Д-436-148, розміщеними на пілонах під крилом. Це дозволяє підвищити рівень захищеності двигунів та конструкції крила від пошкоджень сторонніми предметами. Наявність допоміжної силової установки, бортової системи реєстрації стану літака, а також високий рівень експлуатабельності та надійності систем дозволяють використовувати Ан-148 на мережі технічно слабких аеродромів.

Сучасне пілотажно-навігаційне та радіозв'язкове обладнання, застосування багатофункціональних індикаторів, електродистанційних систем керування польотом літака дозволяють використовувати Ан-148 на будь-яких повітряних трасах, у простих та складних метеоумовах, вдень та вночі, у тому числі на маршрутах з високою інтенсивністю польотів за високого рівня комфорту для екіпажу.

Комфорт пасажирам досягнуто раціональним компонуванням та складом сервісних приміщень, глибокою ергономічною оптимізацією загального та індивідуального простору пасажирського салону, застосуванням сучасних крісел, дизайну та матеріалів інтер'єру, а також створенням комфортних кліматичних умов та низького рівня шуму.

Раціонально обрана довжина пасажирського салону та розміщення пасажирів у ряду за схемою 2+3 дозволяють силами експлуатанта отримати різні однокласні та змішані компонування в діапазоні 55-80 пасажирів із салонами економічного, бізнес та першого класу.

Високий ступінь наступності конструктивно-технологічних рішень та експлуатаційної уніфікації Ан-148 з успішно експлуатованими літаками «Ан», використанням «Hi-Tech» компонентів обладнання та систем вітчизняного та зарубіжного виробництва забезпечують літаку Ан-148 високий конкурентний рівень економічної ефективності, технічної та експлуатаційної досконалості.

Загальний вигляд літака Ан-148 показано на рисунку 1.1.

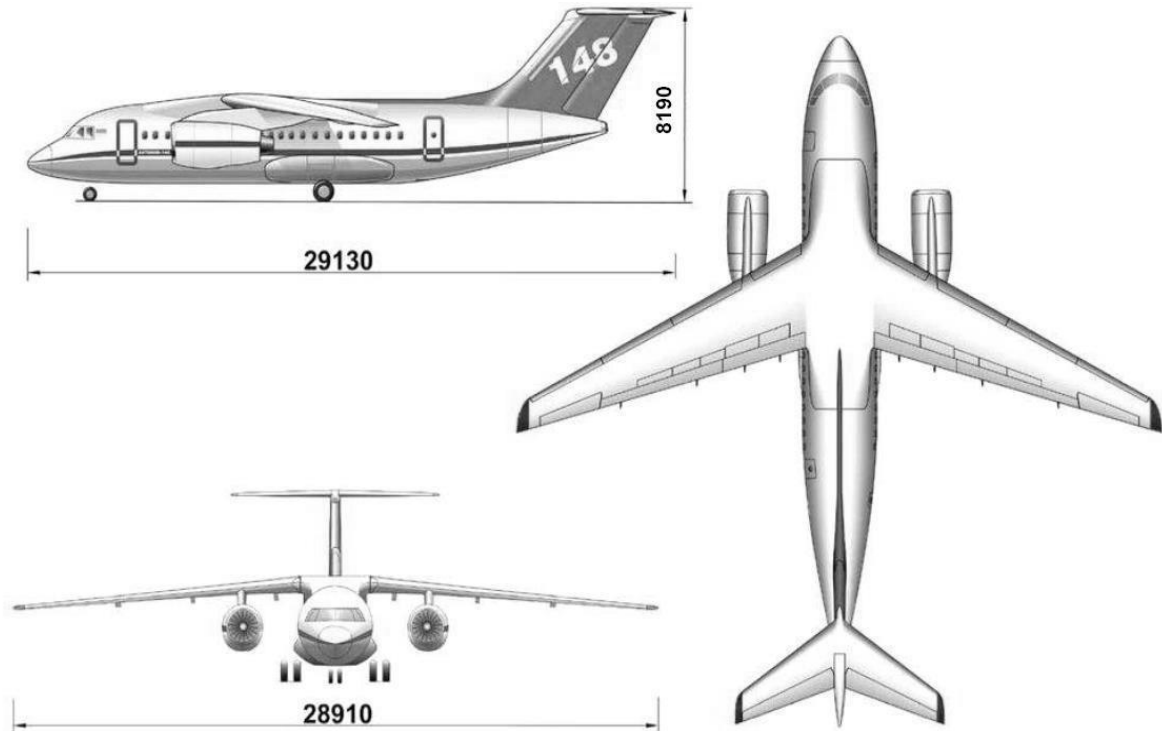


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд літака Ан-148

Технічне обслуговування літака Ан-148 засноване на задоволенні вимог міжнародних стандартів (ICAO, MSG-3) та забезпечує підтримку льотної придатності літака в межах життєвого циклу експлуатації станом з інтенсивністю до 300 год на місяць за мінімізації витрат на ТО (1,3 чол-год на 1 годину нальоту).

Розробка Ан-148 виконується на основі CALS-технологій та системи якості ISO 9000/9001-2000, що дозволяє підвищити якість конструкторської документації та проектних рішень, зменшити час та витрати у виробничому процесі, а також покращити супровід літака у його життєвому циклі.

Фюзеляж літака являє собою тонкостінну каркасну оболонку циліндричної форми в середній частині та конічній з подвійною кривизною форми носової та хвостової частин. Герметична частина фюзеляжу обмежена шпангоутами № 1 і 42. Каркас фюзеляжу, виконаний з алюмінієвих листових матеріалів 1163АТВ, 1163АМВ, Д16чАМВ і В95пчАМ, включає в себе працюючу обшивку, подовжній

набір з гнутих стрингерів, перегородки та каркас підлог у кабінах. Для виготовлення монолітних силових шпангоутів та кронштейнів використовуються поковки та штампування з матеріалу 1933Т3.

Основні льотно-технічні характеристики літака Ан-148 представлені у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні льотно-технічні характеристики літака Ан-148

Розмах крила, м	28,91
Довжина літака, м	29,13
Висота літака, м	8,19
Площа крила, м ²	87,32
Маса, кг	
- порожній літак	22490
- максимальна злітна	37780
- палива	12100
Тип двигуна	2 ТРДД Д436-148
Крейсерська швидкість, км/год	820-870
Практична дальність, км	
- з максимальним завантаженням	1070
Практична стеія, м	12500
Екіпаж, чол	2+3
Корисне навантаження:	80 пасажирів або до 9000 кг вантажу

Фюзеляж літака Ан-148 складається з трьох відсіків:

- носова частина Ф-1 (шп.1-12);
- середня частина Ф-2 (шп.12-33);
- хвостова частина Ф-3 (шп.33-50).

Між собою відсіки сполучаються різними стиками. Кожен із відсіків може незалежно збиратися у своїх складальних пристосуваннях (стапелях). Стикування відсіків може також виконуватися в процесі збирання відсіку Ф-2 на основі зібраного відсіку підлоги пасажирської кабіни та панелей Ф-2, або стикуванням остаточно зібраних відсіків Ф-1, Ф-2 та Ф-3 з використанням спеціального стенду.

Силові та герметичні шпангоути мають збірно-кльопану або монолітно-збірну конструкцію.

Підлога кабіни екіпажу складається з металевого настилу, герметичного над нішою передньої опори шасі, експлуатаційного лючка та легкознімної панелі, виконаних для доступу до обладнання систем у підпільному просторі.

У середній частині фюзеляжу виконаний центральний силовий відсік, в якому до силових шпангоутів № 18 і 23 і поздовжніх балок між ними кріпиться центроплан крила, а до силових шпангоутів № 25 і 27 кріпляться стійки основних опор шасі.

У фюзеляжі між шпангоутами № 7 і 42 розташована пасажирська кабіна, в якій є підлога, бортові вікна, передні входні двері з вбудованим трапом, задні входні двері, дві службові двері, нижче підлоги пасажирської кабіни у фюзеляжі є два багажні люки.

Основні конструктивні матеріали, застосовані у фюзеляжі:

- 1163АТВ та 1163АМВ, Д16чАТВ – обшивки;
- Д16чТ, В95ПчТ2, Д16АМ – типові стрінгери;
- 1163АМВ, Д16чАМ – типові шпангоути;
- 1933ТЗ – силові шпангоути та кронштейни;
- 1163АМВ, АТВ – підкладні листи в гермозонах, в інших зонах-Д16чАМ.

У носовій частині фюзеляжу літака Ан-148 виділено такі підбірки:

- нижній відсік з підлогами та нішою шасі (шп1-12);
- верхні секції панелей із каркасом ліхтаря (шп1-12).

Панелі носової частини подвійної кривизни з'єднані між собою поздовжніми стиками. Поздовжні стики панелей виконані «внапуск». Поперечні стики панелей виконані «встик». Як на поздовжніх, так і поперечних стиках панелей клепка виконана заклепками В65. Зазори поперечних стиків заповнюються герметиком УЗОМЕС-5М.

Всі панелі збірні, стрінгера типу виконані з листа 1163АМВ товщиною 2 мм. Стрінгери кріпляться до обшивки за допомогою заклепувального з'єднання. Стрінгери мають кутовий переріз, виконані з Д16АМ. Кріплення секцій обводів здійснюється за допомогою заклепувальних з'єднань.

Нижній відсік носової частини складається з підлоги пілотів з нішою шасі, шпангоуту 1, низинок шпангоутів 2-12 та нижніх панелей. Підлога пілотів виконана з листа Д16Т товщиною 2,5 мм з приклепанними стрінгерами кутового перерізу. Застосування клеєклепаних та клейозварювальних сполук покращує вібростійкість та ресурс літака.

Конструкторське креслення відсіку Ф-1 представлено у додатку.

1.2 Перевірочний розрахунок базової панелі носового відсіку

Бічна нижня панель (рисунок 1.2) є типовим представником загальної конструкції носового відсіку Ф-1. Металева панель складається з обшивки, стрінгерів та боковин шпангоутів. Обшивка подвійної кривизни виконана з листа Д16АТ товщиною 1,5 мм з межею міцності $\sigma_B = 440$ МПа.

Стрінгери та боковини шпангоутів виконані з Z-подібного профілю та кріпляться до обшивки за допомогою однорядного заклепувального шва, повну схему представлено у додатку.

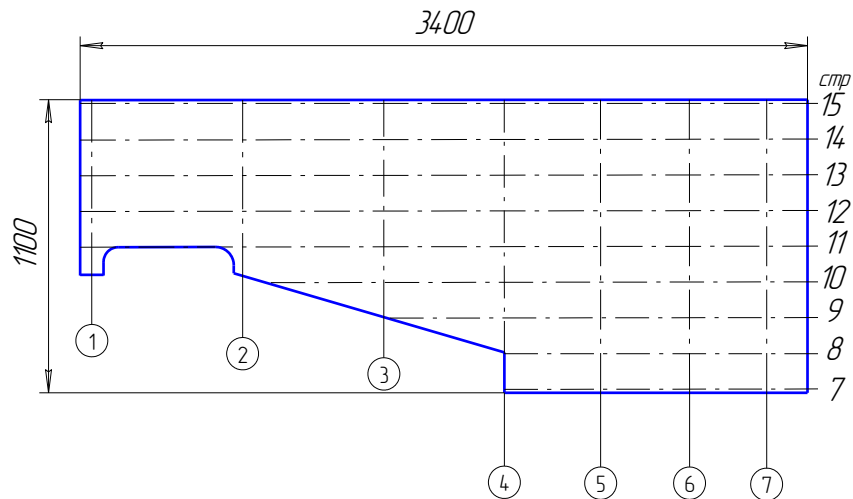


Рисунок 1.2. – Схема бічної нижньої панелі фюзеляжу (базовий варіант)

Розглянута панель знаходиться в області розтягування. Проведемо перевіірочні розрахунки обшивки на зсув, стрінгерів на розтяг і на втрату стійкості обшивки та стрінгерів при стисканні.

1.2.1 Перевірочний розрахунок обшивки панелі на зсув

Обшивка базової панелі, що розглядається, працює на зсув. Знайдемо максимальну дотичну напругу в обшивці:

$$\tau_o = \frac{q_0}{\delta}, \quad (1.1)$$

де $\delta = 1,5$ мм – товщина обшивки;

q_0 – дотичне зусилля від впливу крутного моменту $M_{кр}$, що визначається за формулою

$$q_0 = \frac{M_{кр}}{\Omega} = \frac{79,32}{10,05} = 7,89 \frac{\text{кН}}{\text{м}}, \quad (1.2)$$

де $\Omega = 10,05$ м² – подвоєна площа зовнішнього контуру.

$$\tau_{\delta} = \frac{7,89}{1,5} = 5,26 \text{ МПа.}$$

Тоді за формулою (1.1) маємо: $\tau_{\text{разр.}} = 0,4\sigma_B = 0,4 \cdot 440 = 176 \text{ МПа};$

$$\tau_{\delta} < \tau_{\text{разр.}}$$

Висновок: обшивка базової панелі витримає навантаження зсуву.

1.2.2 Перевірочний розрахунок стрінгера на розтягування

Стрінгери базової панелі, що розглядається, працюють на розтяг. Силу розтягування визначають за формулою:

$$P = \frac{M_u}{H_{cp}}, \quad (1.3)$$

де H_{cp} – середня висота перерізу, що визначається як

$$H_{cp.} = 0,9D_{\phi} = 0,9 \cdot 2,6 = 2,34 \text{ м,}$$

$D_{\phi} = 2,6$ м – діаметр фюзеляжу для заданого перерізу.

Тоді сила розтягування дорівнює $P = \frac{408,339}{2,34} = 174,5 \text{ кН.}$

Розрахункову руйнівну напругу обчислимо за формулою:

$$\sigma_{cmp}^p = \frac{P}{n(K_2 \cdot F_{cmp} + K_3 \cdot \varphi \cdot \delta \cdot t)}, \quad (1.5)$$

де $n = 13$ – кількість стрінгерів;

$K_2 = 0,9$ – коефіцієнт, що враховує ослаблення поперечного перерізу стрінгера отворами під заклепки [1];

$F_{cmp} = 122,6 \text{ мм}^2$ – площа поперечного перерізу одного стрінгера [1];

$K_3 = 0,8$ – коефіцієнт, враховує ослаблення обшивки отворами під заклепки у місцях стику обшивок й у місцях кріплення до обшивки шпангоутів і стрінгерів, і відмінності у коефіцієнтах пружності через недосконалість натягу обшивки при клепке [1];

$\varphi = 1$ – коефіцієнт, що враховує у діаграмах, якщо матеріали стрінгерів та обшивок мають різні механічні характеристики [1];

$t = 200$ мм – відстань між стрінгерами.

Тоді розрахункова руйнівна напруга дорівнює:

$$\sigma_{cmp}^p = \frac{174,5 \cdot 10^3}{13 \cdot (0,9 \cdot 122,6 + 0,8 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 200)} = 38,31 \text{ МПа} < \sigma_B \cdot K_1 = 352 \text{ МПа,}$$

де $K_1 = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує вплив концентраторів напруг у силових елементах за наявності отворів, стрибків жорсткості чи зварних швів [1].

1.2.3 Перевірочний розрахунок стрінгера та обшивки при стисканні

У процесі експлуатації літака базова панель, що розглядається, може працювати не тільки на розтяг, але і на стиск. При стиску зазвичай розраховують панель на втрату стійкості.

Визначимо критичну напругу при місцевій втраті стійкості стрінгера як:

$$\sigma_{кр.стр.}^м = \frac{0,9K_{\sigma}E}{(b/s)^2}, \quad (1.6)$$

де $K = 4$ – коефіцієнт, що враховує умови закріплення стінки [1];

$E = 72000$ МПа – модуль пружності металу Д16АТ;

$b = 20$ мм і $s = 1,5$ мм – ширина та товщина стінки, що втрачає стійкість як пластина.

Тоді за формулою (1.6):

$$\sigma_{кр.стр.}^м = \frac{0,9 \cdot 4 \cdot 72000}{(20/1,5)^2} = 1457,98 \text{ МПа} > \sigma_B = 440 \text{ МПа}.$$

Так як критичне напруження при місцевій втраті стійкості стрінгера більше межі міцності, то визначимо критичну напругу втрати стійкості за такою формулою:

$$\sigma_{кр}^{стр} = \sigma_{Встр.} \frac{1+\nu}{1+\nu+\nu^2} = 440 \frac{1+0,302}{1+0,302+0,302^2} = 411,26 \text{ МПа}, \quad (1.7)$$

де $\nu = \sigma_{кр}/\sigma_B = 0,302$.

Визначимо критичну напругу за загальної втрати стійкості

$$\sigma_{кр.}^o = \mu \frac{\pi^2 EI}{l^2 F}, \quad (1.8)$$

де $\mu = 0,7$ – коефіцієнт, що враховує умови спирання на кінцях [1];

$I = 1,043$ см⁴ – момент інерції перерізу [1];

$l = 0,45$ м – відстань між шпангоутами.

Тоді за формулою (1.7) маємо $\sigma_{кр.}^o = 0,7 \frac{3,14^2 \cdot 72000 \cdot 1,043}{45^2 \cdot 1,226} = 208,77 \text{ МПа}$.

Максимальне зусилля стиснення в стрінгери $N = P/n = 174500/13 = 13423 \text{ Н}$, тоді визначимо діючу напругу як:

$$\sigma_o = \frac{N}{F} = \frac{13423}{122,6} = 109,49 \text{ МПа}.$$

Коефіцієнт запасу міцності дорівнюватиме $\eta = \frac{\sigma_{разр.}}{\sigma_{дейста}} = \frac{208,77}{109,49} = 1,91$.

Внаслідок виконаних перевірочних розрахунків базова панель задовольняє вимогам міцності.

1.3 Проектувальний розрахунок панелі із стільниковим заповнювачем

У зв'язку зі збільшеними вимогами до ваги ефективності сучасних літаків все більш широке застосування отримують конструкції з високою питомою міцністю, що складаються з меншої кількості деталей та з'єднуються в єдине ціле за допомогою склеювання. Вирішення цього питання полегшується застосуванням шаруватих конструкцій із полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) зі стільниковим заповнювачем [2].

Основний вид втрати несучої здатності тонкостінної конструкції – втрата стійкості чи неприпустимо великі прогини. Для забезпечення спільної роботи несучих шарів ПКМ між ними розміщують легкий заповнювач, функції якого полягають у запобіганні зближення несучих шарів і забезпечення їх спільної роботи при згинанні панелі.

Оскільки для симетричної структури масова ефективність найбільша (у разі обумовлена максимальним моментом інерції), вважатимемо конструкцію тришарової панелі симетричної щодо серединної поверхні (рисунок 1.3).

Матеріал несучих шарів – склотканина Т-10-80 (таблиця 1.1), просочена сполучною 5-211Б, заповнювач стільниковий ССП-1П-4,2 (таблиця 1.2) та клей ВК-32-200 (таблиця 1.3).

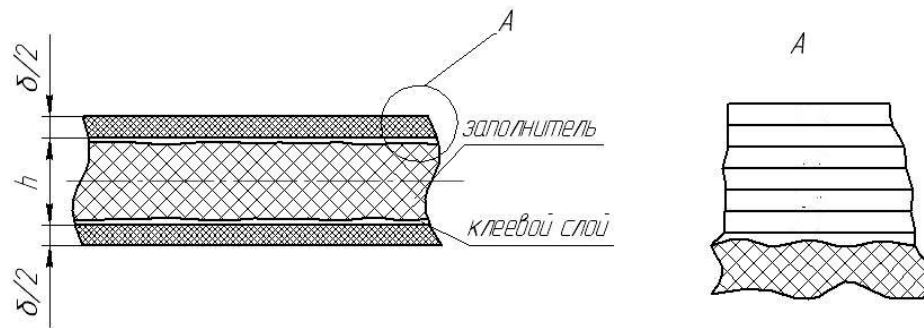


Рисунок 1.3 – Конструктивна схема тришарової панелі із ПКМ

Таблиця 1.1 – Фізико-механічні характеристики несучих шарів панелі

Поверхнева густина γ , кг/м ²	0,29
Модуль пружності при поздовжньому розтягуванні E_x , ГПа	24
Модуль пружності при поперечному розтягуванні E_y , ГПа	16
Модуль пружності при зсуві в площині шару G_{12} , ГПа	4
Головний коефіцієнт Пуассона μ_{12}	0,26
Межа міцності при поздовжньому розтягуванні F_{1P} , МПа	350
Межа міцності при поздовжньому стисканні F_{1C} , МПа	280
Межа міцності при поперечному розтягуванні F_{2P} , МПа	300
Межа міцності при поперечному стиску F_{2C} , МПа	250
Межа міцності при поздовжньому та поперечному розтягуванні F_{12} , МПа	45
Модуль пружності при міжшаровому зсуві G_{MC} , ГПа	1,80
Товщина моношару δ_0 , мм	0,25
Ширина, мм	900

Таблиця 1.2 – Характеристики стільникового заповнювача ССП-1П-4,2

Товщина заповнювача, мм	0,1
Радіус осередку заповнювача R , мм	4
Висота заповнювача h , мм	18
Щільність заповнювача $\rho_{зап}$, кг/м ³	60
Міцність при стисканні $\sigma_{В зап.}$, МПа	2
Модуль зсуву G_c , ГПа	27

Таблиця 1.3 – Характеристики плівки клею ВК-32-200

Межа міцності при зсуві при $t=20^\circ\text{C}$, МПа	13,50
Межа міцності при нерівномірному відриві, МПа	3,50
Щільність клею $\rho_{кл}$, кг/м ³	930
Товщина клейового шва $\delta_{кл}$, мм	0,18

Визначимо товщину шару, що несе:

$$\frac{\delta_{расч}}{2} = \frac{P}{A \cdot F_{12}} = \frac{174,5}{4,88 \cdot 45} = 0,79 \text{ мм.}$$

Визначимо кількість моношарів:

$$m = \frac{\delta_{расч}}{2\delta_0} = \frac{0,79}{0,25} = 3,16.$$

Приймаємо кількість моношарів $m=4$, тоді товщина несучого шару дорівнюватиме:

$$\frac{\delta}{2} = m\delta_0 = 4 \cdot 0,25 = 1 \text{ мм.}$$

Прийmemo товщину стільникового заповнювача $h=18$ мм та визначимо критичні зусилля втрати стійкості за формулою

$$q_{кр}^3 = \frac{\pi^2 \cdot \sqrt{D_1 \cdot D_2}}{A^2} \cdot K_{xy}, \quad (1.9)$$

де D_1, D_2, D_3 – осьові жорсткості, які визначають за формулами:

$$D_1 = \frac{E_x}{(1 - \mu_{xy} \cdot \mu_{yx})} \left[\frac{\delta^3}{6} + 2 \cdot \delta \cdot \left(h + \frac{\delta}{2} \right)^2 \right] = \frac{24}{(1 - 0,26 \cdot 0,26)} \left[\frac{2^3}{6} + 2 \cdot 2 \cdot (18 + 1)^2 \right] = 37202,83 \text{ Нм.}$$

$$D_2 = \frac{E_y}{(1 - \mu_{xy} \cdot \mu_{yx})} \left[\frac{\delta^3}{6} + 2 \cdot \delta \cdot \left(h + \frac{\delta}{2} \right)^2 \right] = \frac{16}{(1 - 0,26 \cdot 0,26)} \left[\frac{2^3}{6} + 2 \cdot 2 \cdot (18 + 1)^2 \right] = 24801,89 \text{ Нм.}$$

$$D_{12} = \frac{E_x \cdot \mu_{yx}}{(1 - \mu_{xy} \cdot \mu_{yx})} \left[\frac{\delta^3}{6} + 2 \cdot \delta \cdot \left(h + \frac{\delta}{2} \right)^2 \right] = \frac{24 \cdot 0,26}{(1 - 0,26 \cdot 0,26)} \left[\frac{2^3}{6} + 2 \cdot 2 \cdot (18 + 1)^2 \right] = 9672,74 \text{ Нм.}$$

$$D_{33} = G_{12} \left[\frac{\delta^3}{6} + 2 \cdot \delta \cdot \left(h + \frac{\delta}{2} \right)^2 \right] = 4 \left[\frac{2^3}{6} + 2 \cdot 2 \cdot (18 + 1)^2 \right] = 5781,32 \text{ Нм.}$$

$$D_3 = D_{12} + 2 \cdot D_{33} = 9672,74 + 2 \cdot 5781,32 = 21235,38 \text{ Нм.}$$

$K_{xy}=4,82$ – коефіцієнт спирання, який залежить від пружних характеристик КМ та співвідношення сторін стінки,

$$\frac{D_2}{D_1} = 0,67, \quad \frac{D_3}{D_1} = 0,57 \quad \frac{A}{B} = 3,3 ;$$

тоді за формулою (1.9) критичні зусилля дорівнюватимуть:

$$q_{кр}^3 = \frac{3,14^2 \cdot \sqrt{37202,83 \cdot 24801,89}}{4,88^2} \cdot 4,82 = 60,62 \frac{\kappa H}{м}.$$

Визначимо значення критичної напруги :

$$\sigma_{кр} = \frac{q_{кр}^3}{\delta} = \frac{60,62}{2} = 30,31 \text{ МПа}.$$

Діюче зусилля буде рівним:

$$q_{\delta} = \frac{P}{A} = \frac{174,5}{4,88} = 35,76 \frac{\kappa H}{м}.$$

Діюча напруга матиме величину:

$$\sigma_{\delta} = \frac{q_{\delta}}{\delta} = \frac{35,76}{2} = 17,88 \text{ МПа}.$$

Умова $\sigma_{кр} \geq \sigma_{\delta}$ виконується.

Ще один вид втрати несучої здатності панелей із заповнювачем – руйнування від дотичних напруг, що виникають при згинанні, і рівні:

$$\tau_{\delta} = \frac{M_u \cdot 2R}{B \cdot h} = \frac{408,339 \cdot 2 \cdot 4,2}{1500 \cdot 18} = 0,12 \text{ МПа}.$$

Межа міцності при згинанні дорівнює: $\tau_{Взан} = 0,15 \sigma_{Взан} = 0,15 \cdot 2 = 0,3 \text{ МПа}.$

Умова $\tau_{Взан} \geq \tau_{\delta}$ виконується.

Обчислимо максимальний прогин панелі між шпангоутами на відстані $L=0,5$ м:

$$W_{\max} = \frac{16Q_z}{\pi^2} \left[\frac{1 + \frac{D_w}{J_x J_y} + \frac{\pi^2}{J_x} \left(\frac{D_1}{L^2} + \frac{D_{33}}{B^2} \right) + \frac{\pi^2}{J_y} \left(\frac{D_2}{B^2} + \frac{D_{33}}{L^2} \right)}{L_w + D_w \pi^2 \left(\frac{1}{J_y L^2} + \frac{1}{J_x B^2} \right)} \right], \quad (1.10)$$

де J_x, J_y - зсувні жорсткості, які розраховують як

$$J_x = 0,866 \frac{\delta_{zan}}{R_{zan}} G_c h = 0,866 \cdot \frac{0,1}{4,2} \cdot 27 \cdot 10^9 \cdot 0,018 = 10,02 \frac{MH}{m^3},$$

$$J_y = 0,577 \frac{\delta_{zan}}{R_{zan}} G_c h = 0,577 \cdot \frac{0,1}{4,2} \cdot 27 \cdot 10^9 \cdot 0,018 = 6,68 \frac{MH}{m^3},$$

а коефіцієнти L_w, D_w визначаються так

$$L_w = \pi^4 \left(\frac{D_1}{L^4} + 2 \frac{D_3}{L^2 B^2} + \frac{D_2}{B^4} \right) = 3,14^4 \left(\frac{37202,83}{0,5^4} + 2 \frac{21235,38}{0,5^2 \cdot 1,5^2} + \frac{24801,89}{1,5^4} \right) = 65680897,81 \frac{H}{m^3};$$

$$D_w = D_{33} L_w + \frac{\pi^4}{L^2 B^2} (D_1 D_2 - D_3^2) =$$

$$= 5781,32 \cdot 65680897,81 + \frac{3,14^4}{0,5^2 \cdot 1,5^2} (37202,83 \cdot 24801,89 - 21235,38^2) = 380194047260,52 \frac{H^2}{m^3};$$

тоді за формулою (1.10) максимальний прогин дорівнюватиме:

$$W_{\max} = \frac{16 \cdot 75570}{3,14^2} \left[\frac{1 + \frac{380194047260,52}{10,02 \cdot 6,68 \cdot 10^{12}} + \frac{3,14^2}{10,02 \cdot 10^6} \left(\frac{37202,83}{0,5^2} + \frac{5781,32}{1,5^2} \right) + \frac{3,14^2}{6,68 \cdot 10^6} \left(\frac{24801,89}{1,5^2} + \frac{5781,32}{0,5^2} \right)}{65680897,81 + 380194047260,52 \cdot 3,14^2 \left(\frac{1}{6,68 \cdot 10^6 \cdot 0,5^2} + \frac{1}{10,02 \cdot 10^6 \cdot 1,5^2} \right)} \right] = 2,17 \text{ мм.}$$

Допустимий прогин становить 2% від відстані між шпангоутами, тоді $[W] = 0,01 \cdot L = 0,01 \cdot 500 = 5 \text{ мм}$. Умова $W_{\max} < [W]$ виконується.

Результати розрахунків показують, що спроектована композитна панель відповідає вимогам міцності.

1.3.1 Розрахунок кріплення модифікованої панелі

Панель кріпиться по периметру заклепками, з торців до шпангоутів встик з іншими панелями. Заклепки розраховуються на зріз, а потім панель перевіряється на стиск. Заклепки з матеріалу Д16П, $\sigma_p=400$ МПа; $\tau_{cp}=240$ МПа.

Діаметр заклепки приймається рівним 3мм. На панелі діє поперечна сила $Q_y=75,57$ кН і момент, що крутить, $M_k=79,32$ кНм.

Обчислюємо навантаження, яке повинні сприймати заклепки:

$$P_3 = \frac{Q_y}{0,8 \cdot D} + \frac{M_k}{2 \cdot D^2 \cdot \pi / 4} = \frac{75,570}{0,8 \cdot 2,6} + \frac{79,320 \cdot 4}{2 \cdot 2,6^2 \cdot 3,14} = 43,805 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

Периметр панелі становить $A+B=4,88+1,5=6,38$ м. Кількість заклепок розраховуємо як $n \geq \frac{4 \cdot P_3(A+B)}{\tau_{cp} \cdot \pi \cdot d_3^2} = \frac{4 \cdot 43805 \cdot 6,38}{240 \cdot 3,14 \cdot 3^2} \approx 165$. Якщо заклепки встановити з кроком 30 мм, отримаємо кількість заклепок 220 штук. Перевіримо панель на стиск для $[\sigma]=270$ МПа.

$$\sigma = \frac{P_3(A+B)}{\delta \cdot d_3 \cdot n} = \frac{43805 \cdot 6,38}{3,5 \cdot 3 \cdot 220} = 121 < 270 \text{ МПа}.$$

Міцність кріплення модифікованою панелі із ПКМ достатня.

1.3.2 Ваговий аналіз базової та модифікованої панелей

Підвищена стійкість стільникових конструкцій при стиску та зсуві дозволяє конструювати їх без підкріплення поздовжнім набором при збільшеній відстані між шпангоутами. Панелі із стільниковим заповнювачем, володіючи високою стійкістю, дозволяють застосовувати несучі обшивки товщиною близько 0,5...1,2 мм, що дуже важливо для зниження ваги конструкції. Оцінимо вагову ефективність конструкції модифікованої панелі з ПКМ із стільниковим заповнювачем щодо базової.

Маса базової панелі $m_{баз} = 15,42$ кг.

Масу модифікованої панелі визначимо за формулою [2]

$$G = A \cdot B(\gamma + h \cdot \rho_{зан} + \delta_{кл} \cdot \rho_{кл}) = 4,88 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3}(0,29 + 18 \cdot 0,06 + 0,18 \cdot 0,93) = 11,25 \text{ кг}.$$

Тоді вигреш у масі складе $m_{баз} - m_{мод} = 15,42 - 11,25 = 4,17$ кг.

Креслення модифікованої панелі з ПКМ із стільниковим заповнювачем представлено у додатку.

1.4 Технічні умови виготовлення носової частини фюзеляжу

Технічні умови являють собою перелік вимог до точності ув'язки, ступеня закінченості елементів, що входять до складу складального агрегату, можливим відхиленням форми і розмірів, виконання з'єднань і посадок, шорсткості поверхні, термічної обробки, а також до умов випробування та контролю виробу, що збирається.

Технічні умови виготовлення носової частини фюзеляжу пасажирського літака Ан-148:

1. Теоретичні креслення: 148.01.0080.532.001ТЧ.
2. Зазори в стиках листів обшивки допускаються не більше 0,5...1,0 мм та місцеві до 1,5 мм на довжині 500...800 мм.
3. Зчленування, що виходять на зовнішню поверхню відсіку Ф1, повинні бути загерметизовані з обов'язковим заповненням зазору на всю його глибину ПП 140.00.1101.0001.000І.
4. Допускається непрямолінійність заклепувального шва ± 1 мм.
5. Виступання потайних головок гвинтів та заклепок допускається не більше 0,15 мм.
6. На поверхні обшивок не допускаються хлопуни, вм'ятини.
7. Не допускаються задираки, ризики на поверхні панелей, що виходять на зовнішній контур.
8. Відхилення зовнішньої поверхні каркаса ліхтаря від теоретичного контуру фюзеляжу допускається трохи більше 1 мм.
9. Між обтічником РЛС та конструкцією носового відсіку фюзеляжу по стику дозволяється виступ величиною до 0,5 мм по потоку та проти потоку на розмітці не більше 50 % периметра стику.
10. Розміри для довідок.
11. Невказані граничні відхилення розмірів, форми та взаємного розташування поверхонь за ОСТ 100022-80.
12. Допускається шаблеподібність осей стрінгерів носового відсіку фюзеляжу в межах ± 1 мм на 1 м довжини стрінгера.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Складання літака в цеху остаточного складання літака

Загальне складання літака як заключний етап складальних робіт проводиться в спеціальному цеху загального складання (ЦОС), куди з агрегатно-складальних, механоскладальних, слюсарно-зварювальних цехів заводу надходять складальні одиниці літака [3].

Також в ЦОС надходять вироби з інших підприємств, наприклад моторобудівного, приладобудівного, іменовані покупними виробами.

Технологічний процес остаточного складання літака включає наступні етапи і види робіт:

- попереднє стикування відсіків та агрегатів планера виробу та його нівелювання;
- монтажні роботи,
- стикування агрегатів та остаточне складання,
- випробування систем літака.

На повністю зістиківаному літаку монтують:

- двигуни та системи управління ними;
- шасі, елементи управління випуском та прибиранням шасі, гальмами, стулками шасі та їх сигналізацією;
- паливну систему (баки, трубопроводи, насоси, паливоміри);
- гідравлічну систему;
- системи кондиціонування, протипожежну, кисневу; електро- та радіобладнання;
- спеціальне обладнання, дошки для приладів, пульти, прилади контролю, пілотажно-навігаційні пристрої;
- побутове обладнання, сидіння екіпажу, пасажирські крісла.

Загальний вигляд літака Ан-148 у ЦОС показан на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд літака Ан-148 у ЦОС

При виконанні стикувальних та монтажних операцій проводять контрольні роботи на всіх стадіях технології загального складання.

Після стикування агрегатів в цеху попереднього складання в процесі остаточного складання в ЦОС виконуються монтажні роботи, пов'язані з прокладкою по літаку елементів систем управління, установкою двигунів, монтажем паливної, гідравлічної, газоповітряних, електричних, навігаційних систем [4].

Також при цьому, встановлюється обладнання та інтер'єр пасажирського салону і кабіни екіпажу.

Повністю зібране бортове обладнання перевіряють, випробовують його працездатність, ресурс і функціональну взаємодію всього комплексу систем, використовуючи автоматизовані стенди і контрольно-випробувальні станції (КІС).

Монтаж систем керування літака та двигунів

На вузли кріплення складальних об'єктів монтують такі елементи систем керування:

- качалки, тяги управління, тросові проводки та їх конструктивні вузли (ролики, напрямні, пристрої для натягу, сектори);
- важелі, штурвали та педалі ногоного керування літаком;
- передавальні та підсилювальні механізми;
- приводи дистанційного керування.

При монтажі вузлів систем управління слід забезпечити щільність їх прилягання до складальних баз, необхідні зазори між рухомими елементами та каркасом агрегату, допуски на кінематичні параметри переміщень елементів системи, необхідний рівень натягу тросів, заданий рівень затяжки та контровки різьбового кріплення. всіх вузлів та деталей.

Перед монтажем перевіряють кондиційність та комплектність всіх елементів систем управління відповідно до ТУ та комплектувальних відомостей.

Після закінчення монтажних операцій виконують контроль і регулювання параметрів змонтованих ділянок системи управління, зазначених у виробничих інструкціях.

Монтаж гідрогазових систем літака

При монтажі на відсіках і агрегатах встановлюють силові механізми гідрогазових систем (гідроциліндри, пневмоциліндри, насоси), ємності для робочих рідин, гідро-пневно-акумулятори, балони, баки, вузли контрольно-регулюючої апаратури, вузли кріплення магістралей труб; прокладають і з'єднують всі трубопроводи, що монтуються на даному об'єкті [5].

Для точної ув'язки всіх елементів гідрогазових систем за точками кріплення та стикування по роз'ємах використовують технологічні зразки всіх об'єктів монтажу.

При монтажі забезпечують у заданих межах:

- співвісність внутрішніх каналів труб;
- відсутність напруги при з'єднанні елементів систем;
- зазори між трубами та каркасом агрегату;
- міцність та щільність у місцях з'єднання труб;
- рівень затягування гайок у місцях кріплення всіх елементів системи.

Зібрані при монтажі пневмосистему, протипожежну, протиобморожувальну, масляну продувають стисненим повітрям. Кисневу систему продувають чистим азотом. Гідросистеми промивають рідиною спеціального складу. Продування і промивання виконують на спеціальних стендах.

Після монтажу трубопровідні системи перевіряють на герметичність пневматичним або гідростатичним методом.

Монтаж електро- та радіозв'язкового обладнання

Процес монтажу електро- та радіозв'язкового обладнання (ЕРСО) літака полягає в установці на заздалегідь підготовлених на каркасі літака місцях кріплення апаратури цих систем, розподільних органів, джерел та споживачів електроенергії, джгутів, кабелів та проводів. Всі елементи ЕРСО, що надходять на монтаж, проходять вхідний контроль [5].

При монтажі необхідно забезпечити міцне кріплення джгутів до каркаса, необхідні зазори між проводами і каркасом агрегату, відсутність переплетень проводів та можливість прочитання їх маркування, надійний контакт у місцях стиків електричних ланцюгів та збереження ізоляційних шарів у провідниках струму.

Готові електроджгути по кріпильних вузлах встановлюють на борт агрегату і приєднують до джерел та споживачів електроенергії, а також до комутаційної апаратури. Ув'язування місць кріплення та роз'єму джгутів і всього обладнання ЕРСО забезпечують попереднім еталонуванням всіх елементів цих систем. На закінчення процесу монтажу проводять відпрацювання системи ЕРСО літака під струмом і регулювання окремих її параметрів.

На цьому етапі закінчують всі монтажі устаткування літака, проводиться регулювання і випробування всіх механізмів і систем літака. На літак встановлюються всі покупні вироби, одержувані з заводів-постачальників:

двигуни, пілотажно-навігаційне обладнання та прилади, електро- і радіоустаткування, елементи різних систем.

Таким чином, на лінії загального складання послідовно монтуються все обладнання, механізми, устаткування і системи загалом з таким розрахунком, щоб з останнього робочого місця – стенда – виходив закінчений виріб.

2.1.1 Опис систем силової установки

Силова установка (СУ) літака Ан-148 складається з двох маршових газотурбінних двигунів Д-436-148 (рисунок 2.2, а) високого ступеня двоконтурності, які розроблено Державним підприємством «ІвченкоПрогрес» і виготовлено Акціонерним товариством «Мотор Січ», допоміжної силової установки з двигуном АІ-450-МС (рисунок 2.2, б, а також систем, які забезпечують роботу зазначених двигунів (системи керування і контролю, системи постачання палива, системи змащування та суфлірування, системи запуску) [8].

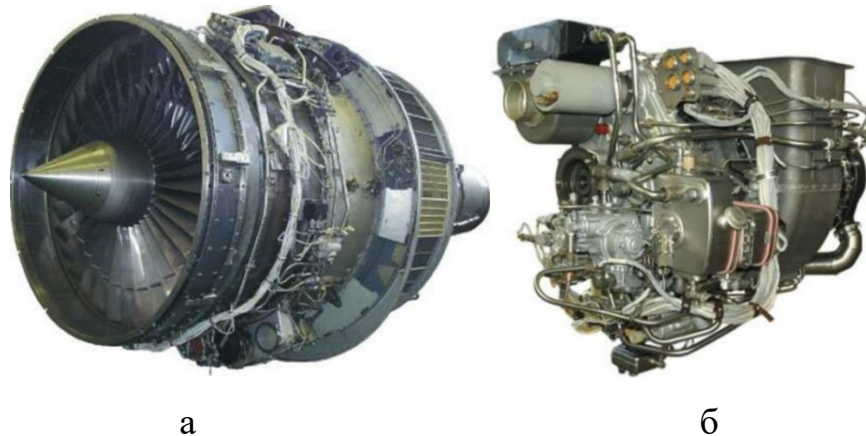


Рисунок 2.2 – Силова установка літака Ан-148: а – двигун високого ступеня двоконтурності Д-436-148; б – газотурбінний двигун АІ-450-МС.

На літаку Ан-148-100 встановлено паливовимірювальну цифрову систему вітчизняного виробництва ТИС-158 розробки ПАО НТК «ЕЛЕКТРОНПРИЛАД». Систему ТИС-158 створено на сучасній елементній базі з використанням нових лінійних електроємнісних датчиків паливовимірювання та світлодіодних сигналізаторів рівня палива. За експлуатаційними характеристиками і точністю вимірювання система відповідає новітнім світовим розробкам.

Автоматичне включення та відключення за заданою циклограмою всіх агрегатів, що беруть участь у процесі запуску, проводиться за командами системи автоматичного керування силовою установкою САУ СУ-148 [9].

Доступ до двигуна, вузлів і агрегатів здійснюють через відкидні кришки капотів і експлуатаційні люки гондоли та пілона. Технічне обслуговування вузлів і агрегатів, розміщених у верхніх відсіках гондоли та в пілоні, проводять зі стрем'янок. Вузлі і агрегати, розташовані знизу двигуна, обслуговують із землі.

Двигун кріплять до силового каркаса пілона за допомогою переднього і заднього вузлів підвіски, змонтованих на двигуні (рисунок 2.3).

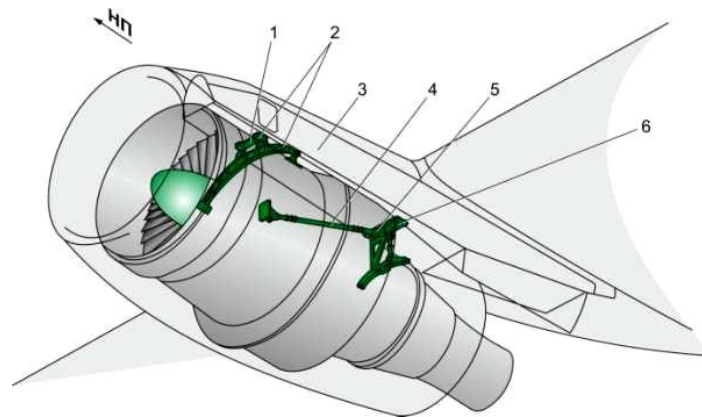


Рисунок 2.3 – Схема встановлення двигуна: 1 – вузол передньої підвіски (частина конструкції літака); 2 – кронштейн; 3 – пілон мотогондоли двигуна; 4 – штанга знімання тяги двигуна; 5 – вузол задньої підвіски (частина конструкції двигуна); 6 – кронштейн.

Застосовано електронну систему автоматичного керування (САК) з повною відповідністю типу FADEC, що дозволяє реалізувати закони керування з високою точністю, які забезпечують роботу двигуна з максимальним коефіцієнтом корисної дії.

Силова установка дозволяє експлуатувати літаки Ан-148 на висотних аеродромах – до висоти базування 4100 м.

Допоміжна силова установка ДСУ () складається з двигуна АІ-450-МС, елементів кріплення двигуна, вхідного пристрою, повітрязабірника, протипожежного екрана, системи повітряного охолодження та вихлопного пристрою. Схему ДСУ зображено на рисунку 2.4.

Відсік ДСУ розташований в хвостовій частині фюзеляжу між шпангоутами № 45 і № 48. Доступ до двигуна для забезпечення швидкої заміни двигуна, зручності обслуговування і контролепридатності здійснюється через отвір, що

закривається двома кришками з жалюзі для вентиляції відсіку допоміжної силової установки.

Для керування ДСУ використано електронну систему автоматичного керування з повною відповідальністю типу FADEC з інтегрованою системою контролю, що дозволяє реалізовувати закони керування з високою точністю, які забезпечують роботу двигуна з максимальним ККД [10].

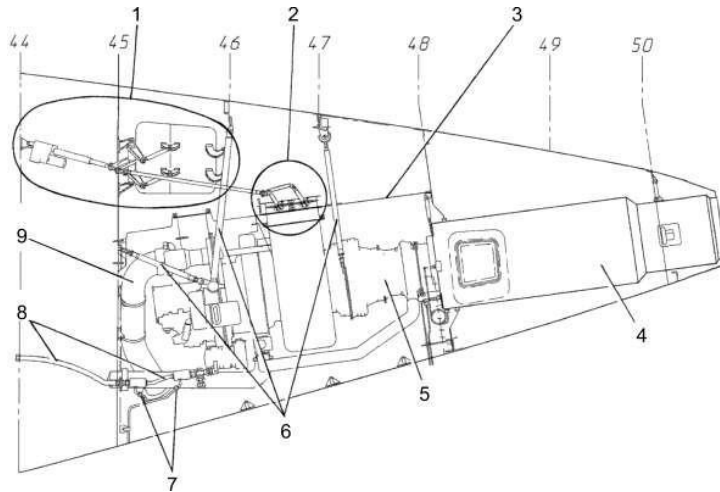


Рисунок 2.4 – Схема встановлення допоміжної силової установки:

- 1 – вхідний пристрій; 2 – повітрязабірник; 3 – протипожежний екран;
 4 – вихлопний пристрій; 5 – двигун АІ-450-МС; 6 – система кріплення ;
 7 – дренажні трубопроводи; 8 – паливні трубопроводи; 9 – патрубок скидання повітря із вентилятора ДСУ

2.1.2 Конструктивно-технологічний аналіз систем літака Ан-148

Бортові системи літака Ан-148 створені з високим ступенем наступності освоєних конструктивно-технологічних рішень і застосуванням існуючого сертифікованого і застосовуваного в експлуатації обладнання [6].

Паливна система літака включає два бака-кесона КЧК і центропланий бак-кесон. Заправка системи – централізована. Дренаж баків виконано відкритого типу. Трубопроводи – з матеріалів АМг-2М, АМг-3М. З’єднання трубопроводів ніпельні по зовнішньому конусу, фланцеве, обмежено-рухливе.

У **гідралічній системі** використовується негорюча рідина НГЖ-5У з номінальним тиском в основній системі 20,6 МПа і в автономній мережі - 14,7 МПа. Передбачена можливість заміни рідини НГЖ-5У на импортные гидравлические жидкости марок Skydrol-L-D4 і HujetY-A. Трубопроводи виконані з матеріалів 12X18H10T, АМг-2М, рукава – фторопластові, армовані. З’єднання – ніпельні по внутрішньому і зовнішньому конусу.

Система штурвального управління – двоконтурна. Основна система штурвального управління – електродистанційна, приводи – з гідравлічним живленням. Виконавчі приводи є електрогідравлічні кермові агрегати. Резервний контур управління включає механічну проводку і автономні кермові приводи, також отримують живлення від гідросистеми.

Система управління механізацією крила включає приводи (основний – гідравлічний, резервний – електричний), трансмісійні траси (карданні вали, опори, редуктори, підйомники), засоби управління і контролю.

Антикригова система – повітряно-теплова, забезпечує захист від льоду на відхиляючихся носках крила, носків повітрязабірників гондол двигунів, предкрилків, носків стабілізатора, а електротеплова – скла ліхтаря кабіни екіпажу.

У **системах підготовки і кондиціонування повітря** комунікації виготовлено з типових і уніфікованих конструктивних елементів, що дозволило застосувати автоматичне зварювання при виготовленні трубопроводів.

З'єднання цільнотянутих трубопроводів – ніпельні, зварних великого діаметра – обмежено-рухливе, фланцеве. Трубопроводи і патрубки повітряних систем звареної конструкції з матеріалів АМг-2М, ВТ 1-0, ОТЧ-1, 12Х18Н10Т.

Компонування **систем електротехнічного і радіоелектронного обладнання** на літаку виконана з умов зонування обладнання та забезпечення їх надійного функціонування при оптимальних вагових характеристиках і уніфікації конструкції електророзподільних пристроїв. Електропровідні траси при проектуванні ув'язані шляхом застосування тривимірних комп'ютерних моделей. У конструкціях електричних систем застосована сучасна елементна база провідних українських та іноземних фірм.

Всі **панелі інтер'єру** легкоз'ємні, що забезпечують доступ до бортових систем літака. Установка віконних панелей і панелей фальшборту передбачена від загальної бази. Конструкція стельових панелей і багажних полиць дозволяє забезпечити їх взаємозамінність. Віконні панелі і панелі фальшборту, перегородки буфета, туалету, гардероба – зі стільникової конструкції з обшивками зі склопластику і металу [7].

2.1.3 Складально-монтажні роботи, що виконуються в ЦОС

Складально-монтажні та випробувальні роботи, що виконуються в ЦОС, можна розділити на наступні великі групи:

- з'єднання і стикування всіх систем і проводок, виконаних на агрегатах в агрегатно-складальних цехах;

- монтажні роботи по з'єднанню між собою і установці на агрегатах літака проводок, приладів, систем та обладнання, трас управління;
- випробування і регулювання приладів і агрегатів всіх систем.



а



б



в



г



д



е



ж

Рисунок 2.5 – Приклади складально-монтажних і випробувальних робіт у ЦОС:
 а – монтаж двигуна; б – перевірка монтажу електроджгутів; в – монтаж теплозвукоізоляції; г – монтаж локатора; д, – монтаж паливної системи; е – монтаж протипожежної системи; ж – монтаж систем керування літаком

Роботами зі створення агрегатів в ЦОС є:

- установка носового обтічника;
- установка мотогондоли двигуна.

На рисунку 2.5 представлені окремі види складально-монтажних і випробувальних робіт в ЦОС літака Ан-148.

При остаточному складанні виконуються наступні монтажі:

- монтаж систем шасі, що забезпечують його функціонування: управління випуском і прибиранням, гальмами, стулками ніші шасі;
- монтаж двигуна і проводок управління;
- монтаж систем керування літаком;
- монтаж паливної системи;
- монтаж масляної системи;
- монтаж систем кондиціонування і вентиляції, протипожежної, кисневої та протикригової;
- монтаж електро, радіо і спецобладнання (ЕРСО);
- монтаж сидінь екіпажу, теплозвукоізоляції, побутового обладнання.

Роботи по перевірці, випробуванню і регулюванню систем:

- випробування на герметичність всіх трубопроводів систем, що працюють під високим тиском;
- відпрацювання гідросистеми;
- промивка гідросистеми;
- регулювання кінематики систем механізмів;
- перевірка правильності монтажу, замір опору ізоляції електроджгутів;
- випробування на герметичність фюзеляжу літака.

Крім перерахованого вище, великий обсяг робіт виконується з підготовки необхідних готових виробів для встановлення їх на літак.

До таких робіт відносяться:

- розконсервування, промивання, очищення двигунів, зняття агрегатів, що заважають монтажу;
- регулювання роботи шасі з відпрацюванням кінематики на стенді в майстерні шасі;
- виготовлення джгутів в електрожгутових майстернях.

2.1.4 Оцінка технологічності конструкції літака Ан-148

Проектування і відпрацювання конструкції літака на технологічність виконувалися з використанням комп'ютерних інформаційних технологій.

Застосування такого методу проектування дозволило істотно підвищити точність геометрії і ув'язки деталей і складальних одиниць, паралельність використання конструкторської інформації при підготовці та організації виробництва. Це в свою чергу забезпечує зниження втрат часу на усунення неузгодженостей, зниження обсягу підгінних робіт при агрегатному складанні, виконання по комп'ютерним моделям еталонування трубопроводів до установки їх на літак, виготовлення електро джгутів без натурального еталонування, розробку керуючих програм для обробки деталей на обладнанні з ЧПК [4].

Технологічність систем є найважливішим показником якості літального апарату і його бортових систем. Від ступеня технологічності конструкції залежать трудомісткість, цикл підготування виробництва, а також надійність літального апарату і його бортових систем. Технологічність гідрогазових, механічних і електропровідних систем характеризується багатьма показниками, які враховують специфічні особливості цих систем.

Повний електронний опис шляхом тривимірного комп'ютерного моделювання дозволило оптимально пов'язати компоновку обладнання та виконати раціональну трасування монтажів літака Ан-148 (рисунку 2.6).

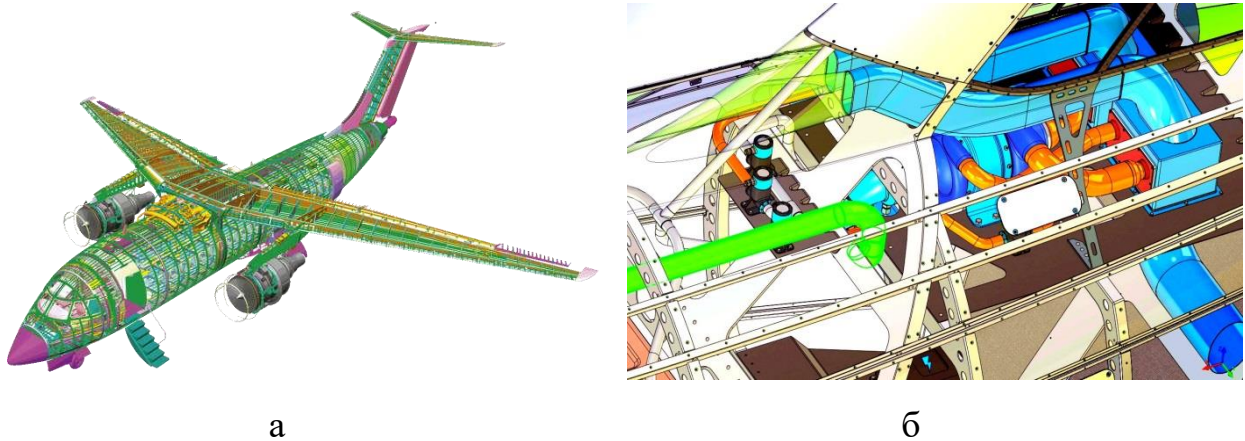


Рисунок 2.6 – Повний електронний опис: а – літака Ан-148;
б – фрагмента трасування паливної системи:

Однак це не виключає розгляд загальних показників технологічності бортових систем, до яких можна віднести:

- розчленованість бортових систем на технологічно самостійні взаємозамінні елементи;
- раціональність розміщення елементів бортових систем в відсіках планера літака;

- можливість відпрацювання, регулювання, випробування і контролю систем і їх елементів на основних стадіях їх виготовлення та монтажу.

Технологічність залежить від таких показників якості конструкції, як взаємозамінність і ступінь стандартизації елементів конструкції, так як висока ступінь технологічності не може бути досягнута без високого ступеня взаємозамінності і стандартизації.

Системи, в яких в якості одного з ланцюгів використовується рідина або газ, називаються *гідрогазовими*.

По виду рідини або газу, що використовуються для передачі (транспортування) робочої речовини або енергії, гідрогазові системи можна розділити на наступні групи:

- гідравлічні системи (робоча речовина – гідросуміші);
- пневматичні системи (робоча речовина – повітря, азот);
- паливні системи (робоча речовина – гас);
- масляні системи (робоча речовина – різні види мастил);
- системи кондиціонування (робоча речовина – повітря);
- кисневі системи (робоча речовина – кисень);
- протипожежні системи (робоча речовина – вуглекислота);
- система нейтрального газу (робоча речовина – азот).

Монтаж, контроль і випробування гідрогазових систем перерахованих груп мають багато спільного, але в той же час кожна має свої особливості, які суттєво впливають на характер технологічних процесів і засобів механізації виробництва монтажних і контрольних-випробувальних робіт.

Конструкція об'єкту складання пасажирського літака Ан-148 є технологічною, задовольняє вимогам нормативно-технічної документації (НТД) по технологічності і забезпечує можливість серійного виробництва на наявному в галузі обладнанні, по освоєним технологічним процесам і діючим в галузі нормативній документації, при оптимальному обсязі витрат на організацію серійного виробництва [6].

Освоєння технологічних процесів для реалізації нових конструктивних рішень не викличе технічних проблем на підприємствах-виробниках і забезпечить технологічність цих рішень. Використання тривимірного моделювання під час проектування літака Ан-148 дає можливість випереджаючої розробки моделей деталей і агрегатів, в тому числі трубопроводів і джгутів, випереджаюче проектування і виготовлення засобів технологічного оснащення, а також розробку керуючих програм для обладнання з ЧПК.

Конструктивно-технологічні рішення, реалізовані при проектуванні літака Ан-148, забезпечують йому рівень технологічності, необхідний для сучасної авіаційної техніки.

2.1.5 Технічні умови поставки складальних одиниць у ЦОС

На остаточне складання літака в ЦОС необхідно подавати складальні одиниці, взаємозамінні по місцях з'єднань, завдяки чому усувається трудомістка операція їх спільної обробки. Стан поставки складальних одиниць повинен виключати різного роду підганяльні і розмічальні роботи, як при з'єднанні, так і при монтажі елементів обладнання.

Місця кріплення готових виробів повинні бути попередньо підготовлені, шляхом свердління отворів по шаблонах і кондукторам, узгодженим з цими готовими виробами.

Головні вимоги до процесу остаточного складання літака:

- забезпечення мінімального складального циклу;
- скорочення трудомісткості за рахунок раціонального розподілу монтажних робіт між цехами загальної та агрегатного складання, а також усунення всякого роду підгінних робіт;
- організація робіт за принципом потоку з найбільшою насиченістю стендів робочими (розширення фронту робіт).

З цих вимог випливають і вимоги до складальних одиниць, що надходять для остаточного складання літака у ЦОС.

Найважливішими з них з точки зору скорочення циклу складання є:

- максимальна технологічна завершеність складальних одиниць, в сенсі виконання в них різних монтажних робіт;
- взаємозамінність складальної одиниці по місцях з'єднань між собою комунікацій, по місцях з'єднань з технологічними вузлами і готовими виробами, які надходять на остаточне складання.

Вищенаведені вимоги необхідно враховувати і відображати при складанні міжцехових і міжзаводських умов поставки складальних одиниць.

2.1.6 Засоби технологічного оснащення для остаточного складання

Засоби технологічного оснащення це сукупність обладнання, технологічного оснащення та інструменту, що застосовуються при виготовленні деталей і складальних одиниць.

При остаточному складанні літака у ЦОС переважно застосовується ручна праця, і відповідно ручний або ж механізований інструмент.

Інструменти, що використовуювані при складанні літака, поділяються на такі основні групи:

1. Інструменти для загвинчування болтів і гвинтів:

а) ключі ручні – стандартизовані і спеціальні, плоскі і торцеві, прості і таровані;

б) викрутки зі звичайними і хрестоподібними шліцами;

в) пневматичні та електричні гайковерти та викрутки.

2. Інструменти для свердління, зенкування і розгортання:

а) пневматичні та електричні дрилі;

б) свердла, розгортки, зенкери і зенковки.

3. Слюсарно-монтажний інструмент:

а) молотки сталеві, мідні, дюралюмінієві, виколотки;

б) напилки, шабери;

в) кусачки, пасатижі, круглогубці.

4. Контрольно-вимірювальні інструменти:

а) для регулювання положення – нівеліри, теодоліти, рейки, кутоміри;

б) тензometri;

в) стандартизовані і спеціальний вимірювальний інструмент – штангенциркулі, щупи, граничні пробки і скоби.

Для роботи у кесонах крила, які містять пари гасу, необхідно застосовувати покритий міддю інструмент і пожежобезпечні лампи.

Обладнання ЦОС включає три наступні основні групи:

1. Загальна організаційна оснастка стендових і позастендових робочих місць.

2. Транспортно-підйомне устаткування.

3. Спеціальне обладнання для з'єднання агрегатів, регулювання, випробування і відпрацювання механізмів і систем літака.

На позастендових роботах застосовуються звичайні слюсарні верстаки, при роботі на стендах – пересувні шафи для зберігання інструменту, дрібних деталей і нормалей і для різного роду підготовчих робіт перед монтажем.

Сюди ж відносяться різноманітні підйомники для установки агрегатів при їх з'єднанні, для установки літака в лінію польоту. Для літака Ан-148 можна використовувати підйомники (регульовані козелки) з ходовими гвинтами, що приводяться в дію вручну від тріскачок, штурвалів, ручок.

До групи організаційної оснастки відносяться різноманітні верстати, драбини, а також настили і мати (килимки) для роботи і переміщення по поверхні агрегатів, вони оберігають від пошкодження обшивку агрегатів.

До другої групи відноситься кранове обладнання. За допомогою крана транспортують і підтримують агрегати в процесі їх з'єднанні. Для транспортування агрегатів кранами застосовуються спеціальні траверси-підвіски, які приєднуються до спеціальних такелажних вузлів агрегатів або до кінців м'яких лямок (тросів, обшитих брезентом), підводяться під агрегат.

До транспортно-підйимального обладнання належать також численні візки, службовці для переміщення агрегатів і великих технологічних вузлів при їх підготовці до монтажу, для подачі їх на збірку в процесі складання. На спеціальних візках ведеться підготовка двигунів до монтажу на літаку.

Третя група складається з спеціальних стендів і установок:

1. Стенди для проведення випробувань на герметичність паливної, дренажної, протипожежної систем;
2. Стенди для опресовування і випробування на герметичність пневматичних і гідравлічних систем;
3. Стенди для випробування на герметичність кабін;
4. Стенди для відпрацювання прибирання – випуску шасі, гальм, закрилків и предкрылков;
5. Стенди для перевірки перехідних опорів, опору ізоляції, перевірки електропроводок;
6. Стенди для перевірки та відпрацювання радіоблабднання.

Всі подібні стенди і установки конструюються і виготовляються спеціально для певного типу літака і його систем. Їх роблять пересувними або стаціонарними, залежно від організації робіт по остаточному складанню. Стенди забезпечуються джерелами енергії (балонами, насосами, трансформаторами) або приєднуються до загальнозаводським або цеховим мереж.

2.2 Технологія монтажу паливної системи літака Ан-148 в ЦОС

2.2.1 Опис паливної системи літака Ан-148

Паливна система призначена для розміщення палива на літаку та подачі його до двигунів та допоміжної силової установки у всіх можливих умовах експлуатації літака.

Паливна система літака Ан-148 включає:

- паливні ємності;

- систему дренажу паливних баків;
- систему централізованої заправки;
- систему подачі палива до двигунів (систему виробітку палива);
- органи управління та контролю ТЗ;
- систему управління та індикації палива (СУІТ-148).

Паливо на літаку Ан-148 розміщується в одному центропланному баку-кесоні та двох крилових баках-кесонах. Крильові баки розташовані в консольній частині крила. Кожен крильовий бак розділений на три відсіки: кореневий, передвитратний і витратний.

Системи подачі палива до двигунів – роздільні: лівий двигун живиться з лівого крилового бака, правий – з правого. Центропланний бак є загальним для обох двигунів – паливо з нього виробляється в першу чергу. Магістраль кільцювання дозволяє здійснити подачу палива до двигуна одного напівкрила з бака іншого.

Подача палива до двигуна здійснюється із видаткового відсіку свого бака двома електричними відцентровими насосами. Вироблення палива з центропланного бака здійснюється лише перекачуванням струменевими насосами до корневих відсіків крилових баків. Подача палива до ЗСУ здійснюється електроприводним насосом постійного струму, встановленим у правому криловому баку.

Заправка баків паливом – централізована, через бортовий штуцер заправки, встановлений у правому обтічнику шасі. Від штуцера паливо під тиском подається магістральним трубопроводом до електрокерованих перекирваних кранів заправки і потім трубопроводами – в баки літака. Необхідний рівень заправки баків забезпечується автоматичним сигналами СУІТ-148 або ручним закриттям кранів заправки. Типові елементи паливної системи літака Ан-148 показано на рисунку 2.7.

Для заправки літака застосовуються палива [8]:

- основне – ТС-1 (ГОСТ 10227-86 або ДСТУ 320.00149943.011-99);
- дублююче – РТ (ГОСТ 10227-86 або ДСТУ 320.00149943.007-97).

Доступ до агрегатів і трубопроводів паливної системи здійснюється через люки-лази та знімні панелі на верхній поверхні крила і відкидні панелі та люки-лази на нижній.



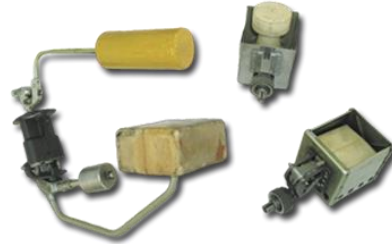
Регулятор наддуву комплексний



Кран паливний електрокерований



Клапан пусковий



Клапани поплавкові



Заслінка перекриття паливної магістралі



Крани перекривні з електроприводом



Регулятори тиску палива



Крани внутрішньосторонні

Рисунок 2.7 – Типові елементи паливної системи літака Ан-148

2.2.2 Трубопроводи та з'єднання паливної системи

Трубопроводи паливної системи виготовлені з алюмінієвого сплаву АМг-2М та нержавіючої сталі 12Х18Н10Т. Трубопроводи діаметром від 6 до 63 мм – цільнотягнуті з товщиною стінки від 0,75 до 1,2 мм [7].

Трубопроводи живлення двигунів та ЗСУ у відсіках гондол двигунів та відсіку ЗСУ виконані з нержавіючої сталі 12Х18Н10Т.

Для захисту від корозії трубопроводи піддаються хімічній обробці: зі сталі 12Х18Н10Т – пасивуванню, трубопроводи та арматури з алюмінієвих сплавів, які встановлюються всередині баків – оксидування. Трубопроводи з алюмінієвих сплавів, розташовані поза паливними баками, піддаються оксидуванню і покриваються жовтою емаллю.

На всіх трубопроводах чорною фарбою наноситься маркування чорного номера: на трубопроводах довжиною менше 120 мм маркування дозволяється наносити в два рядки, довжиною менше 1000 мм – наноситься з одного боку, довжиною більше 1000 мм – наноситься на обох кінцях труб дотів.

На трубопроводах із зовнішнім діаметром понад 16 мм позначення креслярського номера наноситься із трьох сторін під кутом 120°.

Креслення несе в собі інформацію про належність трубопроводів. Перші три цифри вказують на належність до системи: 6101 – вироблення палива; 6102 – централізована заправка; 6104 – дренаж.

Наступні три цифри вказують на місце встановлення трубопроводу: 080 – централізована заправка у фюзеляжі; 100 – центроплан; 200, 300 – крило; 500 – гондола двигуна; 600 – відсіку ЗСУ та фюзеляж. Останні три цифри позначають номер трубопроводу.

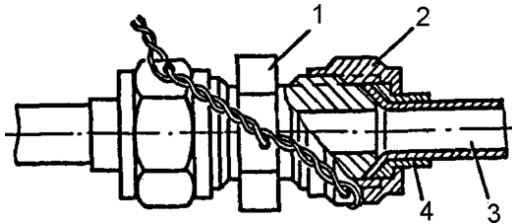


Рисунок 2.8 – Жорстке ніпельне з'єднання трубопроводів:

- 1 – прохідник; 2 – гайка;
- 3 – трубопровід; 4 – ніпель.

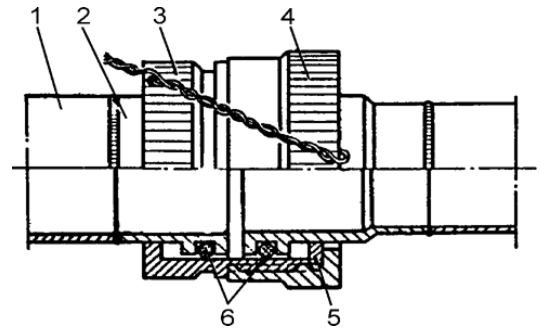


Рисунок 2.9 – Обмежено-рухливе з'єднання трубопроводів:

- 1 – трубопровід; 2 – муфта;
- 3 – корпус; 4 гайка; 5 – стопорне кільце; 6 – кільця ущільнювачів.

З'єднання трубопроводів проводиться жорсткими ніпельними або обмежено рухомими з'єднаннями. У місцях проходження трубопроводів через негерметичні перегородки і вздовж елементів конструкції трубопроводи кріпляться до конструкції хомутами з гумовими обкладками (поза баками) або

без них (всередині баків). У місцях проходження трубопроводів через герметичні перегородки встановлені перехідники.

Схеми з'єднання та кріплення трубопроводів паливної системи показані на рисунках 2.8 та 2.9.

2.2.3 Вимоги, що пред'являють до топливної системи перед монтажем

Монтаж обладнання паливної системи виконувати в агрегатах планера по закінченню всіх свердлильно-зенковальних, підготівельно-припиловочних і клепальних робіт, після закриття технологічних паспортів на виконання даних операцій, а також після очищення зони робіт, щоб уникнути попадання дрібних сторонніх часток (стружка, пил) у агрегати паливної системи літака [7].

Виконані раніше суміжні монтажі інших систем повинні бути закінчені, і не повинні перешкоджати роботі з даного монтажу. Всі незнімні кріпильні вузли повинні бути встановлені на панелях на етапі агрегатного складання в стапелі або поза стапелем, але не при монтажі.

Трубопроводи, що стикуються з агрегатами панелей, встановлюються за спеціальними пристосуванням і макетами агрегатів. Отвори під кріплення повинні бути розкриті і остаточно оброблені.

Заглушки, ковпачки або інші засоби упаковки з трубопроводів, рукавів, агрегатів знімати тільки перед безпосереднім підключенням їх або перед промиванням або продуванням внутрішніх каналів трубопроводів. Після закінчення монтажу відкриті канали необхідно заглушити технологічними заглушками.

Деталі конструкцій, на які може потрапити паливо, закривати целофаном або іншими захисними матеріалами. Монтаж трубопроводів паливної системи проводити в суворій відповідності з кресленнями і монтажною схемою, а також згідно з вимогами конструкторської (КД) та технологічної (ТД) документації на даний виріб.

Трубопроводи, що надходять на монтаж, повинні бути виготовлені, випробувані і перевірені згідно з вказівками, викладеними у відповідному керівному технічному матеріалі. Трубопроводи повинні надходити зі складу з закупореними кінцями, клеймом, з креслярським номером або кольоровим маркуванням, нанесеними фарбою на поверхні трубопроводу. Трубопроводи перед установкою на виріб розкупорити.

При прокладанні трубопроводів паливної системи необхідно:

- забезпечити зазори між трубопроводами і елементами конструкції агрегатів планера;
- перевірити відсутність люфту при кріпленні трубопроводів в колодках і хомутах.

Під металізацією виробу мається на увазі спеціальне електричне з'єднання металевих частин і деталей обладнання для створення між ними постійного надійного електричного контакту з малим перехідним опором. Металізація труб здійснюватися трьома способами: за допомогою металевої прокладки, яка встановлюється в колодках кріплення труб; перемичок і хомутів; стрічок металізації, які закладаються в дюритові з'єднання.

Трубопроводи перед металізацією треба очистити від фарби і анодної плівки в місцях їх кріплення (колодками, хомутами). Площа контакту елемента кріплення з виробом також зачистити.

Місця металізації відразу ж після зачистки захистити липкою стрічкою, яку зняти не більше ніж за одну годину перед кріпленням. Ділянка, зачищений на трубі під металізацію, повинен виходити з-під колодки не більше ніж на 3-5 мм. Зачищені місця після металізації покрити ґрунтом або безбарвним лаком. Безбарвний лак повинен наноситися на поверхні з анодним або гальванічним покриттям. На поверхнях трубопроводів зачищену ділянку, що виходить з колодки (поясок розміром 3-5 мм), повинен зафарбовуватися фарбою, відповідної покриттю деталі агрегату планера.

2.2.4 Оснащення для монтажу трубопроводів паливної системи

Трубопроводи класифікуються за групами точності (система допусків на труби, в залежності від місця їх установки). Група точності визначається умовами роботи (пульсація рідини, вібрації), жорсткістю труб (довжина, марка матеріалу, діаметр) і кількістю опор [7].

Контроль деталей з труб по першій групі точності проводиться за допомогою універсально-складального пристосування (УСП), що копіює з базою на різьбові фіксатори робоче положення деталі на виробі. Серійні деталі з труб по довжині і конфігурації повинні відповідати еталонну трубопроводу. У цьому випадку, за допомогою УСП для контролю деталей з труб, контролюється ексцентриситет деталі і довжина труби.

Замір ексцентриситету деталі проводиться шляхом послідовного закріплення накидною гайкою до фіксатора одного кінця труби і перевірки положення вільного кінця щодо фіксатора. Контроль деталей з труб по другій

групі точності проводиться в оснащенні з базою на конфігурацію труби. Одночасно контролюється торець труби по торцю пристосування.

Контроль деталей з труб по третій групі точності проводиться візуально шляхом порівняння шаблону з деталлю. В цьому випадку допуски ще більше, ніж ті, які встановлені для другої групи точності. Контроль поперечного перерізу деталей з труб проводиться за овальністю, гофроутворюванню і зменшення товщини стінки (стоншування стінки).

Система допусків регламентує і монтажні неточності, що складаються з неточностей деталей трубопроводів, і відхилень місць з'єднання трубопроводів з штуцерами агрегатів. Система допусків розглядає як прості неточності, так і складні, що визначаються як сукупність простих неточностей.

Для забезпечення заданих допусків на виготовлення і монтаж трубопроводів застосовується технологічне і контрольне оснащення, яке поділяється на наступні групи:

- оснащення для виготовлення і контролю деталей з труб;
- оснащення для виготовлення і контролю арматури;
- оснащення для правильного розташування арматури в механоскладальних цехах;
- складальне оснащення для складання різних ємностей, монтажних панелей, установки кронштейнів та інших елементів планера;
- установче оснащення для розміщення і контролю положення панелей, агрегатів, арматури і деталей кріплення на літаку;
- калібри для установки і перевірки висновків комунікацій трубопроводів в зонах технологічного членування виробу.

Впровадження стандартизованого оснащення дає можливість значно підвищити точність виготовлення і установки деталей.

При виготовленні деталей з труб без застосування УСП відхилення по довжині δ доходять до ± 4 мм, а відхилення по конфігурації Δ – до ± 15 мм. Крім цього спостерігаються відхилення у напрямку розтруба кінця труби до 10° .

Виготовлення та контроль деталей з труб за типовою технології в УСП дозволяють скоротити розкид по δ до $\pm 0,8$ мм, а по Δ до ± 2 мм.

Після закінчення монтажних робіт перевіряється стан решт трубопроводів і арматури – допускається несоосність решт трубопроводів з фіксаторами пристосування – $\pm 2,0$ мм, а арматури – $\pm 1,0$ мм.

Послідовно перевіряються положення роз'ємів комунікацій: роз'єми разфіксується і до вільних роз'ємів підводяться фіксатори калібрів, при цьому допускається несоосність штуцерів – $\pm 1,0$ мм, решт трубопроводів – $\pm 1,5$ мм.

2.2.5 Технологія монтажу паливної системи літака

Місця під металізацію на трубопроводах паливної системи, агрегатах, елементах кріплення і каркасі планера повинні бути зачищені в цехах-виробниках або при складанні агрегату планера на спеціально відведених ділянках, але не в процесі монтажу трубопровідних систем на літаку [6].

Монтаж агрегатів і кріпильних елементів виконувати відповідно до технічних норм, а монтаж і контроль трубопроводів та патрубків паливної системи – згідно з «Нормалізованим технологічним процесом на установку і контроль труб і патрубків» (додаток до РТМ-1638). Відсіки і ділянки планера, трубопроводи, елементи кріплення (колодки, хомути, кронштейни, прохідники, косинці і ін.), перемички металізації, агрегати і ємності, що надходять на монтаж, повинні відповідати вимогам РТМ-1638.

Всю арматуру і елементи кріплення трубопроводів паливної системи необхідно розконсервувати і промити в чистому бензині або уайт-спириті, після чого просушити підігрітим стисненим повітрям.

Перед прокладкою трубопроводів необхідно перевірити кріплення підстави колодок і виробів, встановлених при складанні планера. Перевірити правильність положення обох частин кріплення колодки відносно один одного, наклавши затиск на підставу. При декількох затискачах необхідно перевірити правильність комплектування колодки по цифровому маркуванню.

Монтаж трубопроводів паливної системи з проміжними кріпленням колодок рекомендується вести в такій послідовності:

- закріпити кінці трубопроводу, нагвинчуючи від руки накидні гайки до упору;
- закріпити попередньо від руки одну з середніх проміжних колодок;
- відвернути на 0,5-1 оборот накидні гайки;
- остаточно закріпити послідовно проміжні колодки, заміряючи неточності на кожній монтуємій ділянці;
- відвернути повністю накидні гайки і перевірити неточності по величинам відходу трубки від штуцера.

Якщо неточності лежать в допустимих межах, остаточно затягнути гайки. Якщо неточності Δ_1 - недотяг і Δ_2 - несоосність більше допустимих, то необхідно зняти трубку, зробити незначну підгибку на прямолінійних ділянках і в місцях, досить віддалених від місць кріплення, і знову встановити трубку. Підгибка здійснюється за допомогою спеціальних оправок або гумових валиків, що оберігають трубопроводи від додаткових напружень в зонах їх кріплення.

Забороняється підгибка трубопроводів на виробі за допомогою різних воротків або ключів (зусиллям на накидну гайку трубопроводу) [7].

Монтаж Г-образних або близьких до них по конфігурації трубопроводів без проміжних колодок рекомендується починати з боку довшого плеча, а потім закріплювати більш коротке плече. Перед остаточним закріпленням з'єднань трубопроводів і гнучких рукавів необхідно змастити різьбові з'єднання. При остаточному з'єднанні трубопроводів накидну гайку повернути від руки на 2/3 довжини різьблення штуцера, а потім затягнути її нормальним ключем. При затягуванні з'єднання перехідник штуцера підтримувати другим ключем і стежити, щоб труба при цьому не оберталася.

Після установки накидної гайки трубопроводу до упору, для забезпечення герметичності з'єднання, рекомендується провести дозатяжку гайок:

- для розвальцьованих сталевих трубопроводів – на 1,5-2 грані від упору;
- для розвальцьованих алюмінієвих трубопроводів діаметром до 30 мм – на 0,5-1,0 грань від упору; діаметром понад 30 мм – на 1,0-1,5 грані від упору;
- для всіх інших трубопроводів на 1,5-2,5 грані від упору.

Затягування підвісних колодок проводити після остаточного закріплення трубопроводів з агрегатами і нерухомими елементами кріплення.

Після остаточного закріплення агрегатів, ємностей, з'єднань трубопроводів, елементів кріплення (прохідник, кутників, хрестовин і ін.) – контролювати і пломбувати. Після закінчення всіх монтажних робіт випробувач, майстер і контролер роблять позначку в технологічному паспорті виробу.

2.2.6 Контроль якості виконання монтажних робіт

Найбільш відповідальною контрольної операцією є визначення допустимих значень монтажних неточностей Δ_1 (недотяг) і Δ_2 (несоосність), так як від цієї технологічної операції багато в чому залежить надійність і довговічність трубопроводних комунікацій гідравлічної системи літака [7].

Монтажні неточності Δ_1 і Δ_2 в з'єднаннях трубопроводів і в місцях кріплення визначають за допомогою щупа, лінійки, кутомірів і спеціальних пластинок (контроль вибірковий). Проводиться візуальний 100% контроль стану зовнішньої поверхні трубопроводів, арматури і місць приєднання – на їх поверхні не повинно бути механічних пошкоджень, порушення антикорозійного покриття, а також зминання стінок трубопроводу елементами кріплення.

Необхідно перевірити, чи відповідають маркувальні і розпізнавальні знаки кресленням і чи чітко виділяються на поверхнях трубопроводів. Всі зони монтажу перевіряють на відсутність бруду і сторонніх предметів.

В трубопровідних комунікаціях необхідно перевірити наявність і стан кріпильних точок відповідно до креслення. Допускається їх зміщення вздовж труби до ± 4 мм, а по висоті – до ± 1 мм. Відстань між підвісними колодками контролюється універсальним вимірювальним інструментом (100% контроль).

У стягнутій колодці (хомуті) не повинно бути люфту (на дотик). Допускається пружне переміщення підвісної колодки від зусилля руки вздовж осі трубопроводу (візуальний 100% контроль). Допустиме значення зазору між двома половинками стягнутої колодки – 0,3 мм, а мінімальний зазор між лапками хомутів – 0,5 мм (100% контроль універсальними засобами).

Необхідно перевіряти наявність контровки і пломб на з'єднаннях трубопроводів і патрубків (візуальний 100% контроль), чистоту продувуваних трубопроводів, закріплених в кінці лінії, по білій серветці або марлі або по фільтроелементам технологічного повітряного фільтра, встановленого також в кінці продувуваної ділянки (100% контроль).

Після контролю геометричних параметрів (зазорів між трубопроводами і елементами конструкції, а також монтажних неточностей в з'єднаннях) оформляється паспорт-протокол, який підшивається в Справу виробу.

2.2.7 Опресовування трубопроводів паливної системи

Закільцьовані ділянки трубопроводів паливної системи літака підлягають опресуванню. В якості рідини для опресовування трубопровідних комунікацій паливної системи, а також для перевірки герметичності і промивання трубопроводів паливної системи використовується рідина НГЖ-5У ТУ 38.401 – 58-57-93 з чистотою не грубіше 6 класу ГОСТ 17216-71. Опресовування з'єднань трубопроводів проводиться при відокремлених агрегатах і закільцьованих згідно зі схемою промивання трубопроводів [8].

На схемах промивання зазначено:

- 1) закільцьовані ділянки трубопроводів і місця підключення стендів;
- 2) порядок виконання робіт при опресуванні, перевірці герметичності і промиванні паливної системи;
- 3) значення витрати рідини при промиванні, довжина кільця (гілки) і гідроопір (для довідки).

Контроль тиску при опресуванні і промиванні виробляється на вході в кільце – по манометру стенду, а в трубопроводах лінії зливу, що встановлюються в кільці за трубопроводами лінії нагнітання – за манометром, що встановлюється перед першим зливним трубопроводом.

Герметичність з'єднань по групі 1-7-ОСТ1 00128-74. Контроль фільтрувальним папером. Сліди рідини на папері не допускаються.

З метою виключення попадання рідини в відсіки і агрегати виробу підготовлені промивні кільця, до заповнення їх рідиною, перевірити азотом при тиску 0,3-0,05 МПа, для попередньої перевірки герметичності з'єднань і для перевірки наявності всіх необхідних технологічних агрегатів, перемичок і заглушок.

2.2.8 Промивання трубопроводів паливної системи

Перший етап. Проводиться промивка трубопроводів паливної системи і продування трубопроводів мережі наддуву, змонтованих в відсіках і агрегатах літака, до приєднання трубопроводів до штатних агрегатів літака. Після виконання робіт по опресуванню трубопроводів паливної системи закільцьовані ділянки трубопроводів (кільця) підлягають промивці. Промивання трубопроводів паливної системи вести потоком рідини відповідно до РТМ 1.4.534-89, ч.ІІ. Тиск рідини в миючому газорідинному потоці повинно бути не менше 4 МПа.

Трубопроводи, що не увійшли до кілець, включаючи і трубопроводи, що входять в панелі, промиваються до установки їх на виріб (панель). Для промивки ці трубопроводи збираються в кільце на технологічному столі.

Другий етап. Промиванні трубопроводів паливної системи передують опресування і промивка трубопроводів по першому етапу.

Перед промиванням паливної системи зробити наступні роботи:

- відновити монтаж (підключити трубопроводи до штатних агрегатів) відповідно до чинної документації, в фільтрах паливної системи літака замінити фільтроелементи на технологічні і заповнити кожен систему робочою рідиною відповідно до рекомендацій РТМ 1.4.534-89, ч.ІІ.

- перевірити герметичність з'єднань трубопроводів, що підключаються після літака їх промивання до штатних агрегатів, і герметичність з'єднань, що не увійшли до кільця, робочим тиском рідини протягом 5 хв. для кожного випадку.

При промиванні величина подачі джерела живлення стенду повинна відповідати джерела живлення, передбаченому для відпрацювання, випробування і приймання гідросистеми літака. В процесі промивки кожен

гідроагрегат повинен спрацювати на повний хід 10 ... 15 разів. Для обпресування, промивання і продування гідросистеми літака використовується стаціонарний спеціалізований стенд, або пересувна спеціалізована установка.

2.3 Засоби технологічного оснащення для остаточного складання літака

Технологічне оснащення для ЦОС являє собою різноманітні спеціалізовані стенди для промивання, відпрацювання, регулювання різних систем і обладнання літака. Також в ЦОС необхідно мати різні підйомники, візки, драбини для виконання складально-монтажних робіт на літаку. Для подачі на складання, перемежування, агрегатів планера необхідні різні траверси, платформи. Також для скорочення циклу складання, розширення фронту робіт, необхідна різна оснащення для внестенових монтажів на агрегатах планера.

2.3.1 Позастенова комплектація двигуна

В якості технологічного оснащення для ЦОС літака Ан-148 розроблено пристосування для підготовки двигуна до монтажу на літак. Пристосування являє собою підставку для двигуна, яка переміщається за допомогою підкатних домкратів і складається з зварної рами, на якій встановлені стійки [9].

До стійок кріпляться тандери, які з'єднуються з кронштейнами на двигуні і служать для регулювання його положення при установці на майданчик (рисунку 2.10, та додатку).

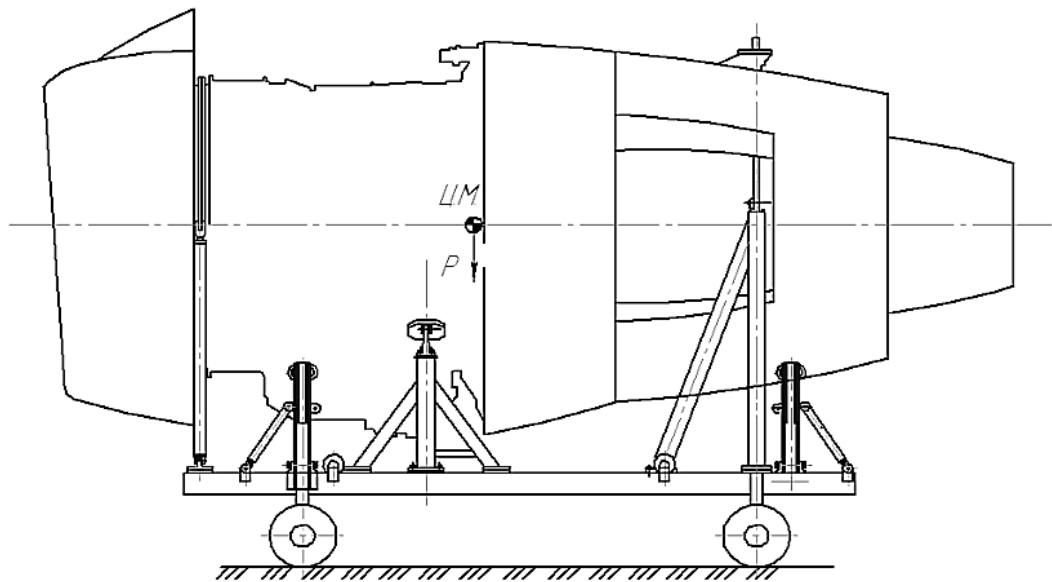


Рисунок 2.10 – Підставка на підкатних домкратах для двигуна Д-436-148

Перед початком експлуатації підставки необхідно провести її обтяжку навантаженням, що дорівнює 1,25 маси двигуна, протягом 5 хв. Після зняття навантаження залишкові деформації підставки не допускаються. Двигун навішується на літак разом з підставкою. Після того як двигун буде закріпленій на пілоні, підставка від'єднується і опускається.

Підйом підставки з двигуном і опускання підставки здійснюється за допомогою траверси. Траверса являє собою поперечину, до якої прикріплені троси з тандерами, для можливості здійснювати регулювання положення підставки з двигуном без перекосів. Графічний матеріал по даній технологічній оснастки представлений у Додатку.

Схема автоматичного монтажу мотогондолои наведена на рисунку 2.11, а. Для навішування мотогондол двигунів застосовують спеціалізовані позиціонери чеської компанії HENNLICH (рисунку 2.11, б, в).



а



б



в

Рисунок 2.11 – Схема автоматичного монтажу мотогондолои і такелажно-базуючі вузли

Лазерний трекер безперервно вимірює фактичне становище агрегату щодо його комп'ютерної моделі, дані надходять до загального контролера станда. Виробляється сигнал неузгодженості для електромеханічних приводів позиціонерів, які переміщують агрегат в його номінальне положення.

2.4 Технологічні розрахунки цеху остаточного складання літака

Трудомісткість остаточного складання літака є одним з важливих вихідних показників для проектування ЦОС.

Аналізуючи виробництво різних типів літаків можна визначити фактори, що впливають на трудомісткість робіт в ЦОС:

- програма випуску виробів;

- схема технологічного членування і складання літака;
- кількість і види монтажних робіт, що виконуються в агрегатних цехах;
- кількість і види складальних робіт по окремих вузлах і їх взаємозв'язки;
- стан поставок готових виробів.

Для визначення витрат праці на виготовлення потрібно мати у своєму розпорядженні технічними нормами часу на певні види робіт. Це можна зробити аналітично – розрахунковим методом. Сутність цього методу полягає в тому, що норми часу на певні види робіт визначаються по технічним нормативам з урахуванням раціональної організації праці і робочого місця.

Так як об'єктом виробництва є освоєний у виробництві літак, то для визначення трудомісткості його складання можна скористатися даними заводу, але при цьому вводиться так званий коефіцієнт посилення норм

$$T_{np} = \frac{T_{\phi}}{k}, \quad (2.1)$$

де T_{ϕ} – фактична заводська трудомісткість;

k – коефіцієнт посилення норм.

За матеріалами переддипломної практики фактична заводська трудомісткість остаточного складання літака Ан-148 у ЦОС складає $T_{\phi}=6785$ люд.·год.

Рекомендоване значення $k = 1,05 \dots 1,15$, приймаємо значення $k=1,1$,

тоді $T_{np} = 6785/1,1 = 6168$ люд.·год.

Певна трудомісткість повинна уточнюватися і коректуватися в процесі виробництва при підвищенні рівня механізації і автоматизації.

Використовуючи також дані переддипломної практики, отримуємо поділ трудомісткості остаточного складання літака Ан-148 у ЦОС за видами робіт:

- конвеєрна лінія стендового складання – 4416 люд.·год.
- майстерня електрообладнання та електроджгутів – 1050 люд.·год;
- майстерні – 702 люд.·год.

2.4.1 Визначення типу виробництва

Критеріями, що характеризують тип виробництва, є: кількість і трудомісткість виробів, технічний рівень прийнятої техніки і ступінь

спеціалізації виробництва. Кожному типу виробництва відповідає своя форма організації праці, найбільш економічна для даного типу виробництва.

Підприємства з серійним виробництвом характеризуються великою спеціалізацією виготовленням однотипних виробів серіями. Зі збільшенням кількості виробів в серії з'являється можливість застосування спеціального обладнання, пристосувань та інструментів, застосування яких при малих серіях було б невиправдано.

Основою поточного виробництва і організацією поточних ліній є ритмічність і безперервність руху виробу від одного стану до іншого, які забезпечуються синхронізацією складальних завдань, тобто вирівнюванням тривалості операцій між собою і заданим тактом випуску.

Такт випуску виробу визначається за формулою:

$$T = \frac{\Phi_d}{N}, \quad (2.2)$$

де Φ_d – річний дійсний фонд роботи конвеєрної лінії стандового складання, при роботі в одну зміну приймаємо $\Phi_d=2048$ год;

N – річна програма випуску літака Ан-148.

В якості вихідних даних для збору матеріалів переддипломної практики була задана річна програма виробництва літака Ан-148 в кількості $N=32$. Тоді такт випуску $T=64$ год.

Рух потоку здійснюється переміщенням літака зі стану на стан через проміжки часу, рівні такту випуску виробів.

2.4.2 Цикловий графік складально-монтажних робіт

У ЦОС для складання виробів авіаційної техніки створюють потокові лінії стандового складання. Літак знаходиться на стану протягом часу, рівного такту випуску, і на ньому за цей час виконується заданий обсяг робіт зі складання та монтажу бортових систем. Потім літак переміщують на наступний стан. Робочі або бригади зі спеціальностей закріплюються за кожним станом.

Основним технологічним і організаційним документом потокового складання є цикловий графік. У ньому зазначаються такі відомості:

- 1) зміст укрупнених операцій, складальних завдань або об'єднань, складених на підставі технологічного процесу складання-монтажу об'єкта;
- 2) послідовність їх виконання в часі і просторі;
- 3) тривалість виконання кожного завдання, об'єднання або операції;

- 4) кількість робочих на операції, завданні, що одночасно працюють;
 5) трудомісткість виконання завдань, об'єднань, укрупнених операцій.

Вихідними даними для побудови циклового графіка є технологічний процес, загальна трудомісткість складання літака, програма випуску виробу.

Потрібна кількість стендів

$$M = \frac{T_{\text{вир}} \cdot N}{\Phi_{\text{д.р.}} \cdot k \cdot p \cdot n}, \quad (2.3)$$

де $T_{\text{вир}}$ – трудомісткість одиниці виробу на потокової лінії;

$\Phi_{\text{д.р.}}$ – дійсний річний фонд часу одного робітника;

k – коефіцієнт перевищення норм;

p – середня кількість працюючих одночасно на одному стенді; приймаємо

$p = 20$;

n – кількість змін.

З матеріалів переддипломної практики маємо трудомісткість остаточного складання літака Ан-148 у ЦОС на конвеєрній лінії – 4416 люд.·год. Тоді $M = 4416 \cdot 32 / 1840 \cdot 1,1 \cdot 20 \cdot 1 = 3,5$. Приймаємо кількість стендів рівним 4.

Технологічний цикл – це період виготовлення, вимірюваний від початку до кінця виготовлення. Складання здійснюється потоковим методом, причому літак проходить всі чотири стенди. Операції і об'єднання операцій підібрані на кожному стенді так, щоб їх тривалість була рівна або кратна такту:

$$Ц = T \cdot M, \quad (2.4)$$

де $Ц$ – технологічний цикл;

T – такт потокової лінії;

M – кількість стендів на потоці.

Тоді $Ц = 64 \cdot 4 = 256$ год.

При розробці складальних завдань і складанні циклового графіка враховується наступні:

- набір операцій формується за технологічним принципом, не порушуючи періодичності;

- враховується технологічна послідовність монтажів, а також зв'язок між різними монтажними роботами;

- складальні завдання мають сумарну тривалість кратну такту;

- режим роботи цеху однозмінний, але в цеху є операції, вироблені і в той час, коли на літаку не ведуться інші роботи. До них відносяться операції по переміщенню літака з одного робочого стенду на інший, передача готового літака на льотно-випробувальну станцію, установка літака на транспортні візки.

Циклової графік наочно показує послідовність виконання технологічного процесу, які завдання виконуються паралельно, а які послідовно, яка тривалість кожного складального завдання. На цикловому графіку також показаний повний цикл складання одного літака. З огляду на різноманіття складальних завдань, тривалість і особливості їх виконання приймаємо послідовно-паралельну форму організації.

Завдяки розширенню фронту робіт і закріпленню їх за бригадами виконавців, тривалість циклу скорочується, і, крім того, підвищується якість виконання операцій. За кожним стендом закріплений певний набір операцій, постійне число виконавців.

2.4.3 Визначення штату цеху остаточного складання

У штат цеху входять наступні категорії робітників: виробничі робітники, допоміжні робітники, молодший обслуговуючий персонал (МОП), керівники, фахівці і службовці. Кількість основних робітників цеху, зайнятих на нормованих роботах розраховується за професіями і розрядами, виходячи з трудомісткості виготовлення виробу по окремих видах і розрядах робіт.

Кількість основних робочих певної професії і розряду визначають

$$n_{\text{розр}} = \frac{T_i \cdot N}{\Phi_{\text{д.р.}} \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (2.5)$$

де $n_{\text{розр}}$ – розрахункова кількість основних робітників;

T_i – трудомісткість робіт даної професії та розряду;

N – річна програма випуску;

$\Phi_{\text{д.р.}}$ – дійсний річний фонд часу робітника;

$K_{\text{вн}}$ – коефіцієнт перевищення норм. Приймаємо $K_{\text{вн}}=1,1$.

Розрахункова кількість штатних одиниць ЦОС представлено в таблицях 2.1 – 2.6:

Таблиця 2.1 – Кількість основних робітників ЦОС

№ з/п	Робочі місця	Річна трудоємність, люд.·год	Ф _{др.} , ГОД.	Кількість робітників		Розряд
				<i>n_{розр}</i>	<i>n_{прин}</i>	
1	Слюсар-складальник	563	1840	8,9	9	3
2	Слюсар-складальник	1250	1840	19,77	20	4
3	Слюсар-складальник	1875	1840	29,65	30	5
4	Свердлувальник пн/інструментом	620	1840	9,8	10	3
5	Клепальник пн/інструментом	620	1840	9,8	10	3
6	Клепальник на пресах	620	1840	9,8	10	4
7	Герметизаторщик	620	1840	9,8	10	4
Разом		6168			99	

Таблиця 2.2 – Кількість допоміжних робітників

№ з/п	Робочі місця	Кількість
1	Слюсар з ремонту та обслуговування обладнання	1
2	Електромонтер	1
3	Слюсарі ПРИН	2
4	Верстатник	1
5	Комірник ІРК	1
6	Комірники комплект виробничих складів	2
7	Підготувальники-розподільники	2
8	Транспортні робочі	2
9	Контролери	5
Разом		17

Таблиця 2.3 – Кількість фахівців

№ з/п	Робочі місця	Кількість
1	Технолог	6
2	Інженер з інструменту	1
3	Майстер ПРИН	1
4	Інженер з обслуговування ЕОМ	1
5	Програміст	1
6	Оператор ЕОМ	1
7	Старший майстер	2
8	Змінний майстер	5

Продовження таблиці 2.3

№ з/п	Робочі місця	Кількість
9	Плановик	3
10	Диспетчер	2
11	Технолог за матеріалами	1
12	Нормувальник	1
13	Економіст	1
14	Майстер по обладнанню	1
15	Старший контрольний майстер	1
16	Контрольний майстер	1
Разом		29

Таблиця 2.4– Кількість МОП

№ з/п	Робочі місця	Кількість
1	Прибиральник	2
Разом		2

Таблиця 2.5 – Кількість керівників

№ з/п	Робочі місця	Кількість
1	Начальник цеху	1
2	Начальник тех. бюро	1
3	Завідувач ІРК	1
4	Начальник ПДБ	1
5	Начальник БОТ	1
6	Начальник БТК	1
Разом		6

Таблиця 2.6 – Кількість службовців

№ з/п	Робочі місця	Кількість
1	Бухгалтер	1
2	Нарядник	1
3	Обліковець	1
4	Архіваріус	1
5	Секретар-машиніст	1
6	Завгосп	1
Разом		6

2.5 Забезпечення якості складання літака у ЦОС

При організації процесу складання у ЦОС, як і в будь-якому іншому цеху, необхідно проаналізувати методи забезпечення якості виробу, що збирається – об'єкти, методи і засоби контролю. На підставі цього розробити рекомендації щодо підвищення якості виробу, що збирається.

У ЦОС літака забезпечується контроль якості і випробування літака в процесі його виробництва, остаточно зібраного літака, при передачі його на ЛВС, і виконання модифікацій, відповідно до вимог діючої в цеху технічної та нормативної документації.

Контролю підлягають:

- матеріали, напівфабрикати і комплектуючі вироби, супровідна документація до них;
- стан виробничих приміщень, обладнання, технологічного оснащення, інструменту та засобів вимірювання;
- технологічна і виробнича дисципліна, культура праці в ЦОС;
- продукція, як на етапах виготовлення, так і готова.

Види контролю:

- вхідний контроль продукції, що надходить з цехів-постачальників, згідно з переліком деталей, які підлягають вхідному контролю, складеним начальником БТК – виконується працівником БТК, основним завданням якого є:

а) попередження потрапляння в виробництво деталей та агрегатів, що не відповідають вимогам креслень та технічних умов;

б) своєчасне повідомлення цехів-постачальників про якість продукції при вхідному контролі, для прийняття оперативних заходів за виявленими дефектами;

- контроль якості продукції, що виконується виробничими робітниками і виробничим майстром;

- операційний контроль якості продукції, що виконується працівником БТК;

- контроль і випробування в процесі виробництва, що виконується працівником БТК і представником Незалежної інспекції;

- остаточний контроль якості продукції, що виконується працівниками БТК і представником Незалежної інспекції (загально технічний огляд продукції);

- періодичний контроль якості продукції, що виконується працівниками БТК, представником Незалежної інспекції, інспекторської групою ОТК.

Відповідальність за контроль стану виробничих приміщень і за забезпечення якості продукції, що випускається несе начальник ЦОС.

Відповідальність за контроль стану обладнання, оснащення та інструменту несе заступник начальника цеху з підготовки виробництва, за контроль технологічної та виробничої дисципліни на виробничих ділянках – виробничі майстри.

Відповідальність за організацію контролю якості продукції, що випускається несе начальник БТК цеху.

У ЦОС необхідно розробити задокументовані методики контролю і випробувань, які повинні бути представлені такими видами документів:

- технологічні процеси контролю;
- протоколи і методики випробувань;
- технологічні інструкції контролю і випробувань, в яких докладно викладені види контролю, контрольовані параметри і способи реєстрації результатів контролю та випробувань.

Також необхідно створити підрозділ, з відповідним штатом фахівців, який буде займатися вхідним контролем і випробуваннями покупних виробів, як то: різноманітне електро- радіоустаткування, пілотажно-навігаційне обладнання, агрегати систем літака і двигуна і т.п.

2.5.1 Комплексна система управління якістю у ЦОС

Політика цеху в області якості.

Основною метою цеху в цілому, і кожного окремого працівника, є виготовлення пасажирських літаків і їх модифікацій, а також участь в технічному обслуговуванні авіаційної техніки, в суворій відповідності з технічними умовами, конструкторською, технологічною та нормативною документацією у встановлені терміни.

Здійснення цієї політики базується на:

- впровадженні перспективних і поточних планів-заходів підвищення якості, надійності і ресурсу виробів;
- забезпеченні всіх працівників предметами і засобами праці, створення сприятливих умов для продуктивної праці і відпочинку;
- заохоченні будь-якої творчої ініціативи працівників в області підвищення технічного рівня і якості продукції;
- впровадженні у виробництво нової техніки, технологій і забезпеченні виробництва високопродуктивним обладнанням, контрольованими пристроями, постійної заміни морально застарілого і фізично зношеного устаткування і засобів контролю;

- проведенні атестації робочих місць і технологічних процесів, а також забезпеченні (участі) в сертифікації виробництва і системи управління якістю;
- розумінні того, що економіка підприємства, його добробут, а значить і добробут кожного окремого працівника, залежать від якості його праці.

Всі працівники цеху зобов'язані:

- знати положення політики цеху в області якості продукції, і строго керуватися ним у роботі;
- виконувати всі вимоги технічних і нормативної документації;
- дотримуватися на робочих місцях виробничо-технологічної дисципліни та культуру виробництва;
- підвищувати свої професійні знання і на своєму робочому місці працювати без помилок і браку.

Основними цілями функціонування системи якості в ЦОС є:

- забезпечення реалізації Політики підприємства і цеху в області якості;
- попередження, виявлення та вилучення продукції, яка не відповідає встановленим вимогам.

2.5.2 Система управління якістю

Реалізація поставлених цілей здійснюється:

- розподілом повноважень і відповідальності персоналу;
- документуванням процедур і правил в галузі забезпечення якості;
- навчанням персоналу процедурам і методам забезпечення якості;
- підтриманням у робочому стані документації системи якості;
- протоколами якості;
- підвищенням технічного рівня виробництва і вдосконаленням системи якості;
- управлінням виробничими процесами на всіх етапах виготовлення продукції;
- стимулюванням персоналу до якісної роботи.

Функціонування системи якості здійснюється під загальним керівництвом начальника цеху, який визначає політику ЦОС в області якості і забезпечує необхідні умови для її реалізації.

Функції безпосереднього керівництва за постійне виконання вимог Політики цеху в області якості покладаються на заступників начальника цеху, начальника БТК, начальників бюро і майстрів.

Організацію робіт по забезпеченню якості продукції в БТК здійснює начальник БТК, а на виробничих ділянках – майстри виробничих дільниць.

Забезпечення якості виготовлення продукції на робочих місцях здійснюють безпосередні виконавці.

Забезпечення якості на етапах підготовки виробництва і виготовлення продукції повинно здійснюватися за такими напрямками:

- оснащення виробництва новим обладнанням;
- застосування методів морального і матеріального стимулювання за випуск продукції високої якості;
- вдосконалення серійної продукції на основі аналізу якості виконання робіт і готової продукції, що випускається цехом;
- розробка заходів, спрямованих на підвищення якості продукції та ефективності виробництва;
- передача контролю операцій, монтажів під відповідальність виробництва;
- організація проведення Дня якості в цеху і на виробничих ділянках;
- робота постійно діючої комісії з якості (ПДКК) цеху;
- щоденний контроль технологічної дисципліни і культури виробництва.

Всі елементи системи якості, положення, правила, прийоми, методи при розробці КД і ТД, організація виробництва є основним інструментом в забезпеченні випуску якісної продукції.

Начальник цеху несе відповідальність за функціонування системи якості в цеху і своєчасне виконання вимог діючих стандартів з управління якістю продукції, що виробляється і якістю праці працівників цеху.

Відповідальність за організацію робіт із забезпечення якості продукції та виконання вимог стандартів системи якості в бюро несуть начальники бюро, на виробничих ділянках – майстри.

Аналіз системи якості з боку керівництва ЦОС за показниками здійснюється з метою:

- визначення ефективності її функціонування в цеху;
- реалізації політики підприємства і цеху в області якості;
- прийняття коригувальних впливів щодо її вдосконалення.

До системи якості відповідно до ДСТУ ISO 9001-2001 застосований процесний підхід. Основним процесом цеху в системі управління якістю є остаточне складання літака (виконання складально-монтажних робіт), а також участь в технічному обслуговуванні авіаційної техніки. Вхідними даними для функціонування цього процесу є дані, наведені в таблиці 2.7.

Вихідними даними є: здавальні рапорти, накладні, картки обліку, технологічні паспорти, акти прийому-передачі, документація зворотного зв'язку

з постачальниками (дефектні відомості, поворотні рапорту). Результативність кожного процесу системи якості оцінюється методом порівняння реального результату (виходу) до вимог, висунутими на вході.

Таблиця 2.7 – Вхідні дані процесу у ЦОС літака

№ з/п	Найменування вхідних даних (документ)	Короткий зміст вхідних даних або документа	Посадова особа, відповідальне за обробку вхідних даних
1	Директивні тех. процеси (ДТП) загального складання і нормативні документи	Вимоги до технологічної підготовки виробництва (ТПП)	Начальник ТБ, зам. начальника цеху з підготовки виробництва
2	Конструкторська документація (КД)	Конструкція літака, складальних одиниць	Начальник ТБ
3	Технічний контроль, сертифікація виробництв	Вимоги до кожного напрямку діяльності цеху в області якості	Начальник БТК, начальник ТБ, відповідальний уповноважений по стандартизації і системі якості
4	Планування продукції, що випускається	Номенклатурний план на поточний місяць. Трудомісткість від ООТиЗ	Начальник ПДБ, начальник БОТіЗ
5	Забезпечення матеріалами і ПКІ	Отримання, зберігання (ПКІ і матеріали) і економну витрату (мат-ли)	Начальник ПДБ цеху
6	Забезпечення людськими ресурсами	Забезпечення робочими, ІТП і службовцями. Навчання і атестація кадрів	Начальник цеху, начальник БОТіЗ
7	Забезпечення інфраструктурою (Будівля, транспорт, обладнання і т.д.)	Вимоги до якості інфраструктури	Заступник начальника цеху з підготовки виробництва
8	Забезпечення інструментом для виконання сборочно-монтажних робіт	Вимоги до якості інструменту	Зам. начальника цеху з підготовки виробництва

Продовження таблиці 2.7

№ з/п	Найменування вхідних даних (документ)	Короткий зміст вхідних даних або документа	Посадова особа, відповідальне за обробку вхідних даних
9	Комплектуючі із супровідною документацією	Складальні одиниці, стандартні вироби, ПКІ	Начальник ПДБ, начальник БТК
10	Документація зворотного зв'язку з цехами-постачальниками складальних одиниць.	Дефектні відомості, поворотні рапорти	Начальник ПДБ, начальник БТК

2.5.3 Рекомендації щодо підвищення якості виробу, що збирається

Виходячи з вищевикладеного, приходжу до висновку, що в процесі виробництва літака необхідно розробляти методи і засоби для підвищення якості виробу, що випускається. Для ЦОС деякі з них сформулюю так:

- за результатами роботи ПДКК цеху і за результатами проведення Днів якості, на основі аналізу браку і недоліків, виявлених в процесі виробництва, необхідно розробляти заходи щодо підвищення якості продукції, що випускається, зниження кількості дефектів загальної збірки при пред'явленні продукції БТК і замовнику.

Для стимулювання випуску якісної продукції необхідно здійснювати оцінку якості праці працівників ЦОС з занесенням даних в журнали обліку якості праці працівників цеху, які вести на кожній дільниці і в кожній службі цеху.

Для оцінки якості продукції, що випускається цехом, для збору статистичних даних по контролю якості продукції, для їх порівняння, з метою розробки заходів, якщо якість продукції визнано незадовільним, технічне бюро ОТК на кожен квартал має планувати коефіцієнт якості продукції по ЦОС [14].

2.6 Заходи з техніки безпеки у ЦОС

Загальне керівництво з техніки безпеки і промислової санітарії покладено на директора і головного інженера підприємства. Безпосередньо головному інженеру підпорядкований відділ по техніці безпеки. За дотримання правил техніки безпеки у ЦОС несе відповідальність начальник цеху. За виконання правил техніки безпеки на ділянках несуть відповідальність виробничі майстри.

Порушення правил і норм з охорони праці тягне за собою адміністративну, дисциплінарну та кримінальну відповідальність. Щодня начальник цеху або його заступник спільно зі старшим, громадським інспектором з охорони праці, обходять всі ділянки цеху.

При виявленні недоліків їх заносять в журнал другого ступеня з встановленням термінів усунення цих недоліків. Вказуються конкретні заходи щодо їх усунення. Щодня майстер і відповідальний інспектор обходять всі робочі місця своєї ділянки. Якщо на ділянці виявлено недоліки, і вони не в змозі усунути, тоді це доводиться до відома начальника цеху. Щомісяця за графіком, встановленим головним інженером, відповідальні особи з представниками комісії з охорони праці з профспілкового комітету і працівником відділу техніки безпеки перевіряють стан техніки безпеки і промислової санітарії в цеху, і записує свої зауваження. Щомісяця головний інженер або його заступник проводять наради з питань техніки безпеки. Триступеневий метод контролю – ефективний засіб для поліпшення умов праці, виконання правил техніки безпеки і промислової санітарії.

3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Техніко-економічне обґрунтування проектування ЦОС літака Ан-148

3.1.1 Маркетингові дослідження ринку збуту продукції для визначення програми випуску виробів

Літаки Ан-148 призначені для виконання пасажирських, змішаних вантажопасажирських та вантажних перевезень на регіональних та короткомагістральних маршрутах до 3100 км завдовжки з можливістю. Ан-148 є монопланом з високо розташованим крилом з двома двигунами, розташованими під крилом.

Така конфігурація покращує захист двигунів та конструкції крила від пошкоджень та дозволяє експлуатувати літак на погано обладнаних аеродромах розташованих на висоті до 1500 метрів над рівнем моря, за будь-яких кліматичних умов (рисунку 3.1). Літаки забезпечують високий рівень економічної ефективності, широкий спектр функціональних можливостей, сучасний рівень технічної та експлуатаційної досконалості.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд літака Ан-148

Крейсерська швидкість польоту літака становить 780-850 км/год, а крейсерська висота польоту – до 12200 м. Довжина пасажирського салону і розташування пасажирів в ряду за схемою 2+3 дозволяють експлуатанту комбінувати різні однокласові і змішані компонування у діапазоні 68-80 пасажирів з салонами економ, бізнес та першого класу.

На літак встановлюється сучасне пілотажно-навігаційне і радіозв'язкове обладнання, що відповідає міжнародним нормам ІКАО; польотна інформація

виводиться на п'ять багатофункціональних рідкокристалічних індикаторів. Комплекс радіоелектронного обладнання передбачає можливість посадки машини у складних метеорологічних і нічних умовах за категорією IIIA ІКАО.

Літак Ан-148 оснащується двома двоконтурними турбореактивними двигунами Д-436-148 розробки ЗМКБ «Прогрес», виробництва ВАТ Мотор Січ. Витрата палива – 1458 кг/год при максимальному комерційному завантаженні. Розробником закладений робочий ресурс літака близько 80 000 годин при календарному терміні експлуатації 30 років.

3.1.2 Аналіз ринку збуту

В процесі виробництва вироби стикаються з проблемою різних вимог покупців. Тому виділяють певну частину споживачів, які пред'являють однорідні вимоги до виробу.

Вибір стратегії сегментації залежить від наступних факторів:

- від виду продукції, що випускається;
- від положення підприємства на ринку;
- від фінансового становища підприємства і його виробничих потужностей.

Ринки країн СНД

Переваги:

- ДП «АНТОНОВ» відомо на ринку СНД;
- традиційність зв'язків;
- система техобслуговування добре налагоджена.

Недоліки:

- загальна економічна криза;
- введення прикордонних бар'єрів.

Ринки країн далекого зарубіжжя

Переваги:

- величезні розміри ринків;
- мала конкуренція для цього типу літаків;

Недоліки:

- труднощі налагодження контактів через проблеми всередині СНД (політичної та економічної нестабільності);
- складність з після продажним обслуговуванням.

3.1.3 Маркетинг

Маркетинг – комплексна система організації виробництва, збуту продукції і надання послуг, орієнтована задоволення потреб конкретних споживачів та отримання прибутку з урахуванням досліджень, і прогнозування ринку, вивчення внутрішньої і до зовнішньої середовища підприємства, розробки стратегії і тактики поведінки над ринком з допомогою маркетингових програм.

У цих програмах закладено заходи щодо поліпшення якості послуг, вивчення споживачів, конкурентів та конкуренції, щодо забезпечення цінової політики, формування попиту, стимулювання збуту та реклами, організації технічного сервісу та розширення асортименту послуг.

У контракті на поставку виробу вноситься чотири позиції:

1.Одиниця зміни ціни – це кількісна характеристика товару, залежна від характеру товару і світової практики.

2.Базис ціни – встановлюють, які витрати вкладаються в ціну товару і здійснюються за рахунок продавця, а які понад ціну – за рахунок покупця.

3.Валюта ціни – ціна може бути виражена у валюті країни імпортера, експортера або третьої сторони.

4.Спосіб фіксації цін – ціна визначається або відразу, або після укладення контракту.

Розрізняють чотири види цін:

- тверда ціна;
- рухома ціна;
- змінна ціна;
- ціна з подальшою фіксацією.

Для літака, товару з тривалим терміном виготовлення, використовується змінна ціна, яка нараховується на момент виконання контракту, шляхом перегляду базової ціни з урахуванням зміни у витратах виробництва за період виконання замовлень на товар.

Маркетинг виділяє чотири основні види цінової стратегії на ринку:

- стратегія високих цін;
- стратегія низьких цін;
- стратегія диференційованих цін;
- стратегія конкурентних цін.

Б) організація збуту.

Зазвичай літак продається за прямими поставками. На підприємстві для цих цілей існує відділ збуту і зовнішньоекономічних зв'язків. Тут проводиться

дослідження ринку, опрацьовуються варіанти можливих партнерів. В результаті переговорів укладається договір про поставку товару до певного терміну, в певній кількості і за певною ціною.

При дослідженні ринку повітряних сполучень спостерігається тенденція до збільшення місткості літака, причому місткості як пасажирської, так і вантажної. За даними Регіональної Американської Асоціації, середня пасажиромісткість на регіональних і коротко-магістральних авіалініях за останні 10 років збільшилася з 50 до 70 місць на кожен літак. В Європі за останні п'ять років – з 60 до 80 місць. Таким чином, потреба ринку зосереджується навколо 60...80 – місних літаків. Турбогвинтові семидесятимісні літаки, як очікується, не гратимуть на ринку помітну роль.

Середній світовий коефіцієнт зростання обсягів повітряних сполучень становить 2% на рік. Така тенденція свідчить про те, що споживачі на ринку повітряних сполучень відчують все більші потреби в послугах авіаційних компаній. В результаті цього, для забезпечення необхідних обсягів перевезень, виникає потреба авіакомпаній в придбанні нових літаків.

3.2 Формування ринку попиту з урахуванням оцінки можливих ризиків

3.2.1 Реклама

Формування попиту – це формування громадської думки про товар з метою залучення до нього загальної уваги і в кінцевому підсумку – виникнення у споживача бажання придбати даний товар.

Так, для отримання великого прибутку необхідно нарощувати обсяги виробництва, тобто необхідно отримувати нові замовлення. Велику роль на формування попиту надає реклама товару.

Тут рекламна діяльність йде за двома напрямками:

1) придбання нових замовлень на вже вироблену продукцію. Звичайно, що кількість замовлень на нашу продукцію залежить від підприємств, які виробляють літак типу Ан-148. Отже, реклама повинна бути спрямована на сам літак. Але самостійно таку діяльність розвинути підприємство не може. Основну діяльність по рекламі беруть на себе завод-виготовлювач і організація – розробник Ан-148 ДП «Антонов».

В рамках рекламної діяльності вони здійснюють такі види реклами, як:

а) пряма поштова реклама. Виробник адресує рекламу окремим особам в їх професійній – службовій ролі. Це розсилання рекламних проспектів, описів

безпосередньо потенційним споживачам. Крім розсилки різної документації представники замовників запрошуюються на виставки, показові польоти.

б) публікація реклами в спеціалізованих, вузько направлених виданнях, розрахованих на охоплення потрібного ринку, що споживає товари та послуги авіаційного комплексу. Таких видань багато, тому слід зосередитися на тих, якими користуються фахівці регіонів, в яких спостерігається попит на літак типу Ан-148.

в) реклама на виставках.

Тут мається на увазі, перш за все, участь виробника в різних виставках (як загального профілю, так і спеціалізованих): авіасалонах, авіа-шоу, що проводяться в усьому світі. Необхідно, перш за все, відвідувати ті виставки, які проводяться в регіоні потенційних покупців, так як участь у виставці дає можливість не тільки представити свою продукцію, але і провести переговори з усіма зацікавленими організаціями; в короткі терміни і централізовано поширити свою рекламну інформацію; зібрати інформацію про конкурентну продукцію.

Таким чином, підприємство, здійснюючи тісну співпрацю з іншими авіабудівельними фірмами, буде робити посильний внесок у рекламну діяльність.

2) інший напрямок рекламної діяльності підприємства – це придбання замовлень на виробництво принципово нових виробів – наприклад, крила на нові літаки Ан-158. Об'єктом цієї реклами є безпосередньо наше підприємство. Таким чином, здійснюючи рекламну діяльність, підприємство розраховує на замовлення в майбутньому. При виході підприємства на повну потужність роботи передбачають застосування різного роду знижок.

3.2.2 Аналіз ризиків

При впровадженні у виробництво і при розробці нового ринково-орієнтованого виробу, стикаються з такими труднощами:

1. Невизначеність в досягненні результатів.
2. Суб'єктивність в інтересах різних ділянок проекту, множинність критеріїв оцінки.

Ризик – міра мінливості і невпевненості віддачі, яка складається з очікуваних надходжень. Чим ризикованіша операція, тим більше обсяг прибутку може бути отриманий. При оцінці ризику слід враховувати два фактори:

1. Обсяг фінансування.
2. Фактор часу.

Розрізняють два види ризику:

1. Диверсифікований – це фінансовий ризик фірми. Залежить від нестабільності цін на матеріали, нестабільність попиту на збудовану продукцію.

2. Недиверсифікований – ризик системи в цілому. Залежить від зростання цін на енергоносії, економічної нестабільності в країні, інфляції, метеоумов.

Для зменшення ступеня ризику можливе застосування різних застережень при укладанні договору (контракту). Для зведення до мінімуму диверсифікованих ризиків встановлюють в контракті рухому ціну і форму, по якій вона повинна розраховуватися.

Для компенсації інших типів ризику служить страхування.

Страхування – це фінансове забезпечення можливого збитку, зниження або повна його компенсація.

3.3 Вихідні дані для техніко-економічних показників цеху

Розряд робочих не нижче третього розряду. Мінімальна заробітна плата у погодинному розмірі (МЗП) – 40 грн (згідно п.8 Закону України «Про Державний бюджет України на 2020 рік²). За матеріалами переддипломної практики річна програма випуску літака Ан-148 NB=32 шт.

За матеріалами переддипломної практики трудомісткість остаточного складання літака Ан-148 у ЦОС складає $T_{пр}=6168$ люд.·год.

Підприємство працює в одну зміну. Тривалість виробничого циклу згідно з формулою (2.4) дорівнює 256 год.

Річна програма запуску літака у виробництво N₃, шт. розраховується за формулою [15]:

$$N_3 = N_B \cdot \left(1 + \frac{ПН}{100}\right) = 32 \cdot \left(1 + \frac{6}{100}\right) \approx 34 \text{ шт.}, \quad (3.1)$$

де ПН – технічні неминучі витрати. ПН = 6%.

Для визначення собівартості виробу необхідно визначити:

- вартість основних матеріалів;
- зворотні відходи;
- заробітна плата виробничих працівників (основна та додаткова);
- відчислення у фонд ЄСВ з заробітних плат;
- загальновиробничі (постійні та змінні) витрати;
- витрати на освоєння нових видів виробу.

Виробнича собівартість партії виробів обчислюється як:

$$C_{\text{Вир}} = \text{ВМ} - \text{ЗВ} + \text{ОЗПР} + \text{ДЗПР} + \text{ЄСВПР} + \text{ПеВ} + \text{ПоВ} + \text{ВПВ}. \quad (3.2)$$

Трудомісткість партії виробів:

$$\text{ТГ} = \text{ТГ}_{\text{шт}} \cdot N_3, \quad (3.3)$$

де $\text{ТГ}_{\text{шт}}$ – трудомісткість одного виробу;

N_3 – річна програма запуску літаків.

Тоді $\text{ТГ} = 6168 \cdot 34 = 209\,712$ люд.·год.

Основна заробітна плата складає:

$$\text{ОЗПР} = \text{ТГ} \cdot \text{СГС}, \quad (3.4)$$

де СГС – середня годинна ставка.

Середня годинна ставка відповідає середньому розряду робіт, що виконується в цеху. Розрахунок кількості працівників цеху за категоріями працюючих. Для промислово-виробничого персоналу підприємства належать такі працівники: основні, виробничі і допоміжні робітники, фахівці (інженерно-технічні працівники), службовці, молодший обслуговуючий персонал [15].

Таблиця 3.1 – Кількість робітників цеху

Професія	Розряд	Трудомісткість робіт на програму, год	Кількість робочих
Слюсар-складальник	3	563	9
Слюсар-складальник	4	1250	20
Слюсар-складальник	5	1875	30
Свердлувальник пневмоінструментом	3	620	10
Клепальник пневмоінструментом	3	620	10
Клепальник на пресах	4	620	10
Герметизаторщик	4	620	10
Разом			99

Середня годинна ставка СГС складає:

$$\text{СГС} = \text{МЗП} \cdot \frac{(\text{МКС}_{III} \cdot \text{КВР}_{III} + \text{МКС}_{IV} \cdot \text{КВР}_{IV} + \text{МКС}_{V} \cdot \text{КВР}_{V})}{\text{КВР}}, \quad (3.5)$$

де МКС_i – міжкваліфікаційне співвідношення для встановлення тарифної ставки робітника і розряду, $\text{МКС}_{III} = 1,4$; $\text{МКС}_{IV} = 1,65$; $\text{МКС}_{V} = 1,9$;
 КВР_i – кількість робітників основного виробництва і розряду;
 КВР – загальна кількість робітників основного виробництва.

Тоді
$$\text{СГС} = 40 \cdot \frac{(1,4 \cdot 29 + 1,65 \cdot 40 + 1,9 \cdot 30)}{99} = 66,10 \text{ грн.}$$

Основна заробітна плата складає:

$$\text{ОЗПР} = 209712 \cdot 66,10 = 13862175,00 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата виробничих робітників визначається за формулою:

$$\text{ДЗПР} = \text{ОЗПР} \cdot \frac{\text{НДО}}{100}, \quad (3.6)$$

де НДО – норматив додаткової заробітної плати робочих, %; НДО=45%.

Тоді
$$\text{ДЗПР} = 13862175,00 \cdot \frac{45}{100} = 6237979,00 \text{ грн.}$$

Витрати на сировину та матеріали (ВМ)

$$\text{ВМ} = \text{НМ} \cdot \text{ЦМ} \cdot \left(1 + \frac{\text{НТ}}{100}\right), \quad (3.7)$$

де НМ – маса матеріалів що встановлюються на літак в ЦОС;

НТ – норматив транспортних витрат, %; НТ=1,5%;

ЦМ – середня ціна кілограму матеріалу.

В зв'язку з величезною номенклатурою матеріалів, що використовуються в ЦОС для складання літака (фарби, розчинники, герметики, дроти, металеві матеріали, нитки, тканини, мастила змазки та ін.) приймаємо в навчальних цілях, що НМ = 2000 кг та ЦМ = 640 грн/кг.

Тоді
$$\text{ВМ} = 2000 \cdot 640 \cdot \left(1 + \frac{1,5}{100}\right) = 1299200,00 \text{ грн.}$$

Зворотні витрати (ЗВ), то залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, що втратили свої споживчі якості в процесі виробництва, складають [15]:

$$ЗВ = НМ \cdot \left(1 - \frac{КВМ}{100}\right) \cdot ЦМ \cdot 0,1, \quad (3.8)$$

де КВМ – коефіцієнт використаних матеріалів, %; приймаємо КВМ=82,8%.

$$\text{Тоді} \quad ЗВ = 2000 \cdot \left(1 - \frac{82,8}{100}\right) \cdot 640 \cdot 0,1 = 22016,00 \text{ грн.}$$

Відрахування у фонд ЄСВ з основної та додаткової заробітної плати робітників ЄСВПР, грн. розраховується як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати:

$$ЄСВПР = (ОЗПР + ДЗПР) \cdot \frac{НЄСВ}{100}, \quad (3.9)$$

де НЄСВ – норматив відрахувань у фонд ЄСВ із заробітних плат основних робітників, НЄСВ=22%.

$$\text{Тоді} \quad ЄСВПР = (13862175,00 + 6237979,00) \cdot \frac{22}{100} = 4422034,00 \text{ грн.}$$

Сума постійних загальновиробничих витрат є нормативом від заробітної плати основних робітників визначається як:

$$ПоВ = 65\% \cdot ОЗПР = 65\% \cdot 13862175,00 = 9010414,77 \text{ грн.}$$

Сума змінних загальновиробничих витрат є нормативом від заробітної плати основних робітників. Визначається як:

$$ПеВ = 80\% \cdot ОЗПР = 80\% \cdot 13862175,00 = 11089740,02 \text{ грн.}$$

Витрати на підготовку виробництва (ВПВ) визначають нормативом від матеріальних витрат та основної заробітної плати виробничих робітників:

$$ВПВ = (ВМ + ОЗПР) \cdot \frac{НОВ}{100}, \quad (3.10)$$

де НОВ – норматив витрат на підготовку виробництва %, НОВ = 6%;

$$\text{Тоді} \quad ВПВ = (1299200,00 + 13862175,00) \cdot \frac{6}{100} = 9096825,00 \text{ грн.}$$

Виробнича собівартість партії виробів становить:

$$C_{\text{Вир}} = 1299200,00 - 22016,00 + 13862175,00 + 6237979,00 + 4422034,00 + 9010414,77 + 11089740,02 + 9096825,00 = 54996350,44 \text{ грн.}$$

Виробнича собівартість одного виробу:

$$CB = \frac{C_{\text{Вир}}}{N_3} = \frac{54996350,44}{34} = 1617539,72 \text{ грн.}$$

Витрати на збут одного виробу визначаються як:

$$ВЗБ = 5\% \cdot CB = 5\% \cdot 1617539,72 = 80876,99 \text{ грн.}$$

Повна собівартість партії виробів визначається як:

$$CB_{\text{ПОВНА}} = N_3 \cdot (ВЗБ + CB) = 34 \cdot (1617539,72 + 80876,99) = 57746167,96 \text{ грн.}$$

Повна собівартість робіт у ЦОС літака Ан-148 складає:

$$CB_{\text{ВИРОБУ}} = \frac{CB_{\text{ПОВНА}}}{N_3} = \frac{57746167,96}{34} = 1698416,71 \text{ грн.}$$

Усі результати розрахунків зведено до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Визначення оптової ціни робіт в ЦОС

Найменування величин	Позначення	Значення, грн
Витрати на сировину і матеріали	ВМ	1299 200,00
Зворотні відходи	ЗВ	22016,00
Основна зарплата виробничих робітників	ОЗПР	13862175,00
Додаткова зарплата виробничих робітників	ДЗПР	6237979, 00
Нарахування до фонду ЄСВ на заробітну плату виробничих робітників	ЄСВПР	4422034,00
Постійні загальновиробничі витрати	ПоВ	9010414,77

Продовження таблиці 3.2

Найменування величин	Позначення	Значення, грн
Змінні загальновиробничі витрати	ПеВ	11089740,02
Витрати на підготовку виробництва	ВПВ	9096825,00
Виробнича собівартість партії виробів	С _{Вир}	54996350,44
Виробнича собівартість одного виробу	СВ	1617539,72
Витрати на збут	ВЗБ	80876,99
Повна собівартість партії виробів	СВ _{ПОВНА}	57746167,96
Повна собівартість одного виробу	СВ _{ВИРОБУ}	1698416,71
Прибуток (в розмірі 20%)	П	213298,47
Ціна оптова одиниці продукції	Ц _{опт}	1279790,84

3.3.1 Визначення критичної програми випуску виробів

Розмір критичної програми (РКП) річного обсягу випуску продукції – це мінімальний розмір програми випуску продукції за рік, при якому дохід від продажів РДР дорівнює витратам виробництва РВВ, тобто прибуток дорівнює нулю. Розмір програми випуску визначаємо графічно. Точка беззбитковості – розмір партії продукції, що випускається, при якій забезпечується «нульовий прибуток», тобто прибуток від продажу дорівнює витратам виробництва [13].

Графічно критичну програму виробництва визначаємо як проекцію точки перетинання двох прямих: річного доходу від реалізації (РДР) і річних витрат виробництва (РВВ).

Річні постійні витрати (РПоВ) визначаємо за двома видами витрат ПоВ та ВЗБ помножені на річний обсяг запуску у виробництво N_3

$$РПоВ = ПоВ + ВЗБ \cdot N_3. \quad (3.11)$$

Тоді $РПоВ = 9010414,77 + 80876,99 \cdot 34 = 11760231,29$ грн.

Далі будуємо лінію змінних витрат $ЗмВ \cdot N_B$, що виходить із початку координат. Змінні витрати $ЗмВ$, що припадають на один виріб, визначаємо вирахуванням з виробничої собівартості виробу СВ постійних загальновиробничих витрат ПоВ:

$$ЗмВ = СВ - ПоВ / N_B = 1617539,72 - 9010414,77 / 32 = 1335964,26 \text{ грн.}$$

Лінію річного доходу від реалізації РДР, яка також виходить із початку координат, визначаємо за формулою:

$$\text{РДР} = \text{СВ}_{\text{ВИРОБУ}} \cdot N_{\text{В}}. \quad (3.12)$$

Тоді $\text{РДР} = 1698416,71 \cdot 32 = 54349334,55$ грн.

Розмір критичної програми РКП розраховуємо за формулою

$$\text{РКП} = \frac{\text{РПоВ}}{\text{Ц}_{\text{опт}} - \text{ЗМВ}}. \quad (3.13)$$

Тоді $\text{РКП} = \frac{11760231,29}{1279790,84 - 810172,88} = 25,04 \approx 25$ вир.

Річний кошторис витрат на виробництво:

$$\text{РВВ} = \text{СВ} \cdot N_{\text{В}} = 1617539,72 \cdot 32 = 51761271,00 \text{ грн.}$$

Точка безбитковості і критична програма наведена на рисунку 3.1.

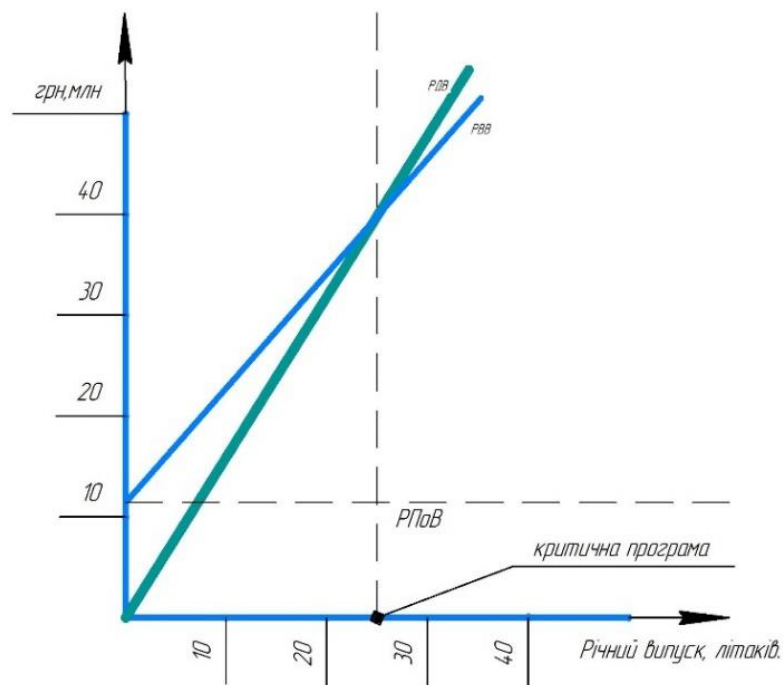


Рисунок 3.1 – Точка безбитковості

Висновки.

В економічній частині дипломного проекту був проведений розрахунок витрат, який показує, що розрахункова оптова ціна остаточного складання літака Ан-148 в ЦОС складає 1279790,84 грн. без урахування ПДВ.

Разраховали середню годинну ставку (СГС) робітників розряду МКС_{III}; МКС_{IV}; МКС_V, вона склала 66,10 грн за годину.

Загалом заробітня плата всіх робітників склала 13862175,00 грн. Це дало змогу розрахувати відчислення у фонд ЄСВ з основної та додаткової заробітньої плати робітників ЄСВПР, це дорівнює 4422034,00 грн.

Також було розраховано собівартість як партії, так і однієї одиниці виробу, це склало:

- повна собівартість партії виробів 57746167,96 грн;
- повна собівартість робіт у ЦОС літака Ан-148 1698416,71 грн.

Розраховано розмір критичної програми РКП, це дало розуміння що точка безбитковості становить 25 літаків, за матеріалами переддипломної практики річна програма випуску літака Ан-148 NB=32 шт. Виходячи з цього бачимо, що підприємство працюватиме прибутково, адже складання 7 літаків зараховуються у прибуток.

4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Захист виробів АТ з допомогою лакофарбового покриття

Вимоги, які пред'являють до лакофарбових покриттів (ЛФП). в літакобудуванні, значно вищі, ніж в інших галузях промисловості. Крім стійкості до атмосферних впливів і температурним перепадам, ЛФП повинні зберігати свої властивості і в умовах польоту на великих швидкостях, при перемінних навантаженнях і вібрації, витримувати без руйнування вплив високих температур, мастил і палив, що потрапляють на вироби АТ при їх експлуатації, а також вплив піску і пилу при зльоті і посадці. ЛФП повинні забезпечувати покращення аеродинамічних властивостей літака, створення необхідного камуфляжу або декоративно-оздоблювального зовнішнього виду [11].

Експлуатаційна стійкість ЛФП залежить не тільки від якості вихідних матеріалів, технології їх нанесення і сушки, але і від систематичного догляду за ними в процесі експлуатації і від своєчасного ремонту. Для виготовлення ЛФП використовують лакофарбові матеріали (ЛФМ).

ЛФМ являють собою склади, здатні забезпечити формування на поверхні, що фарбується, покриття з заданим комплексом властивостей. Загальна класифікація ЛФМ представлена на рисунку 4.1.

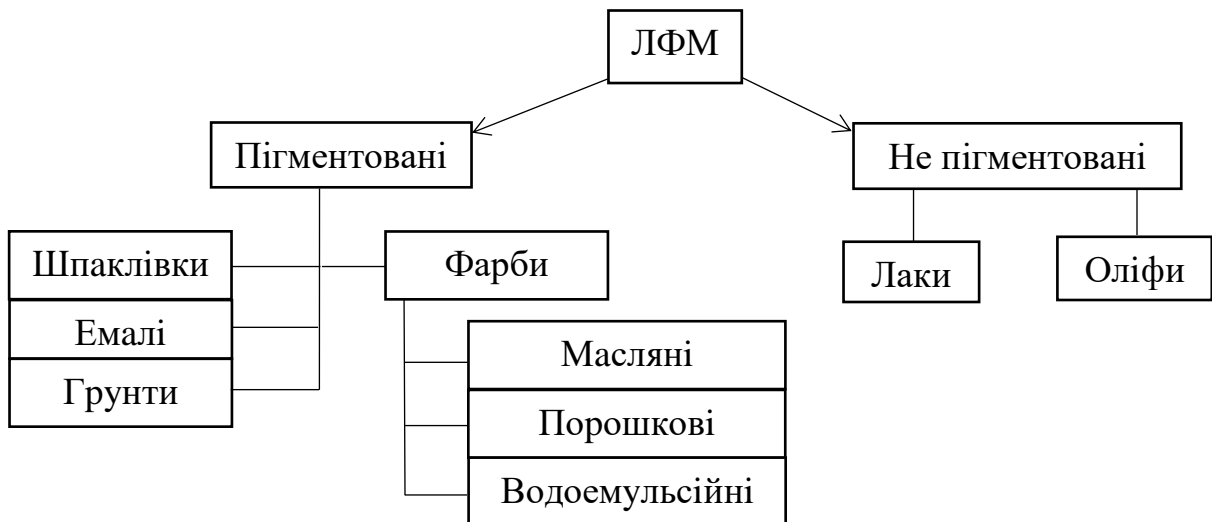


Рисунок 4.1 – Загальна класифікація ЛФМ

Можливість формування шару ЛФП та його властивості визначаються головним чином сполучними речовинами.

Сполучні речовини – високомолекулярні синтетичні і природні речовини, а також їх суміші, здатні разом з іншими компонентами ЛФМ при нанесенні тонким шаром формувати покриття в результаті фізико – механічних або хімічних перетворень на підложці.

Лаки – розчини сполучних речовин в органічних розчинах або воді. При висиханні або затвердінні утворюють прозоре однорідне покриття.

В таблиці 4.1 представлено призначення основних ЛФМ, що використовуються при серійному виробництві та ремонті виробів АТ.

Таблиця 4.1 – Призначення основних ЛФМ для виробів АТ

Грунтовка АК-070 для грунтування деталей з алюмінієвих, магнієвих, титанових сплавів і сталі	ГОСТ 25718-83
Грунтовка ГФ-031 для фарбування виробів з магнієвих і алюмінієвих сплавів і сталей, експлуатованих в умовах підвищених температур	ТУ 2312-130-00206919-2002
Грунтовка ЭП-0104 для фарбування склотекстолітових і металевих поверхонь перед подальшим нанесенням фторопластових емалей	ТУ 6-10-1093-77
Грунтовка ЭП-0215 для грунтування виробів з алюмінієвих сплавів і сталей	ТУ 6-10-1966-84
Лак АС-16 для лакування поверхонь виробів з алюмінієвих сплавів, що піддаються впливу атмосфери	ТУ 6-10-814-80
Фторполіуретанова емаль ВЭ-69 для антикорозійного захисту конструкцій з алюмінієвих, магнієвих сплавів і сталей, а також ПКМ	ТУ 1-595-15-8571-2005
Шпаклівка ЕП-0026 для вирівнювання поверхні деталей з склотекстоліти різних марок	ТУ 6-10-830-75
Емаль АК-1206 для захисту попередньо заґрунтованих металевих поверхонь літаків і вертольотів	ТУ 2313-091-21743165-2005
Емаль АС-131 для фарбування заґрунтованих анодованих алюмінієвих поверхонь різних виробів і деталей приладів	ТУ 6-10-896-75
Емаль ВЕ-46 для фарбування деталей з алюмінієвих, магнієвих сплавів і полімерних композиційних матеріалів	ТУ 1-595-9-273-88
Емаль ФП-566 для фарбування спеціально підготовлених склотекстолітових і металевих поверхонь	ТУ 2313-073-05034239-95
Емаль ХВ-130 для фарбування розпізнавальних знаків різних виробів	ТУ 6-10-557-86
Емаль ХВ-536 для фарбування внутрішньої попередньо заґрунтованій поверхні різних виробів	ТУ 6-10-845-85
Емаль ХС-5132 для фарбування паливних баків з метою захисту від корозії і зарядів статичної електрики	ТУ 6-10-2012-85
Емаль ЕП-1143 для фарбування панелей приладів з метою отримання захисно-декоративного та антиблікового покриття	ТУ 6-10-11-ВИАМ-95-88
Емаль ЕП-140 для фарбування поверхонь зі сталі, магнієвих, алюмінієвих, титанових сплавів	ГОСТ 24709-81
Емаль ЕП-141 для захисту різних виробів від ерозійно-корозійних пошкоджень, а також для маркування.	ТУ 6-10-1569-76

Оліфи – продукти термічної або хімічно переробки рослинних масел.

Пігменти – тверді порошкоподібні тонко дисперсні неорганічні і органічні речовини, які надають покриттю прозорість, колір і впливають на інші властивості покриттів.

Фарби – це ЛКМ, що представляють собою однорідні суспензії пігментів в сполучних речовинах. Можна виділити чотири основних групи фарб: масляні – на основі висихаючих масел та оліф; водяні – клейові на основі рослинних і тваринних клеїв; силікатні на основі рідкого скла; емульсійні – на основі водяних емульсій висихаючих масел або синтетичних полімерів; порошкові фарби – подрібнені тверді суміші сполучних речовин, пігментів, наповнювачів і інших компонентів ЛКМ. Такі фарби утворюють покриття в процесі термообробки.

Шпаклівки – дисперсії в сполучних речовинах пігментів і наповнювачів. Їх беруть в кількостях які забезпечують отримання в'язкої маси з можливо більшим умістом нелетючих речовин і слідчо меншою усадкою при висиханні або затвердінні. Шпаклівки слугують для усунення різних дефектів (пори, раковини, нерівності).

Грунти – суспензії пігментів в лаці, оліфі, або емульсії сполучних речовин. Наносяться першим шаром на поверхність, що підлягає фарбуванню і забезпечує надійне зчеплення покриття з поверхністю.

Емалі – суспензії пігментів в лаках. Їх наносять останніми на багат шарове покриття. Емалі надають покриттям декоративність і забезпечують стійкість до зовнішніх подразників.

4.1.1 Основні експлуатаційні властивості ЛФП

В залежності від призначення і умов експлуатації ЛФП до них пред'являються різні вимоги. Проте існують обов'язкові вимоги, якими повинне володіти покриття [11]:

Адгезія – зв'язок між поверхнями двох дотичних різнорідних матеріалів, обумовлююча їх «прилипання» один до одного. Цей показник визначається інтенсивністю молекулярної і хімічної взаємодії на поверхні розділу. Адгезія ЛФП залежить від хімічної будови сполучної речовини, хімічних властивостей пігментів і в'язкості матеріалу. ЛФП с більш низькою в'язкістю утворюють покриття с більшою адгезією.

Когезія – зчеплення молекул одного і того ж твердого тіла або рідини, що приводить до об'єднання цих частин в одне ціле. Від величини когезії залежить така важлива властивість ЛФП як абразивостійкість.

Пластичність – властивість ЛФП зберігати деформацію після зняття зусилля, яке визвало цю деформацію.

Еластичність – здатність ЛФП приймати свою попередню форму після зняття деформуючого зусилля.

Хімічна стійкість – стійкість ЛФП до дії агресивних реагентів, розчинників, мастил.

Атмосферостійкість – здатність ЛФП протидіяти впливу атмосферних факторів (вологості, температури, повітря, сонячної радіації).

Термостійкість і морозостійкість – здатність ЛФП зберігати свій зовнішній вигляд і не руйнуватися під дією високих і низьких температур.

В процесі експлуатації авіатехніки ЛФП на металевих обшивках і інших деталях під впливом кліматичних факторів, умов експлуатації а також в наслідок механічних пошкоджень і впливу подразнюючих середовищ втрачають свої захисні властивості. Це приводить до розвитку корозійних процесів і передчасному виходу із строю елементів конструкції ЛА.

Ефективність захисних властивостей ЛФП залежить від якості підготовки поверхні перед окраскою, правильного вибору системи, властивостей матеріалів, які примінюються, способів нанесення і сушки.

Системою покриття називається поєднання послідовно нанесених шарів ЛФМ різного призначення. Система ЛФП застосовується тому, що неможливо в одному захисному матеріалі поєднати різноманітні властивості, якими повинно обладати покриття. Наприклад висока адгезія (зчеплення), гарні захисні властивості, тривала атмосферо стійкість і високі декоративні (маскувальні) якості. Тільки нанесенням різноманітних лакофарбових покриттів (ЛФМ) можливо отримати покриття, яке задовольняє всі вимоги.

Системи ЛФП можна розділити на два види:

- Для захисту, декоративного оздоблення і маскуванню зовнішніх поверхонь виробів авіатехніки;

- Для захисту внутрішніх поверхонь планера і деталей внутрішнього набору.

При всьому різноманітті покриттів ЛА зовнішні поверхні всіх виробів можуть бути захищені з допомогою наступних основних систем ЛФП: перхлорвініловою, акриловою і епоксидною.

Перхлорвінілова система примінюється для фарбування транспортних, морських літаків і вертольотів. Володіє високими захисними властивостями, гарною атмосферо стійкістю і задовільною світлостійкістю. Покриття стійке до паливно – мастильних матеріалів (ПММ) і не стіке до синтетичних масел. Істотним недоліком перхлорвінілових покриттів – погане зчеплення з металом і обмежена термостійкість до 80-85 °С. Вони наносяться головним чином на акрилові ґрунтовки.

Акрилова система складається з двох шарів акрилової ґрунтовки і двох шарів акрилової емалі. Емалі швидко висихають і утворюють покриття з гарною

атмосферо- та світлостійкістю Система не стійка до синтетичних мастил. Ця система покриттів довго експлуатується при температурі 180-200 °С.

Епоксидна система володіє високими захисними властивостями, стійка до ПММ. Покриття відрізняються великою механічною міцністю, легко піддаються очищенню від забруднень. Недоліком покриттів являється їх зменшення в атмосферних умовах, що сприяє погіршенню зовнішнього вигляду, однак захисні властивості залишаються високими.

Підготовка поверхонь металу перед нанесенням ЛФП являється першою і однією з найвідповідальніших операцій.

В випадку неякісного її проведення неможливо отримати гарного зчеплення покриття з основою. Комплекс операцій по підготовці поверхонь зводиться до видалення з них різноманітних забруднень, а в деяких випадках і наданню їм декоративного зовнішнього вигляду.

Підготовка може здійснюватися по декількох технологічних схемах. Вибір схеми залежить від матеріалу виробу, його форми, виду покриття, і вимог, що пред'являються до виробів. Для кожного металу і сплаву існують заздалегідь розроблені схеми підготовки. Особливу увагу при цьому приділяють деталям, виготовлених литвом, так як в них зустрічаються раковини, тріщини, пори, нерівності, які необхідно вивести механічною обробкою.

До деталей виробів АТ, які підлягають нанесенню ЛФП, пред'являють наступні вимоги:

1. На поверхнях не допускаються неоднорідність прокату, окалини, задирки, відшарування, тріщини, пори і раковини.
2. Гострі кути і кромки поверхонь повинні бути закруглені.
3. Поверхня шліфованих і полірованих деталей повинна бути без забоїн, вм'ятин, задириків з шорсткістю, відповідній технічним умовам.



а



б

Рисунок 4.2 – Операції зняття старого покриття і обезжирення літака

Кожна операція підготовки переслідує відповідну ціль. Наприклад, механічною обробкою видаляють продукти корозії, нерівності, задирки і надають поверхні декоративний зовнішній вигляд. Хімічним і електрохімічним знежирюванням видаляють жирові і масляні забруднення. Травленням і активацією – оксиди і пасивні плівки. Хімічне і електрохімічне полірування надає виробу декоративний зовнішній вигляд, покращує зчеплення покриття з основним металом і підвищує його механічні і корозійні характеристики [11].

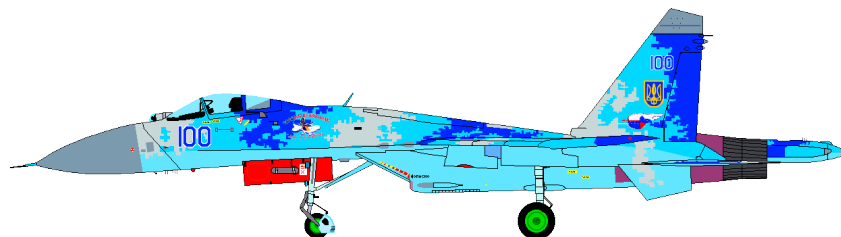
Перед тим як фарбувати літак його переганяють в спеціальне приміщення і починають готувати. Процес підготовки складається з очищення поверхні літака від слідів старої фарби та іржі (рисунок 4.2, а).

Видаляють забруднення з допомогою спеціальних пристосувань, які не залишають глибоких подряпин на металевому корпусі літака. Після очищення слідує процес обезжирення поверхні літака (рисунок 4.2, б).

Для цього використовують уайт-спірит або аналогічні речовини. Після цього поверхня ґрунтується і шпаклюється. Коли ці речовини підсохнуть, з допомогою спеціальних інструментів проводиться шліфівка корпусу літака. Вона необхідна для вирівнювання поверхні і видалення всіх нерівностей і деформацій.

Після шліфування літак необхідно ще раз обробити уайт-спіритом, щоб видалити маслянисті елементи після шпаклювання. Тільки після цього можна приступати до безпосереднього фарбування літака.

4.1.2 Нанесення розпізнавальних знаків на повітряні судна



а



б



в

Рисунок 4.3 – Карта фарбування і приклад розташування розпізнавальних знаків (винищувач Су-27 ВПС України і транспортний літак Ан-225)

Нанесення державних, реєстраційних і додаткових розпізнавальних знаків на повітряні судна державної авіації для кожної країни деталізує відповідна інструкція.

В якості розпізнавальних знаків повітряних суден встановлюють відповідні зображення і цифрові позначення, що наносяться на поверхню повітряного судна в місцях, встановлених даною інструкцією (рисунок 4.3, а).

За своїм призначенням розпізнавальні знаки підрозділяють на основні та додаткові. Основний розпізнавальний знак визначає приналежність повітряного судна відповідному державному органу країни (рисунок 4.3, б).

Додаткові розпізнавальні знаки визначають приналежність повітряного судна відповідної організації або військової частини. Додатковими розпізнавальними знаками повітряних суден являються: бортові номери; особливі надписи; особливі зображення; емблеми авіаційних баз; полоси (рисунок 4.3, в).

Схема фарбування визначена конструкторською документацією, узгодженою з замовником. В схему фарбування також входять технічні бортові надписи, їх наносять емаллями різноманітного кольору через трафарети.

4.1.3 Процес фарбування виробів АТ

Процес фарбування проходить в закритому приміщенні при низькій вологості. Враховуючи, що корпус літака виготовлений з металу, поверхню попередньо не нагрівають, використовуючи вже нагріту фарбу, яку наносять з допомогою пульверизаторів [11].

Процес фарбування літаків являється технологічно одним з найбільш складних процесів. Проблема габаритах літака, і необхідності в наявності герметичного приміщення з кліматконтролем. Ще одним важливим моментом вважають вагу фарби після її висихання. Деякі види фарбуючи речовин здатні при повному висиханні збільшити вагу літака на 100-500 кг, що впливає на його вантажопідйомність або пасажиромісткість.

З усіх методів нанесення лакофарбових матеріалів найбільш широко застосовується пневматичний, його можна використовувати для нанесення майже всіх лакофарбових матеріалів для фарбування виробів різноманітних конструкцій. Метод відрізняється великою продуктивністю і можливістю при умілому його застосуванні отримувати покриття високої якості.

На рисунку 4.4 показана схема фарборозпилювальної установки. Вона працює наступним чином: стиснене повітря подається в масловідвідник 3 для чистки від води і масла. Очищене повітря по шлангу 2 поступає в фарборозпилювач 1 і одночасно по шлангу 6 через регулятор тиску фарборозпилювальний бак 4. Під тиском стисненого повітря лакофарбовий матеріал витісняється з баку і по шлангу 5 підводиться до фарборозпилювача.

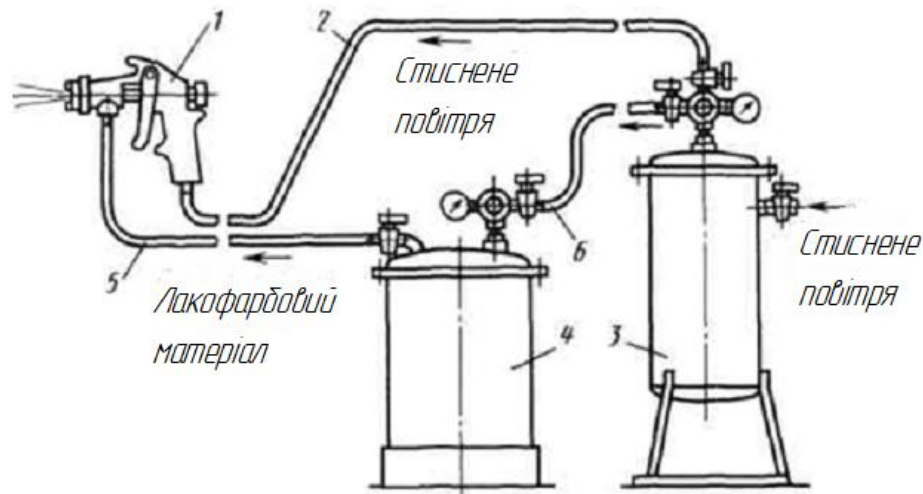


Рисунок 4.4 – Схема фарборозпилювальної установки

Розпилення лакофарбових матеріалів відбувається з допомогою фарборозпилювачів, з'єднаних шлангом з допоміжним обладнанням, що забезпечує подачу в фарборозпилювачі повітря і ЛФМ.

Маслозатверджувачі. Стиснене повітря, що примінюється для розпилення лакофарбових матеріалів, повинне бути вільне від вологи і слідів мінерального мастила. При потраплянні масла в покриття погіршується адгезія його до підкладки і між шарове зчеплення. Крім того в покриттях можуть виникнути і інші дефекти. Тому повітря очищають з допомогою маслозатверджувачів.

По мірі роботи маслозатверджувача в нижній частині його накопичується волога і мастило, їх необхідно періодично опускати як під час роботи, так і після її закінчення.

Фарбонагнітальні баки. Фарбонагнітальні баки призначені для подачі лакофарбових матеріалів під тиском стисненого повітря в фарборозпилювач. Тиск повинен підтримуватися постійно, що забезпечує подачу матеріалів в установленій кількості. Це являється обов'язковою умовою для нормальної роботи фарборозпилювача. Баки використовують для проведення робіт середніх і великих об'ємів.

На рисунку 4.5 показані приклади фарбування виробів АТ пневматичним методом з допомогою фарборозпилювача.

На авіаційних заводах застосовують пневматичні фарборозпилювачі з зовнішнім змішуванням. До фарборозпилювачів такого типу відносяться: моделі КР-10, КРУ-1, СО-72, О-37А та інші.

Фарборозпилювачі з зовнішнім змішуванням можуть відрізнятися між собою конструкцією розпилювальної головки і кількістю бічних отворів в голівці

для повітря, що дозволяють змінити форму і ширину факелу при розпилюванні ЛФМ.

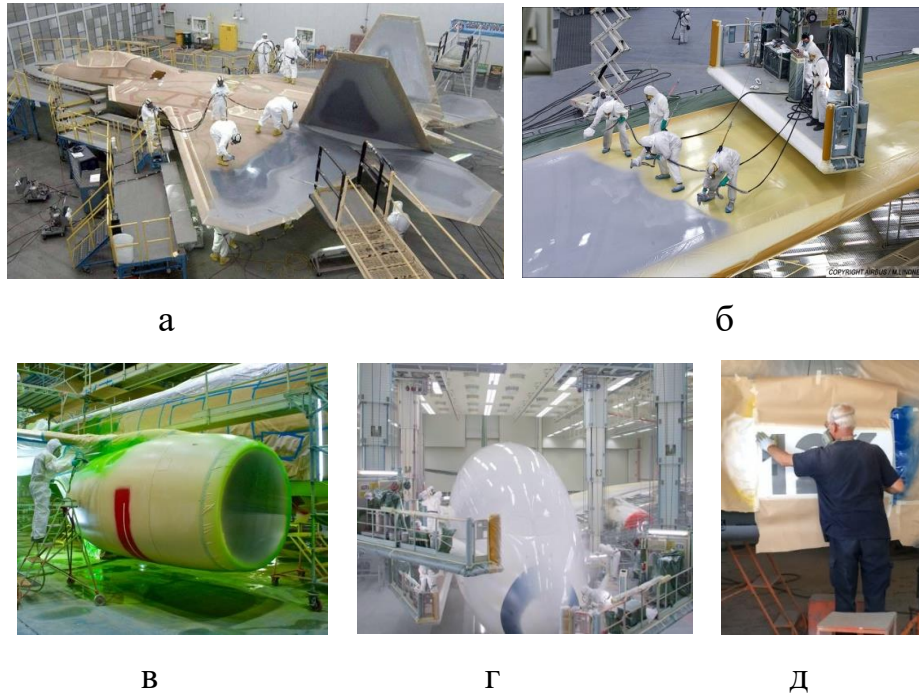


Рисунок 4.5 – Приклади фарбування пневматичним методом планера винищувача (а), крила (б), мотогондолі (в) і фюзеляжу (г) аеробуса, нанесення бортового номера винищувача (д)

Технічні характеристики і режими роботи фарборозпилювачів для серійних авіабудівних і ремонтних підприємств приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики і режими роботи фарборозпилювачів

Марка фарборозпилювача	Діаметр сопла, мм	Тиск повітря, МПа		Робоча відстань, мм	Ширина відбитку плоского факелу, мм
		На розпилення	На фарбу		
КР-10 (від стакану 0,5 л)	1,8	0,25...0,30	-	200...250	до 150
КРУ-1 (від фарбоагнітального баку)	1,8	0,3...0,4	0,02...0,1	300	300...450
СО-72 (від фарбоагнітального баку)	1,8...2,5	0,4...0,5	0,1...0,2	400	350...400
О-37А (від стакану 0,5 л)	0,4	0,2...0,25	-	100...200	30...80

Однак на ряду з позитивними властивостями фарбування пневматичним методом має ряд недоліків: при фарбуванні утворюється в повітрі багато

фарбового пилю, яка сприяє погіршенню санітарних умов праці. До того ж для нанесення ЛФМ необхідно доводити до відносно невеликої в'язкості, на що витрачається багато розчинників.

4.1.4 Конструкція пневматичного фарбувального пістолета

Під дією потоку повітря внаслідок спеціальної конструкції пістолета ЛФМ надходить з бачка і потім розпорошується. При підтисненні курка пістолета до першого фіксованого положення відкривається тільки прохід стисненого повітря. Якщо курок натиснути більше, зсувається голка розпилювача і фарба захоплюється потоком повітря з високою швидкістю [11].

Пристрій пневматичного фарбувального пістолета представлено на рисунку 4.6.

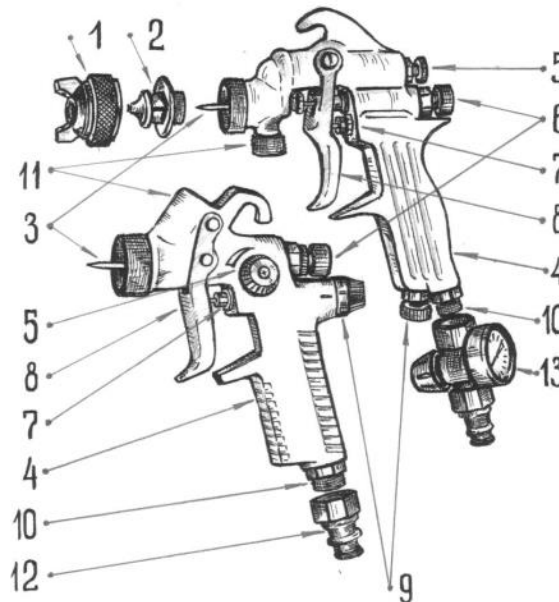


Рисунок 4.6 – Конструкція пневматичного фарбувального пістолету

Розпилювальна головка 1 забезпечує пневматичне розпилення ЛФМ із зовнішнім змішуванням. Повітряні струмені, які виходять з отворів в консольних виступах розпилюючої головки, створюють потоки повітря, що допомагають сформувати розпилене ЛФМ в характерний факел віяло розпилу.

Зміну форми факела розпилення виконують за допомогою регулювального гвинта 5 на пневматичному клапані. Коли клапан повністю відкритий, ширина факела розпилення буде максимальною. Коли клапан закритий, пляма розпилення буде круглою або матиме мінімальний розмір.

Дюза (фарбувальне сопло) 2 має калібрований отвір для дозування потоку ЛКМ. Для фарбувальних матеріалів різної в'язкості використовують дюзи з отворами різного діаметра. Головою 6 регулюють розмір прохідного отвору для подачі розпилюваної ЛФМ в розпилювальну головку 1.

Голка 3 служить для дозованої подачі або перекриття потоку ЛКМ, зворотно-поступальне переміщення голки виконується курком 8. Корпус з рукояткою 4 виконує компоновальні і ергометричні функції.

Курок 8 – деталь для управління пістолетом в процесі фарбування. При натисканні на курок спочатку тисне на шток 7 повітряного клапана, тим самим відкриваючи прохід стислому повітрю. При подальшому утоплюванні курка починає зрушуватися голка 3 і фарба захоплюється потоком повітря в розпилювальну головку 1.

Гвинт 9 на клапані подачі повітря регулює кількість повітря, що подається в пістолет. Може знаходитися як знизу рукоятки, так і на задній частині пістолета під клапаном регулювання подачі фарби 6. Канал подачі стисненого повітря через різьбовий фланець 10 може укомплектовуватися штуцером такого з'єднання 12 або штатним манометром 13 для контролю і регулювання вхідного тиску повітря.

Канал подачі 11 – це місце підведення ЛФМ, може перебувати як зверху (для пістолетів з верхньою подачею), так і знизу (для пістолетів з нижньою подачею).

Для попереднього та експлуатаційного налаштування фарбувального пістолета передбачені спеціальні регулювальні гвинти:

- регулятор подачі повітря для точного налаштування тиску на виході;
- регулятор форми факела. Дозволяє безпосередньо під час роботи підібрати оптимальну форму розпилу.
- регулятор ходу голки (відкриття форсунки), що відповідає за кількість і подачу фарбувального матеріалу.
- Фарбувальний пістолет має ряд важливих технічних характеристик:
- витрата матеріалу в одиницю часу, мл/хв, показує продуктивність фарбувального пістолета. Зазвичай ця величина лежить в діапазоні від 100 до 300 мл/хв.
- витрата повітря в одиницю часу, л/хв, показує, наскільки потужний компресор потрібно для обслуговування даного пістолета. Величина тиску визначає тип фарбувального обладнання, а продуктивність компресора, що подає повітря, залежить від потреби пневматичного пістолета.
- діаметр сопла, мм – це параметр, що впливає на продуктивність фарбувальний пістолета і якість розпилу ЛФМ (атомізацію). Чим менше зерно розпорошується матеріалу, тим менше повинен бути діаметр дюзи у фарборозпилувача.

4.1.5 Сучасні системи пневматичного розпилення ЛФМ

Прагнення покращити екологічні показники і декоративні якості ЛФП, знизити непродуктивні витрати ЛФМ призводять до появи більш сучасних систем пневматичного розпилення фарбувального матеріалу [11].

Усі сучасні пневматичні фарбувальні пістолети, незалежно від конструктивних особливостей розділяють на основні системи розпилення:

- HP (High Pressue – високий тиск). Пістолети цієї системи розпилюють ЛФМ при високому тиску на виході розпилюючої головки в діапазоні 0,12 – 0,15 МПа. Тиск повітря на вході може мати діапазон 0,25 – 0,5 МПа. Витрати повітря можна вважати досить низькими – від 100 до 300 л/хв. Переваги системи HP: широкий факел і велика швидкість нанесення фарбою чого матеріалу забезпечують високу продуктивність фарбування. Недоліки системи HP: низький відсоток переносу фарби і високе туманоутворення.

- HVLP (High Volume Low Pressure – висока продуктивність і низький тиск). Завдяки спеціальній конструкції повітряних каналів розпилення ЛФМ відбувається при низькому тиску на виході з сопла – 0,07 МПа і достатньо високому на вході від 0,25 до 0,3 атм. За рахунок такої конституції розпилення перенос матеріалу складає 75%. На виході з сопла краплі ЛФМ мають невисоку швидкість, відповідно і менше утворення туману. Наносити матеріал таким фарбувальним пістолетом слід на невеликій відстані від 100 до 150 мм від поверхні, що фарбується.

Переваги системи HVLP: високий процент переносу фарбувальних матеріалів; низьке туманоутворення. Недоліки системи HVLP: високе споживання стисненого повітря вище 360 л/хв. вимагає потужного компресору з високою продуктивністю.

- LVLP (Low Volume Low Pressure – низька продуктивність і низький тиск). Являється компромісом між HVLP і HP. Тиск на виході з сопла 0,07 – 0,12 МПа, на вході 0,15 – 0,2 МПа. Дозволяє отримати високий перенос фарби до 90% при відносно невеликій продуктивності компресору від 150 до 350 л/хв. Збільшення відстані від пістолета до поверхні при нанесенні ЛФМ у зрівнянні з HVLP на 50 – 100 мм спрощує фарбування важкодоступних місць. Переваги системи LVLP: відносно низьке споживання повітря; високий перенос матеріалів на поверхню, що фарбується.

Від розпилюючої голівки в значному ступені залежить ефективність і економічність застосування повітряного розпилення, а саме: продуктивність, втрати лакофарбових матеріалів на туманоутворення, витрата стисненого повітря, форма факелу і розміри його відбитку. Витрати на туманоутворення різко зростають при підвищенні тиску повітря і переходу від круглої форми факела в плоску.

На рисунку 4.7 представлено порівняння систем розпилення по формі факела і коефіцієнту переносу: а – HP; б – HVLP; в – LVLP; г – LVLP відносно HVLP.

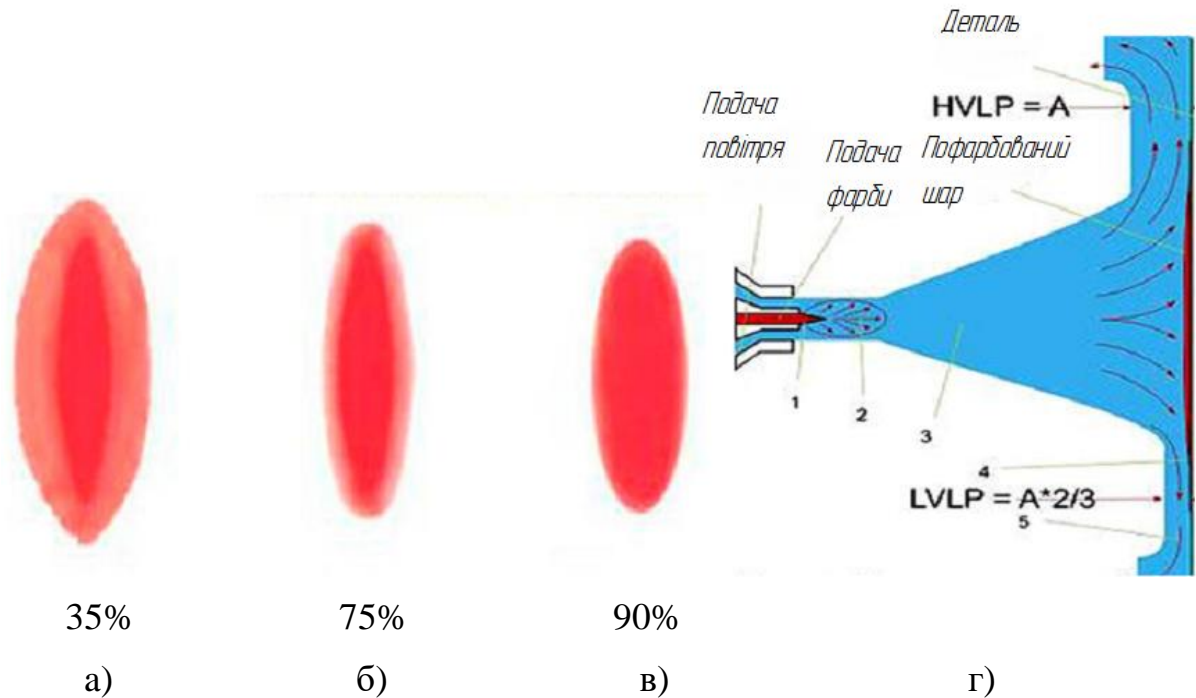


Рисунок 4.7 – Порівняння систем розпилення по формі факела та коефіцієнту переносу

На рисунку 4.7, г показана схема утворення та руху лакофарбового матеріалу. Повітряний потік, що виходить з форсунки 1, утворює зону змішування 2 з рідким ЛФМ, який поступає з центрального отвору форсунки.

Величину атомізації (розбивання) крапель фарби визначає тиск повітря. Внутрі факела 3 розмір крапель не змінюється. Чим більше розмір крапель, тим більшою енергією руху вони володіють, і при цьому зберігають напрям свого руху навіть при зміні напрямку повітряного потоку у поверхні, що фарбується 4. Якщо розмір крапель менше оптимального, то вони володіють наскільки малою енергією руху, що уходять разом з повітрям в виді аерозольного туману 5.

Фарбувальні пістолети за способом подачі матеріалу до розпилювальної голівці бувають трьох видів:

1. Подача самопливом здійснюється з бачка, розташованого зверху (рисунок 4.8, а). Це найбільш часто застосовуваний вид пневматичного фарбувального пістолета.

2. Подача ЛФМ в здійснюється з нижнього бачка (рисунок 4.8, б). Нижній бачок має зазвичай ємність 2 літри, тому такі пістолети більш придатні для великих обсягів робіт.



Рисунок 4.8 – Види фарбувальних пістолетів за способом подачі ЛКМ

У пістолетах з нижнім розташуванням бачка, а також у спеціальних моделях для дуже в'язких матеріалів (гелькоутів, клейових, антикорозійних складів і т. д.) з верхньою подачею, передбачена додаткова подача повітря і безпосередньо в ємність з ЛФМ. Усередині ємності створюється надлишковий тиск і тим самим досягається примусова подача матеріалу до дюзи.

3. Подача під тиском здійснюється через шланг із зовнішнього нагнітального бака (рисунок 4.8, в). З допомогою таких фарбувальних пістолетів можна наносити на поверхню ЛКМ підвищеної в'язкості і продовжувати безперервну роботу до декількох годин, так як обсяг зовнішнього бака принципово не обмежений.

Для більшої наочності та простоти вибору пістолета необхідної системи, виробники фарбувального обладнання дотримуються єдиної кольорового маркування, що наноситься на повітряну голівку і регулювальні гвинти пістолета: білий (чорний) колір система HP; зелений – система HVLP; синій – система LVLP.

4.1.6 Дефекти пневматичного фарбування

При налаштуванні фарбувального пістолета повинні бути повністю відкриті регулятори повітряного потоку, подачі фарби і ширини факела. При натиснутому важелі встановлюють рекомендований тиск на вході в фарбувальний пістолет [8].

Головним критерієм налаштування завжди залишається правильність форми і рівномірність відбитка факела.

При повній справності і правильному регулюванні пістолета фарбувальний факел залишає на досліджуваній поверхні слід, за формою нагадує прямокутник з округленими кряями або витягнутий еліпс. Бокові сторони цих фігур рівні, без будь-яких западин і виступів, а фарбувальний матеріал рівномірно розподілений по всій площі відбитка (рисунок 4.9).



Рисунок 4.9 – Правильна форма відбитка факела на досліджуваній поверхні

Типові відхилення форми відбитка факела на досліджуваній поверхні наведені на рисунку 4.10.

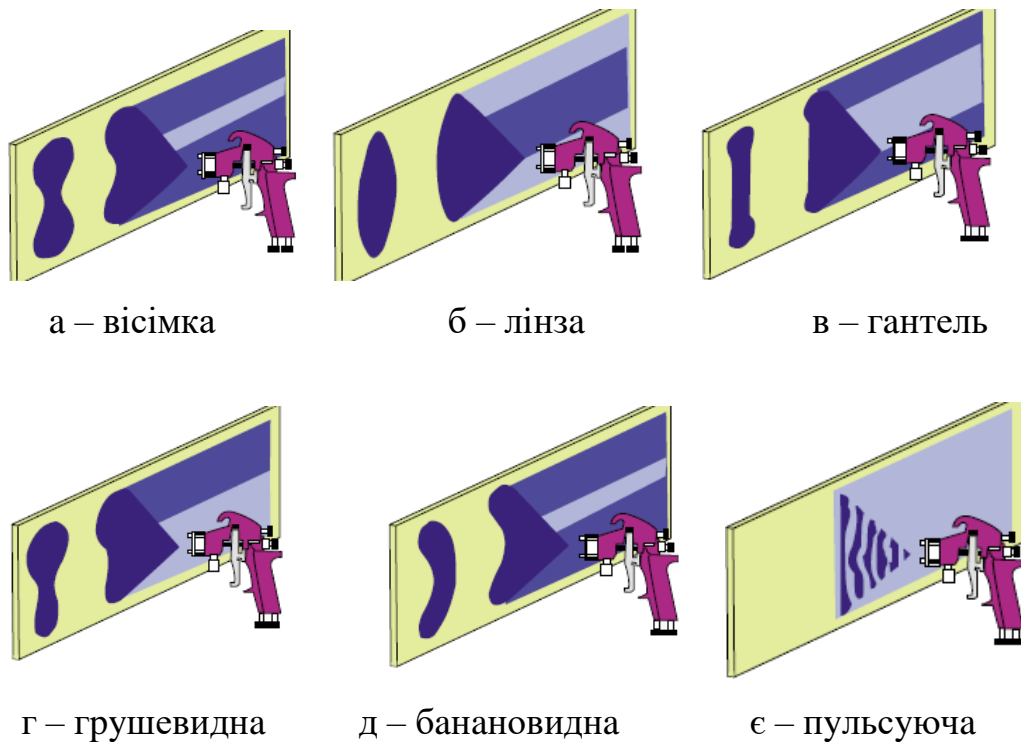


Рисунок 4.10– Види спотворення форми відбитка факела на досліджуваній поверхні

Сильне звуження факела в центрі (рисунок 4.10, а) виникає через недостатню подачу фарбувального матеріалу або занадто високого тиску

розпилення. Також такий профіль факела частіше виникає при роботі з матеріалами низької в'язкості, ніж з високов'язкими. Вирішенням такої проблеми може бути збільшення подачі матеріалу за допомогою регулятора на корпусі пістолета або зменшення тиску на вході.

Надлишок фарби в центрі або на краях (рисунок 4.10, б, в) виникає через занадто сильної подачі ЛКМ. Тут є особливість: якщо в розпилювачах системи НР при надмірній подачі фарби буде спостерігатися її надлишок в центральній частині відбитка, то на пістолетах HVLP і LVLP матеріал прагне переросподілитися ближче до країв. Спробуйте зменшити подачу фарби і повторіть «тест-напил».

Грушоподібний відбиток з потовщенням у верхній частині (рисунок 4.10, г) викликаний, швидше за все, засміченням чи пошкодженням повітряної головки, сопла або повітряних каналів. З цієї ж причини може спостерігатися зсув лакофарбового матеріалу вліво або вправо-банановидний профіль (рисунок 4.10, д). Тут важливо зрозуміти, що саме засмітилося. Поверніть повітряну головку на 180° і повторіть «тест-напил». Якщо відбиток теж повернувся, значить, винна саме повітряна головка. Зніміть її і промийте розчинником. Якщо форма відбитка не змінилася причина в засміченні або пошкодженні дюзи.

Чистити повітряну головку і сопло краще спеціальними йоржиками і голочками з комплектів спеціально для миття фарбувальних пістолетів. Якщо подібних аксесуарів в наявності немає, можна скористатися якою-небудь м'якою щіткою і дерев'яною паличкою, заточеною під маленькі отвори повітряної головки. Не можна використовувати для чищення металеві предмети, вони можуть пошкодити головку і сопло!

На пістолетах з верхнім бачком струмінь може бути пульсуючим (рисунок 4.10, є) при великому нахилі (наприклад, при фарбуванні різних важкодоступних місць), тому намагайтеся сильно не нахилити розпилювач в таких випадках.

4.1.7 Вимоги до техніки безпеки в цехах фарбування

Фарбувальні цехи повинні розташовуватися в одноповерхових будівлях, або у верхніх поверхах багатоповерхових будівель. Розміщення їх в підвальних або напівпідвальних приміщеннях будівель не допускається. Висота виробничих приміщень від підлоги до стелі повинна бути не менше 5,4 м, кількості виходів з приміщення – не менше двох.

Ділянки підготовки виробів під фарбування повинні бути ізольовані від ділянки фарбування. Фарбозаготівельне відділення слід розташовувати в ізольованому від ділянки фарбування приміщенні з окремим виходом назовні. Склади для зберігання ЛФМ необхідно розміщати в окремих будівлях.

Приміщення фарбувальних цехів, фарбоприготувальних відділень і комор слід забезпечувати засобами пожежогасіння за погодженням з органами пожежного нагляду [5].

Всі конструктивні елементи приміщень для фарбувальних робіт необхідно виконувати з вогнестійких матеріалів. Підлоги фарбувальних цехів повинні бути негорючими, міцними, рівними, неслизькими і не ускладнювати очищення від забруднень.

Повітря повинно подаватися припливними системами у верхню зону приміщення або розсіяно в робочу зону так, щоб швидкість його на робочому місці не перевищувала 0,3...0,5 м/с. У холодний і перехідний періоди року припливне повітря слід підігрівати до температури повітря в приміщенні.

Робітники, зайняті на фарбуванні виробів, повинні бути забезпечені спецодягом за встановленими нормами. На підприємстві має бути організовано її належне зберігання, періодичний ремонт і прання не рідше одного разу на декаду. Виробництво фарбувальних робіт без спецодягу забороняється.

Малярів, які працюють у зоні утворення лакофарбового туману, слід забезпечувати масками з подачею очищеного в спеціальному фільтрі і підігрітого (в зимовий період) повітря або респіраторами, що забезпечують захист органів дихання від туману і парів розчинників (рисунок 4.11).



а



б

Рисунок 4.11 – Спецодяг малярів в цеху фарбування:

а – фірми «Боїнг»; б – ДП «АНТОНОВ»

Для освітлення виробничих приміщень фарбувальних цехів і дільниць слід застосовувати апаратуру закритого типу, а в межах фарбувальних установок – апаратуру вибухобезпечного виконання.

4.1.8 Сучасні ЛФМ і обладнання для нанесення ЛФМ

При всіх своїх перевагах акрилові ЛФМ не задовольняють вимогам АТ нового покоління. Сучасні літаки використовують рідини для гідросистем НГЖ-4 і НГЖ-5у, які агресивно впливають на полімерні композиційні матеріали.

Також через значне посилення вимог до декоративних властивостей та експлуатаційної стійкості ЛФП виникла задача розробки та впровадження інноваційних поліуретанових покриттів. В результаті була створена емаль УР-1161, яка може випускатися різної колірної гама. Також був розроблений сополімер на основі гідроксилвмісного акрилату, а вже на його основі – нова акрилуретанова емаль АК-1206.

Високу якість ЛФП забезпечують поліуретанові емалі голландської фірми Akzo Nobel і англійської PPG Industries.

Для захисно-декоративного фарбування виробів АТ, в яких використовуються синтетичні масла, багато років застосовують системи ЛФП з епоксидно-поліамідною емаллю ЕП-140.

Враховуючи її досить слабку стійкість до підвищеної радіації, особливо в умовах морського клімату, і швидку втрату блиску з інтенсивним мілінням, була створена фторопластоепоксидна емаль ВЕ-46, що володіє високою атмосферостійкістю, термостійкістю (до +200 °С) і стійкістю до синтетичних і мінеральних масел, авіаційного палива.

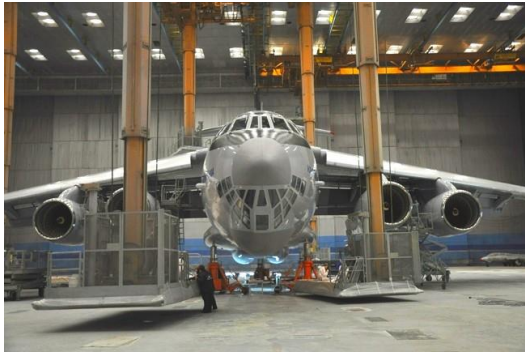
Розробка стійких до впливу мінеральних масел та авіаційного палива ґрунтів ЕП-0215 і ЕП-0214 дозволила замінити герметик У-30МЭС-5 у кесонбаках, що використовувався в якості паливостійкого покриття. Ґрунтовка ЕП-0215 сьогодні застосовується для захисту від корозії алюмінієвих сплавів практично всіх типів літаків.

Використання сучасних поліуретанових емалей з високим вмістом сухого залишку покращує експлуатаційні та аеродинамічні характеристики, забезпечує практичну економію палива від 3 до 7%, а в поєднанні зі стійким до випромінювання лаком «UVR», економить 40-75% часу на зовнішній мийці повітряних суден і збільшує термін служби покриття до 8 років.

Для видалення старого акрилового, епоксидного або поліуретанового покриття ефективно застосовують змивки А-292 NCM фірми «МС GEAN», а також AV-25, AV-50, AV-100 фірми «DINOL».

Для мийки АТ, що знаходяться в експлуатації гарно себе зарекомендували миючі засоби нового покоління SUPER BEE-235, MAJOR CLEAN, SUPER BEE-250 фірми «МС GEAN».

Сучасне обладнання для нанесення ЛФМ – це стельово-кранові системи фірми «Клівленд», самохідні візки фірми «Бронто» (рисунок 4.12).



а



б

Рисунок 4.12 – Сучасне обладнання для нанесення ЛФМ: а – стельово-кранова система фірми «Клівленд»; б – самохідні візки фірми «Бронто»

Одним з пріоритетних напрямлень являється сертифікація по міжнародним вимогам менеджменту якості AS/EN 9100 і за вимогами Part-145 на роботи, що пов'язані з фарбуванням. Це дозволить успішно конкурувати на ринку фарбування виробів АТ іноземного виробництва.

4.1.9 Контроль якості лакофарбових покриттів

Найважливішими фізико-механічними властивостями плівки з практичної точки зору є адгезія до підкладки, твердість, еластичність, товщина покриття, міцність при ударі і вигині. Кожне з цих властивостей контролюють при вхідному контролі лакофарбового матеріалу. Однак багато з властивостей визначають безпосередньо на виробі або пластинах-супутниках, що пройшли всі операції технологічного процесу фарбування разом з виробами [5].

Найважливішими властивостями комплексного покриття є захисні (протикорозійні) властивості. Їх контролюють при створенні систем покриттів з використанням нових лакофарбових матеріалів, а також періодично для перевірки дотримання технологічного процесу фарбування. До основних властивостей покриття, що визначають його захисні функції, відносять водостійкість, вологостійкість, пористість (суцільність) і ін.

ЛФП повинні володіти необхідною декоративністю і зберігати її в процесі експлуатації. Тому контроль декоративних властивостей ЛФП є невід'ємною частиною всього комплексу контрольних операцій. До декоративних властивостей відносять блиск, шагрень, колір, риси та ін.

Визначення адгезії плівки. Для визначення адгезії використовують метод ґратчастого надрізу і метод паралельних надрізів. Ці методи найбільш поширені через їх простоту і відносну точність.

При визначенні адгезії методом ґратчастих надрізів на випробуваному покритті роблять не менше п'яти паралельних надрізів до підкладки бритвеним лезом

або скальпелем по лінійці або шаблону на відстані від 1 до 2 мм один від одного і стільки ж аналогічних надрізів, перпендикулярних першим. В результаті на покритті утворюється стандартна решітка з квадратів однакового розміру: 1×1 мм – для покриттів товщиною менше 60 мкм або 2×2 мм – для покриттів товщиною більше 60 мкм. Поверхня покриття після нанесення решітки очищають пензлем від відшарувалих шматочків плівки і оцінюють адгезію покриття за чотирибальною шкалою.

Визначення міцності плівок при ударі. Міцність при ударі також характеризує еластичність покриттів при миттєвому додатку сили. Метод визначення заснований на деформації металевої пластини з нанесеним на неї лакофарбовим матеріалом при вільному падінні вантажу на платівку. Міцність плівки при ударі виражають величиною, що позначає максимальну висоту в сантиметрах, з якою на пластину падає вантаж масою 1 кг при нормальному прискоренні вільного падіння, не викликаючи при цьому механічних руйнувань (тріщин, зминання, відшаровування).

Визначення товщини покриттів. Відомі різноманітні методи визначення товщини як вільної плівки, так і покриття на підкладці – від простого вимірювання мікрометром до застосування складних оптичних приладів. Найбільш поширені магнітні методи, так як вони дозволяють вимірювати товщину лакофарбового покриття на будь-якому предметі (з феромагнітних металів) без порушення суцільності покриття.

Визначення блиску покриттів. Основними факторами, що обумовлюють втрату блиску покриттів в процесі експлуатації, є сонячна радіація і підвищена вологість повітря. При визначенні класу виконання покриттів встановлюють перш за все блиск, який піддається інструментальному виміру. Для кількісного визначення ступеня блиску використовують різні методи, оптичні (фотометри) і фотоелектричні прилади.

Сутність методу визначення блиску лакофарбових покриттів полягає у вимірюванні фотоструму, збуджуваного у фотоприймачі під дією пучка світла, відбитого від поверхні випробуваного покриття. Метод забезпечує кількісну оцінку блиску покриттів у відсотках відповідно до показань шкали приладу. Залежно від стану поверхні покриттів вимірювання блиску проводиться на приладах-блискомірах під різними кутами падіння світлового потоку: 20° , 45° , 60° , 75° і 85° . Покриття з високим блиском вимірюють при геометрії кута 20° ; глянце – при 45° і 60° ; напівматові – при 75° і матові – при 85° .

На практиці до цього часу широко використовується візуальний метод визначення блиску, який сертифікований. Оцінка блиску ЛКП проводиться за п'ятибальною шкалою: 1 – без зміни; 2 – незначна зміна; 3 – значна зміна; 4 – сильне зміна; 5 – повна втрата.

4.1.10 Обладнання для нанесення і сушіння ЛФМ

При нанесенні лакофарбових матеріалів пневматичним розпиленням частина фарби не досягає поверхні, що фарбується і у вигляді дрібного пилю залишається у підвішеному стані в навколишньому повітрі. Одночасно випаровується значна частина містяться в лакофарбовому матеріалі розчинників.

Фарбовий пил (аерозоль) і особливо пари розчинників, концентруючись в робочій зоні, не тільки надають шкідливий вплив на здоров'я працюючих, але і є пожежонебезпечними, а при певних концентраціях і вибухонебезпечними. Це вимагає прийняття спеціальних заходів, що гарантують нешкідливість і безпеку роботи.

Найрадикальнішим засобом оздоровлення навколишнього атмосфери є повна герметизація процесу розпилення ЛФМ. Це можливо, однак, тільки при автоматичному фарбуванні (рисунок 4.13).

При нанесенні фарб ручними фарборозпилювачами потрібно постійне спостереження за процесом, а іноді і безпосередню участь в ньому обслуговуючого персоналу. В цьому випадку застосовують розпилювальні камери і безкамерні установки.

До розпилювальних камер пред'являються такі основні вимоги:

- вільний доступ до всіх фарбуваних ділянок поверхні;
- максимальне видалення утворюються парів і барвистою пилю із зони фарбування;
- повне очищення забрудненого повітря від барвистого пилю;
- зручність в роботі і в обслуговуванні; пожежо-і вибухобезпека.



а)



б)

Рисунок 4.13 – Роботизована фарбувальна камера (а) і приклад фарбування винищувача роботом – маляром (б)

При фарбуванні одиничних виробів і в умовах дрібносерійного виробництва застосовують тупикові камери періодичної дії (рисунок 4.14, а) , в

разі крупносерійного виробництв – прохідні двосторонні (рисунок 4.14, б) і односторонні (рисунок 4.14, в) розпилювальні камери безперервної дії.

Коли фарбують нижні поверхні крила або фюзеляжу літака, користуються пересувними камерами, що перекривають лише частину виробу (рисунок 4.14, г) або безкамерними установками.



а)



б)



в)

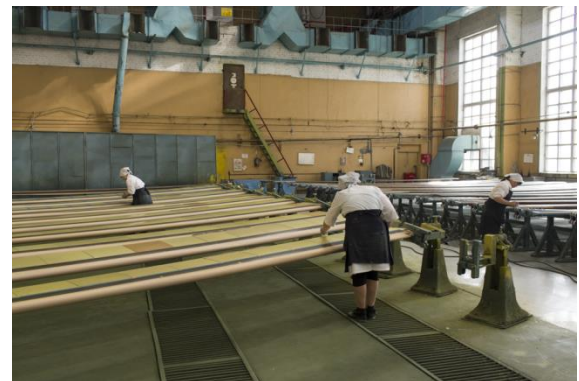


г)

Рисунок 4.14 – Типи розпилювальних камер для фарбування



а)



б)

Рисунок 4.15 – Приклади безкамерного пневматичного фарбування:
а – нижньої частини фюзеляжу літака; б – підготовка до фарбування літака

За характером руху повітря, що відсмоктується розрізняють розпилювальні камери з поперечним, вертикальним (нижнім) і поздовжнім відсмоктуванням повітря. У безкамерних установках забруднене повітря відсмоктується через решітку в підлозі (рисунок 4.15).

Обладнання для сушіння лакофарбових покриттів. Режим сушіння покриттів робить значний вплив на їх основні властивості. Сушка може бути природною (холодна) і штучної (гаряча).

Природна сушка застосовується головним чином для швидковисихаючих ЛФМ (перхлорвінілових, акрилових, нітроцелюлози та ін).

Сушіння при підвищеній температурі використовується для отримання покриттів, що утворюються в результаті хімічних процесів, що протікають в нанесеному на поверхні деталей покритті (глифталієвому, епоксидному, масляному та ін). З підвищенням температури ці процеси (окислення, поліконденсація, полімеризація) протікають значно швидше і повніше, завдяки чому підвищується твердість, адгезія і міцність покриттів, зменшується водонабрячність, поліпшується зовнішній вигляд та інші властивості.

Тому у всіх випадках, коли на деталі або вироби нанесені ЛФП і їх можна сушити при підвищеній температурі, необхідно цим користуватися. У тих же випадках, коли вироби мають значні розміри (літаки, вертольоти) і в них є деталі і змащення, не допускають нагріву при підвищеній температурі (гума, скління), обмежуються сушкою при природній температурі.

Процес сушіння значно прискорюється при безперервній зміні повітря, з яким розчинники несуться з офарблює поверхні виробу. При нерухомому повітрі він насичується парами розчинників і процес сушіння сповільнюється. Однак швидкість випаровування розчинників не повинна бути надмірною, бо в цьому разі в покритті виникають великі внутрішні напруги, які негативно впливають на його властивості (погіршується адгезія, можуть з'явитися тріщини). Крім того, при занадто швидкому освітлі покриттів на основі оборотних плівкоутворюючих (нітроцелюлози, перхлорвініл та ін) затримується видалення розчинників з нижніх шарів. Прагнучи в процесі подальшої сушки випаруватися з плівки, пари розчинника порушують суцільність плівки, в ній можуть з'явитися бульбашки, пори та інші дефекти.

Режим сушіння покриттів підбирають таким чином, щоб зникнення рідкоутворців відбувалося поступово.

Штучну сушку здійснюють в спеціальних сушильних камерах, які в залежності від способу передачі тепла можуть бути конвекційними і терморадіаційними.

На авіаційних заводах знайшли широке застосування конвекційні сушильні камери періодичної дії. Вони використовуються для сушіння різних деталей, що

завантажуються на багатоярусні візки. Якщо ж деталі сушать в підвішеному стані, то камеру обладнають підвісними пристосуваннями.

У конвекційних сушильних камерах передача тепла від його джерела до деталей здійснюється циркулюючим в камері гарячим повітрям.

На тривалість і рівномірність сушіння робить великий вплив система розподілу надходить в камеру нагрітого повітря. По всій камері температура повітря повинна бути досить рівномірною, тільки в цьому випадку висушені покриття набувають необхідні властивості. Нагріте повітря по повітропроводу подається в повітророзподільники, зроблені у вигляді прямокутних повітроводів, з отворами для виходу повітря в нижню зону сушильної камери. Нагріте повітря, прагнучи піднятися вгору, розподіляється по всій камері.

Сушка в терморадіаційних сушильних установках заснована на поглинанні пофарбованої поверхні теплових променів (інфрачервоних), випромінюваних різними джерелами. Спочатку нагрівається фарбується поверхню виробу, потім нанесене на неї покриття (рисунок 4.16, а).

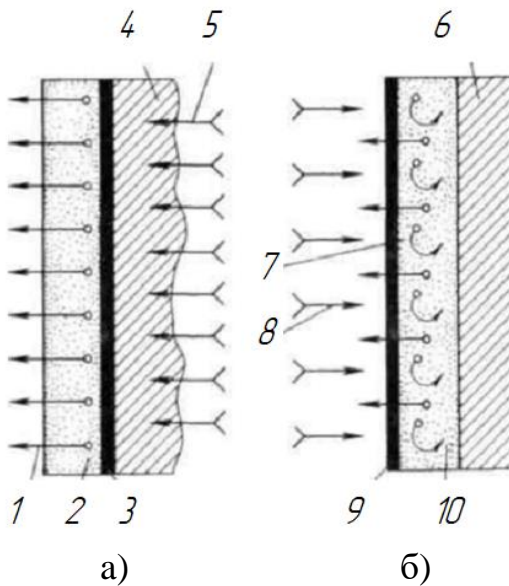


Рисунок 4.16 – Схема процесу сушки ЛФМ:

а – інфрачервоними променями; б – гарячим повітрям;

1, 10 – напрямок виходу парів розчинника; 2, 7 – шар фарби;

3, 9 – тверда плівка; 4, 6 – деталь; 5, 8 – напрямок подачі тепла

При сушінні інфрачервоними променями (рисунок 4.16, б) потужність теплового потоку у багато разів вище, ніж при конвекційній сушінні. Завдяки більш інтенсивній передачі тепла від джерел нагрівання до пофарбованої поверхні і сприятливим умовам плівкоутворення (передачі тепла від нижніх

шарів лакофарбового покриття до верхнім) сушіння покриттів відбувається в 4 ... 15 разів швидше в порівнянні з конвекційною.

Завдяки тому, що утворення ЛФП починається від поверхні металу, на початковій стадії сушіння пари розчинників безперешкодно випаровуються.

Це виключає можливість утворення бульбашок, які мають місце при конвекційній сушці, де утворення їх можливо внаслідок прагнення не встигших зникнути залишків розчинників проникнути через утворену тонку поверхневу плівку.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Гребеніков А.Г. Методологія інтегрованого проектування та моделювання збірних літакових конструкцій [Текст]/О.Г. Гребеніков. – Х: Нац. аерокосм. ун-т ім. Н.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2006. – 532 с.
2. Карпов, Я.С. З'єднання деталей та агрегатів з композиційних матеріалів [Текст]/Я.С. Карпів. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харків. авіац. ін-т», 2006. – 359
3. Рекомендации по технологичности самолётных конструкций / Колл. авторов; под ред. С. М. Лещенко. М.: НИАТ, 1972. – 683 с.
4. Современные технологии авиационного строительства / Коллектив авторов; Под ред. А. Г. Братухина, Ю. Л. Иванова. – М.: Машиностроение, 1999. – 832 с.
5. Застела, О. М. Випробування літаків і їхніх систем в основних і спеціалізованих цехах авіапідприємства на різних стадіях виробництва [Текст]: навч. посіб. / О. М. Застела, І. О. Воронько. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. С. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2017. – 64 с.
6. Руководство по технической эксплуатации самолета АН-148. 2005г.
7. Регламент технического обслуживания самолета АН-148. 2004г.
8. Трехвальный ТРДД Д-436-146, Руководство по технической эксплуатации (в трех книгах книга первая) 321с. год издательства 06.2006г. ГП «Ивченко-Прогресс»,2006.
9. Трехвальный ТРДД Д-436-146, Руководство по технической эксплуатации (в трех книгах книга вторая) 355с. год издательства 06.2006г. ГП «Ивченко-Прогресс»,2006.
10. Трехвальный ТРДД Д-436-146, Руководство по технической эксплуатации (в трех книгах книга третья) 367с. год издательства 06.2006г.. ГП «Ивченко-Прогресс»,2006.
11. Технология защитных покрытий изделий авиационной и автомобильной техники. Учебное пособие. / Н.В. Нечипорук, Ю.В. Дьяченко, Ю.А. Воробьев. – Харьков: Национальный аэрокосмический университет «Харьковский авиационный институт», 2011. – 180 с.
12. Техничко-економическое обоснование конструкций самолетов и двигателей / А. И. Бабушкин, В. А. Пильщиков, В.А. Резчик, А. И. Лысенко, Я. В. Сафронов. – Учеб. пособие по дипломному проектированию. Харьков: Нац. аэрокосмический ун-т «Харьк. авіац. ін-т», 2000. – 51 с
13. Бабушкін А. І. Комплекс Розрахунків З Техніко Економічного Обґрунтування Інженерних Рішень При Проектуванні Та Виготовленні ЛА / А. І.

Бабушкін, О. Б. Жихор, І. А. Любушкіна. – Харків: Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», 2019. – 32с.

14. Требования и порядок оформления учебных и научно-исследовательских документов / В. Н. Павленко, А. С. Набатов, И. М. Тараненко. – Учеб. пособие. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007. – 66 с.

15. Розрахунок економічних показників машинобудівного підприємства: навч. посіб./ Т. Ю. Павленко, Я. В. Сафронов, В. С. Купріянова та ін.. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіац. ін.-т». 2017. – 32с.

16. Порядок оформления учебных документов [Текст] : 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.