

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 та засоби технологічного оснащення для загального
складання пасажирського літака середнього класу

ХАІ.104.1-96а1.200.134.215-9/19 ПЗ

Виконав: студент(ка) 2 курсу групи №1-96а1

Спеціальність _____

134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

(код та найменування)

Освітня програма Технології виробництва

та ремонту літальних апаратів

(найменування)

Панченко О.Ф.

(прізвище та ініціали студента(ки))

Керівник: Д'яченко Ю.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Лисих М.О.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2020

ЗМІСТ

1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	4
1. 1 Конструктивно - технологічний аналіз конструкції центроплана	5
1.1.1 Технічний опис конструкції літака Ан-148-100.....	5
1.1.2 Опис базової конструкції центроплану Ан-148	6
1.2 Розробка варіанта конструкції центроплану.....	10
1.2.1 Визначення навантажень, що діють на центроплан	11
1.2.2 Проектувальний розрахунок на міцність панелі центроплана	14
1.2.3 Ваговий аналіз модифікованої панелі центроплана	16
1.3 Технічні умови на виготовлення центроплана	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	19
2.1 Зміст і обсяг робіт в цеху остаточного складання літака.....	20
2.1.1 Конструктивно-технологічний аналіз систем літака Ан-148.....	21
2.1.2 Основні вживані матеріали і напівфабрикати.....	22
2.1.3 Оцінка технологічності конструкції літака Ан-148.....	23
2.1.4 Види робіт, що виконуються в ЦОС	25
2.1.5 Технічні умови поставки складальних одиниць у ЦОС.....	27
2.1.6 Засоби технологічного оснащення для остаточного складання	27
2.2 Технологія монтажу гідравлічної системи в ЦОС	29
2.2.1 Технічний опис гідравлічної системи літака Ан-148	29
2.2.2 Вимоги, що пред'являються до гідросистеми перед монтажем	30
2.2.3 Оснащення для монтажу трубопровідних комунікацій	33
2.2.4 Технологія монтажу гідросистеми літака.....	35
2.2.5 Контроль якості виконання монтажних робіт.....	38
2.2.6 Опресовування трубопроводів гідравлічної системи.....	39
2.2.7 Промивання трубопроводів гідравлічної системи.....	39
2.3 Засоби технологічного оснащення для остаточного складання літака	41
2.3.1 Стенд промивання трубопровідних комунікацій гідросистеми літака.....	41
2.3.2 ТУ на поставку агрегатів і вузлів на монтаж гідравлічної системи.....	43
2.3.3 ТУ на монтаж гідравлічної системи основного шасі.....	43
2.3.4 Технологія промивання комунікацій гідравлічної системи літака	44
2.3.5 Стенд для промивання двофазним газорідним потоком.....	45
2.3.6 Позастендова комплектація двигуна.....	47
2.4 Технологічні розрахунки цеху остаточного складання літака.....	48
2.4.1 Визначення типу виробництва.....	49

	3
2.4.2 Цикловий графік складально-монтажних робіт.....	50
2.4.3 Визначення штату цеху остаточного складання.....	51
2.5 Забезпечення якості складання літака у ЦОС.....	53
2.5.1 Комплексна система управління якістю у ЦОС.....	55
2.5.2 Система управління якістю.....	55
2.5.3 Аналіз системи якості.....	57
2.5.4 Рекомендації щодо підвищення якості виробу, що збирається.....	58
2.6 Заходи з техніки безпеки у ЦОС	58
3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	60
3.1 Техніко-економічне обґрунтування проектування ЦОС літака Ан-148.....	61
3.1.1 Маркетингові дослідження ринку збуту продукції для визначення.....	61
програми випуску виробів.....	61
3.1.2 Аналіз ринку збуту.....	61
3.1.3 Маркетинг	62
3.2 Формування ринку попиту з урахуванням оцінки можливих ризиків	63
3.2.1 Реклама.....	63
3.2.2 Аналіз ризиків	64
3.3 Вихідні дані для техніко-економічних показників цеху.....	65
3.3.1 Визначення критичної програми випуску виробів.....	68
4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	71
4.1 Стенди стикування відсіків фюзеляжу літака.....	72
4.1.1 Стенд стикування відсіків фюзеляжу літака Ан-148.....	73
4.1.2 Порядок складання відсіків фюзеляжу Ф1, Ф2 і Ф3 в стенді	74
4.1.3 Автоматизований стенд стикування секцій фюзеляжу.....	76
4.2 Сучасні методи автоматизації процесів складання	79
4.2.1 Гнучкі портативні системи позиціонування.....	79
4.2.2 Використання переналагоджуваної складальної оснастки.....	80
4.2.3 Гнучкі гібридні роботи (Snake-Arm Robots).....	83
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	92

1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

1. 1 Конструктивно - технологічний аналіз конструкції центроплана

1.1.1 Технічний опис конструкції літака Ан-148-100

Пасажирський літак Ан-148-100 є регіональний літак, призначений для перевезення до 80 пасажирів, багажу, пошти і вантажів на внутрішніх і міжнародних авіалініях з можливістю експлуатації на аеродромах з штучним покриттям і підготовлених ґрунтових ЗПС, розташованих на висотах до 3000 м над рівнем моря.

Загальний вигляд регіонального пасажирського літака Ан-148-100 наведено на рис. 1.1.

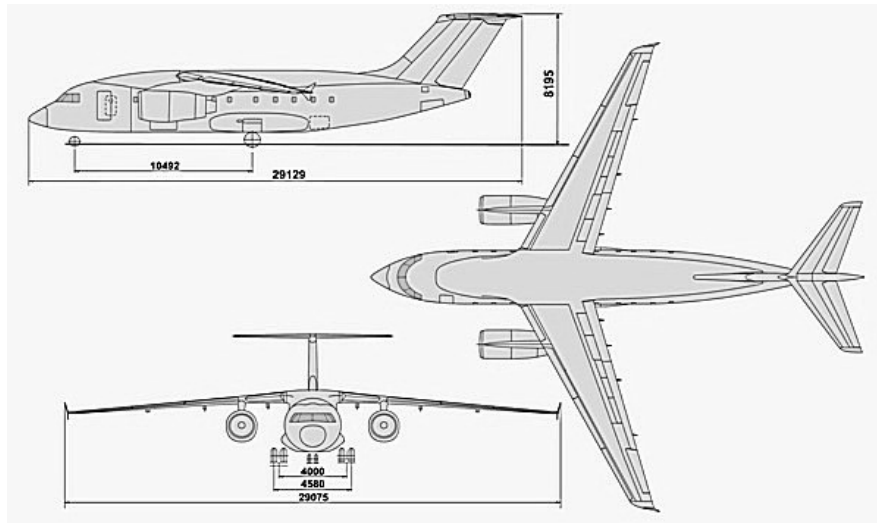


Рисунок 1.1 - Загальний вигляд пасажирського літака Ан-148-100
Основні характеристики літака Ан-148-100 наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Основні характеристики літака Ан-148-100

Розмах крила, м	28.91
Довжина літака, м	29.13
Висота літака, м	8,19
Площа крила, м ²	87,32
Маса, кг:	
порожнього літака	22490
максимальна злітна	37780
палива	12100
Тип двигуна	2 ТРДД Д436-148
Крейсерська швидкість, км / год	820-870
Екіпаж	2+3 чол.
Корисне навантаження	80 пасажирів або до 9000 кг вантажу

Літак Ан-148-100 є вільнонесучим монопланом з високорозташованим стрілоподібним крилом, одно кільовим Т-образним оперенням з двома трьохвальними двоконтурними двигунами Д-436-148, розміщеними в гондолах на пілонах під стрілоподібним крилом, однією допоміжною силовою установкою АІ-450-

МС, встановленої в хвостовій частині фюзеляжу, і трьохопорним одно стоїчним шасі з передньою і двома основними опорами.

1.1.2 Опис базової конструкції центроплану Ан-148

Крило літака Ан-148 стріловидне, високорозташоване, великого подовження, свobodонесуче, прямокутної форми в плані на ділянці між нервюрами № 3 і трапецієподібної форми на ділянках від нервюр № 3 до нервюр № 28 скомпоновано на базі нових суперкритичних профілей .

Крило навішене на фюзеляж за схемою верхнєплана за допомогою чотирьох вузлів. На крилі встановлені два пілона, до яких кріпляться гондоли, в яких розміщені двоконтурні турбореактивні двигуни.

Конструкція крила кесонного типу. Кесон утворений лонжеронами, нервюрами і панелями обшивки. Кесони центроплану і консольних частин крила (між нервюрами № 3-22) являють собою герметизовані паливні баки-відсіки.

Поверхні управління розташовані уздовж переднього і заднього лонжеронів:

- в носовій частині консольних частин розташовані відхиляємі носки (між нервюрами № 3-7) і три секції предкрилків;
- в хвостовій частині консольної частини крила розташовані двохщільсті (з фіксованим дефлектором) висувні закрилки (по дві секції), елерон і п'ять секцій відхиляємих інтерцепторів (гальмівних і гліссадно-гальмівних).

На верхніх і нижніх поверхнях крила є експлуатаційні та технологічні люки для обслуговування систем і агрегатів всередині крила. Люки виконані у вигляді відкидних і знімних панелей і люків-лазів. На нижній поверхні крила в негерметичній зоні є дренажні отвори для стоку конденсату. Крило складається з центроплану і двох консольних частин.

Центроплан розташований між нервюрами № 3 (лівої і правої) і утворює один бак-кесон. Силовий набір складається з поздовжнього і поперечного наборів. Максимальні габарити 3070x2620x750 мм.

Поздовжній силовий набір утворений двома лонжеронами і силовими панелями. На лонжеронах встановлені кронштейни для стику центроплану з фюзеляжем, на вертикальних полках є отвори для стикування з лонжеронами консольних частин крила.

Загальний вигляд комп'ютерної твердотільної моделі центроплану пасажирського літака Ан-148 представлений на рис. 1.2.

Нижні панелі центроплану виконані з набору п'яти монолітних панелей, верхні з набору трьох монолітних панелей.

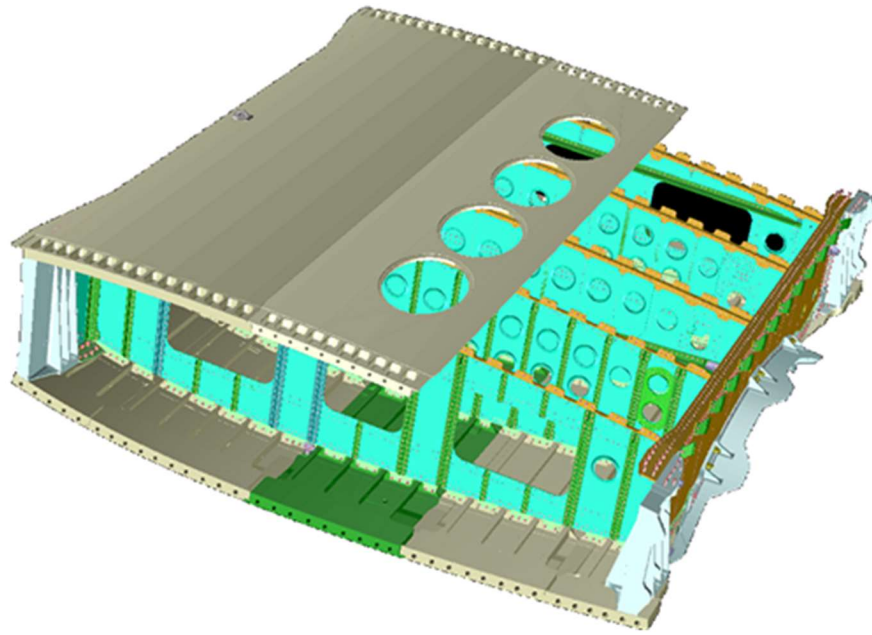


Рисунок 1.2 - Загальний вигляд комп'ютерної моделі центроплана Ан-148

Поперечний силовий набір складається з нервюр балочної конструкції. Перший і другий лонжерони складально-кльопаної конструкції, складаються з верхнього (матеріал В95пчТ2), нижнього (1163Т) поясів, стінки (1163Т) і монолітних кронштейнів стику з ВЧК (1933т3). Складені між собою пояси та стінки лонжеронів підкріплені вертикальними стійками (Д16Т) з внутрішньої і зовнішньої сторін. Із зовнішнього боку першого і другого лонжеронів встановлені дуги для кріплення центроплана з панелями фюзеляжу. Матеріал дуг алюмінієвий сплав 1933Т3, габарити 1600x340x160 мм. Перший і другий лонжерони розташовані перпендикулярно будівельної площині центроплана. Панелі центроплана вафельні, монолітні, з двома закінцівками, верхні (1973Т2) і нижні (1161Т) з пресованих смуг.

Верхня панель складається з трьох окремих панелей, середня з яких з'ємна. Максимальні габарити 45x990x3100 мм. Нижня панель складається з п'яти окремих панелей, середня з яких замикаюча, всі з'ємні. Максимальні габарити 40x420x3150 мм. Верхні і нижні панелі мають поперечні ребра для кріплення з поясами нервюр.

Поперечний набір виконаний з п'яти нервюр (0 - 2 правих і 0 - 2 лівих) балкової конструкції. Нервюри складально-кльопальної конструкції, балочного типу, складаються зі стінок, верхнього і нижнього поясів, стійок і кронштейнів в стику з дугою.

Стінки нервюр (Д16АМ) змінної товщини, фрезеровані, максимальні габарити 2300x620x1,8 мм. Пояси нервюр таврового перетину, максимальні габарити 2300x100x20 мм (Д16Т) з'єднуються з ребрами панелей кльопаним з'єднанням.

Бак - кесон центроплану технологічно розчленований на 12 складальних одиниць. Основні схеми і види центроплану і входять в нього вузлів представлені в додатку.

Склад нервюр і лонжеронів центроплану представлений у таблицях 1.1 - 1.5 відповідно.

Таблиця 1.1 - Склад верхніх панелей центроплану

Найменування та кількість		Маса, кг	Матеріал
Панель центроплану верхня №1	1	52,00	Плита 1973Т2 45×990×3100 ТУ1-92-118-87
Панель центроплану верхня №2	1	55,40	Плита 1973Т2 45×670×3100 ТУ1-92-118-87
Панель центроплану верхня №3	1	65,86	Плита 1973Т2 45×1000×3100 ТУ1-92-118-87

Таблиця 1.2 - Склад нижніх панелей центроплану

Найменування та кількість		Маса, кг	Матеріал
Панель центроплану нижня №1	1	24,00	400919 1161.Т ТУ1-805-150-90 L=3150
Панель центроплану нижня №2	1	44,00	ПФ102 1161. Т ТУ1-805-150-84 L=3150
Панель центроплану нижня №3	1	46,07	ПФ102 1161. Т ТУ1-805-150-84 L=3150
Панель центроплану нижня №4	1	50,25	ПФ102 1161. Т ТУ1-805-150-84 L=3150
Панель центроплану нижня №	1	31,65	400893 1161. Т ТУ1-805-150-84 L=3150

Таблиця 1.3 - Склад нервюри №0 центроплану

Найменування та кількість		Маса, кг	Матеріал
Стінка	1	4,346	Лист Д16ЧАМВХ 18×1000×2300 ОСТ1 90070-92
Пояс верхній	1	1,126	420236 Д16.Т ОСТ1 90113-86 L=2300
Пояс нижній	1	1,086	420236 Д16.Т ОСТ1 90113-86 L=2300
Пояс середній	1	3,397	420419 Д16.Т ОСТ1 90113-86 L=2300
Стійка	1	0,192	720014 Д16.Т ОСТ1 90113-86 L=2300

Таблиця 1.4 - Склад нервюри №2 центроплану

Найменування та кількість		Маса, кг	Матеріал
Стінка	1	3,542	Лист Д16ЧАМВХ 0.8×620×2300 ОСТ1 90070-92
Пояс верхній	1	1,063	420359 Д16Т ОСТ1 90113-86 L=2300
Пояс нижній	1	1,241	420359 Д16Т ОСТ1 90113-86 L=2300
Стійка	1	0,309	720014 Д16Т ОСТ1 90113-86 L=612

Поперековий силовий набір складається з нервюр балочної конструкції. На нервюрах №0 і №1 мають кронштейни, до яких прикріплені дуги лонжеронів. Стійки на нервюрах схожі один на одну, відрізняються за конструкцією та розмірами.

Склад другого лонжерона подібний до першого, є лише невеликі відмінності в конструкції, масі і розмірах деяких вхідних деталей.

Таблиця 1.5 - Склад лонжерону №1 центроплану

Найменування та кількість		Маса, кг	Матеріал
Пояс верхній	1	5,028	51109 В95ПЧТ2 ОСТ1 90113-86 L=2800
Пояс нижній	1	6,261	511094 1163Т ОСТ1 90113-86 L=2550
Кронштейн	1	7,306	Штамповка 1933Т3 550×395×130 ОСТ1 90297-85
Дуга	1	5,640	Штамповка 1933Т3 140×220×1700 ОСТ1 90297-85
Стінка лонжерона	1	10,612	Лист Д16ЧАТ 4.5×550×2550 ОСТ1 90246-77
Стійки по нервюрі	1	0,415	420453 Д16.Т ОСТ1 90113-86 L=533
Стійки	1	0,310	430244 L16.Т ОСТ1 90113-86 L=520

Бортовий фланцевий поперечний стик панелей центроплану та консолей крила виконується шляхом болтового з'єднання, встановлених в колодязях кінцевих частин центроплана і в колодязях спеціальних профілів роз'єму консолі, які пристиковані поздовжнім набором панелей.

Поперековий силовий набір складається з нервюр балочної конструкції. На нервях №0 і №1 маються кронштейни, до яких прикріплені дуги лонжеронів. Кожна нервюра складається з поясів, стінки та стійок. Стінка виготовляються з листа, пояси та стійки - з пресованих профілів різних перетинів. Нервюри кріпляться поясами до поперекових ребр панелей.

Кріплення ВЧК до центроплану здійснюється однорядним болтовим з'єднанням верхньої і нижньої панелей, а також по першому і другому лонжеронам.

Стик центроплана з фюзеляжем по першому і другому лонжеронам фланцевий, аналогічно літакам Ан-26, Ан-32, Ан-140. Кріплення вузлів і секцій при складанні центроплана: нервюри зі стійками лонжеронів виконують високоресурсними заклепками і болтами з натягом, секції панелей з лонжеронами і ребрами панелей болтами з натягом. Транспортувальні операції виконуються верхніми транспортно-підйомними засобами і транспортувальними візками.

Основні матеріали, що застосовуються в конструкції центроплану літака Ан-148 Д16Т, В95ПЧТ2, 1161Т, 1163Т, 1933Т3 добре освоєні в серійному виробництві виробів авіаційної техніки.

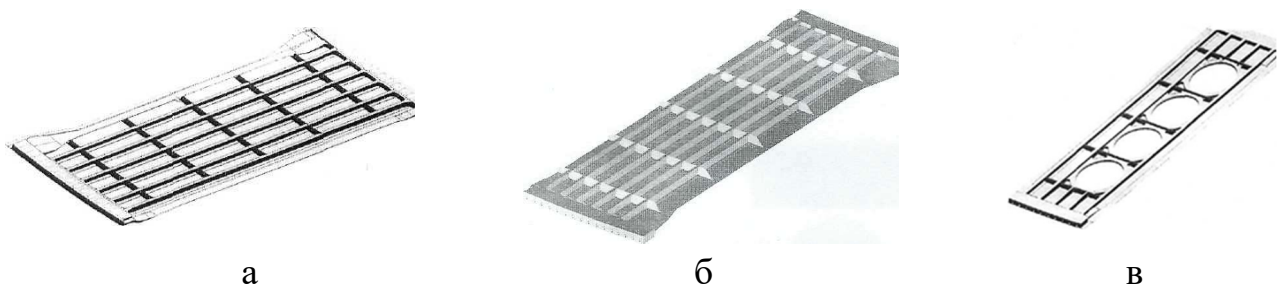


Рисунок 1.3 - Верхні панелі центроплана літака Ан-148-100:
а - перша; б - друга (люкова); в - третя

На рис. 1.3 - 1.4 представлено схеми основних складових елементів центроплану літака Ан-148-100. Всі панелі монолітні, виготовляються фрезеруванням на верстатах з ЧПК.

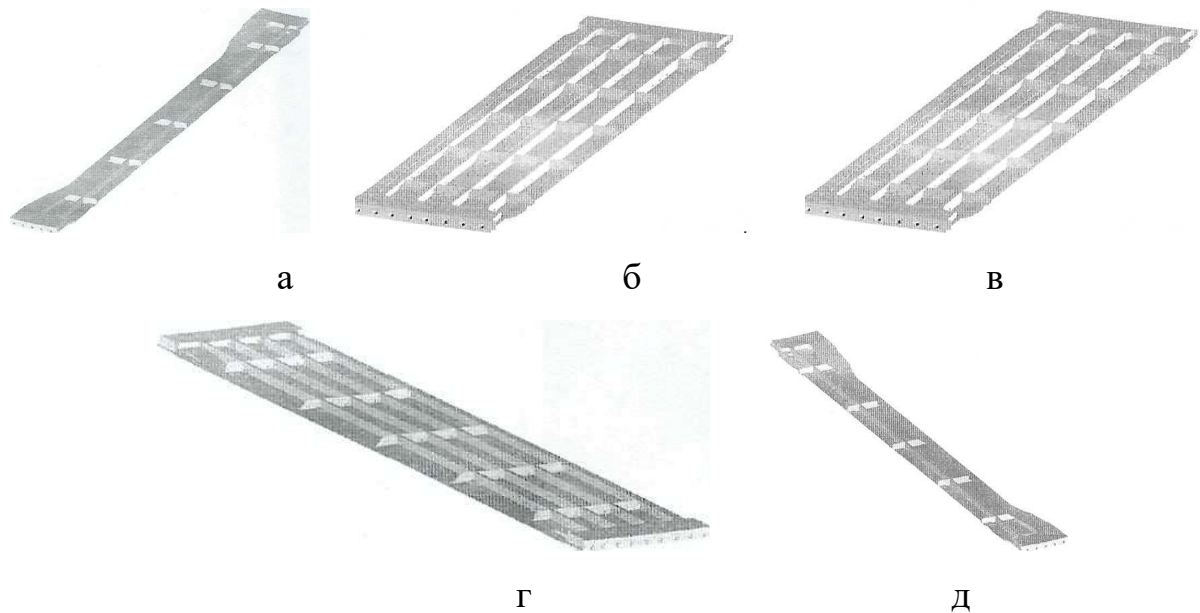


Рисунок 1.4 - Нижні панелі центроплану літака Ан-148-100:
а - перша; б - друга; в - третя; г - четверта; д - п'ята

Схема нервюри № 0 центроплану представлена на рис. 1.5.

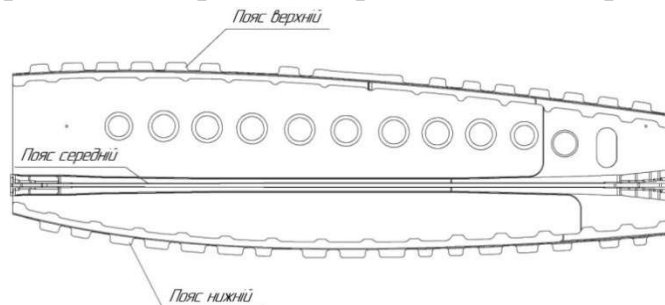


Рисунок 1.5 - Схема нервюри №0 центроплану літака Ан-148-100

1.2 Розробка варіанта конструкції центроплану

Вагова досконалість конструкції визначається багатьма факторами: вибором матеріалу, конструктивно-силової схеми (КСС), культурою виробництва, точністю розрахунків на міцність.

Основною вимогою до проєктованого літака є забезпечення високого рівня його ефективності при певних витратах на розробку, видання та експлуатацію. Зниження маси конструкції дозволяє поліпшити ЛТХ літака і знизити його вартість.

У конструкторському розділі дипломного проекту розглядається вплив на вагове досконалість конструкції обраної для неї силової схеми і способів передачі сил. Після виявлення оптимальної КСС центроплана літака АН-148, будуть оцінені напруги, що сприймаються панелями центроплана.

Силова схема конструкції будь-якого агрегату (крила, оперення, центроплана, фюзеляжу і ін.) складається з основної КСС і елементів, що служать для передачі місцевого навантаження на елементи основний КСС. Основна КСС сприймає всі основні силові фактори (поперечні і поздовжні сили Q і N , згинальні і крутний момент M_{z2} і $M_{кр}$) і складається з лонжеронів, стінок, стрингерів, обшивки, силових панелей. Для передачі місцевого навантаження використовуються нервюри, шпангоути, стійки, книці.

1.2.1 Визначення навантажень, що діють на центроплан

Вихідними даними є наступні параметри: зовнішні навантаження в перерізі - згинальний момент і поперечна сила; величина хорди центроплана, положення лонжеронів. Центроплан в розрахунках передбачається двохлаонжеронним.

На даному етапі проектування центроплана невідомі навантаження, що діють на конструкцію. Для вирішення цього завдання необхідно побудувати епюри зовнішніх навантажень, що діють на крило. Поперечна сила і згинальний момент, отримані в перетині стикування крила з центропланом, будуть розрахунковими навантаженнями для центроплана.

З трьох зусиль M_{z2} , Q , $M_{кр}$, що діють в поперечному перерізі крила, згинаючий момент є основними зусиллям, так як маса силових елементів, що сприймають M_{z2} , становить близько 50% загальної маси крила.

При побудові епюр крило розглядається як двоопорна балка (з опорами на фюзеляж) з консолями, навантажена розподіленим аеродинамічним навантаженням q_v , масовим навантаженням $q_{кр}$ і зосередженими силами від двигунів $P_{дв}$. Врівноважуються ці сили реакціями фюзеляжу $R_{ф}$.

Для вирішення поставленого завдання досить надати епюри навантажень для однієї від'ємної частини крила (інша буде симетрична). Епюри Q і M_{z2} будують від різниці розподілених навантажень q_v і $q_{кр}$:

$$q = q_v - q_{кр} = \frac{G - G_{кр}}{l} n \cdot \Gamma_{пл}, \quad (1.1)$$

де G – вага літака;

$G_{кр}$ – вага крила;

l – розмах крила;

$n = n^3 \cdot f$ - розрахункова перевантаження;

$\Gamma_{пл}$ - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподіленого повітряного навантаження по розмаху плоского крила.

$$\Gamma_{\text{пл}} = \frac{C_{y_{\text{пер}}} \cdot b}{C_{y_{\text{кр}}} \cdot b_{\text{ср}}} \quad (1.2)$$

У розрахунках вважають скіс потоку постійним за розмахом крила ($C_{y_{\text{пер}}} = C_{y_{\text{кр}}}$).

Або наближено

$$q = \frac{G - G_{\text{кр}}}{S} n \cdot b = \frac{n \cdot G}{S} \cdot (1 - \bar{m}_{\text{кр}}) \cdot b \quad (1.3)$$

На частку крила доводиться значна частина маси планера - від 30 до 50%, для транспортних літаків $\bar{m}_{\text{кр}}$ знаходиться в діапазоні $0,08 \div 0,15$ та для Ан-148-100 $\bar{m}_{\text{кр}} = 0,12$ – відносна по відношенню до маси всього літака маса крила.

$$n = n^e \cdot f, \quad (1.4)$$

де n^e – експлуатаційна перевантаження з АП ($n^e=4.5$);

f – коефіцієнт безпеки ($f=1.5$). Тоді підставивши данні в формулу (1.4) отримуємо

$$n = 4.5 \cdot 1.5 = 6.75.$$

$$G = m \cdot g = 37500 \cdot 9.8 = 367,5 \text{ кН},$$

де $m = 37500$ кг – вага літака;

b – хорда в перетині крила;

S – площа крила, що визначається за формулою

$$S = (b_{\text{корн}} + b_{\text{конц}}) \frac{\ell}{2} \quad (1.5)$$

$$\text{Для Ан-148-100 } S = (4500 + 1300) \cdot 14455 = 87325600 \text{ мм}^2 = 87,32 \text{ м}^2$$

Таким чином,

$$q_i = \frac{6.75 \cdot 367,5}{87,32} (1 - 0.12) b_i = 25 \cdot b_i$$

Після визначення складових, можна знайти сумарне погонне навантаження на крило, діюче в напрямку осі Y в швидкісній системі координат. Обчислення заносимо в таблицю 1.6.

При цьому початок координат помістимо в кінці крила, перетини нумеруємо від кінця в напрямку кореня крила починаючи з $i = 0$.

Літерою \bar{z} позначаємо відносну координату $z = \frac{2z}{\ell}$.

Схема розрахунку наведена в таблиці 1.6, в якій введено такі позначення:

$$\Delta z_i = (\bar{z}_i - \bar{z}_{i-1}) \cdot \frac{\ell}{2}; \quad (1.6)$$

$$\Delta Q_i = (q_i + q_{i-1}) \cdot \frac{\Delta z_i}{2}; \quad (1.7)$$

$$Q_i = \Delta Q_{i+1} + Q_{i+1}; \quad (1.8)$$

$$\Delta M_i = (Q_i + Q_{i-1}) \cdot \frac{\Delta z_i}{2}; \quad (1.9)$$

$$M_i = \Delta M_{i+1} + M_{i+1} \quad (1.10)$$

Таблиця 1.6 - Сумарна погонне навантаження на крило

i	\bar{z}_i	$\Delta \bar{z}_i, м$	$q_i, \frac{кН}{м}$	$\Delta Q_i, кН$	$Q_i, кН$	$\Delta M_i, кН \cdot м$	$M_i, кН \cdot м$
0	0	0	45.9	57.4	0	31	0
1	0.1	1.08	60.4	69.6	57.4	99.6	31
2	0.2	1.08	68.5	76.1	127	178.3	130.6
3	0.3	1.08	72.5	84.3	203.1	264.9	308.9
4	0.4	1.08	83.6	94.1	287.4	361.2	573.8
5	0.5	1.08	90.6	102.2	381.5	467.2	935
6	0.6	1.08	98.7	109.8	483.7	581.7	1402.2
7	0.7	1.08	104.7	117.5	593.5	699.7	1983.9
8	0.8	1.08	112.8	126.1	711	831.2	2683.6
9	0.9	1.08	120.8	135.9	837.1	972.7	3514.8
10	1	1.08	130.9	-	973	-	4487.5

Таблиця 1.6 побудована в припущенні, що інтегрування здійснюється методом трапецій.

При визначенні закону розподілу поперечних сил і згинальних моментів по довжині спочатку знаходять функції $Q(z)$, $M(z)$ від впливу розподіленого навантаження $q(z)$. Для цього табличним способом обчислюють інтеграли:

$$Q = \int_{\frac{1}{2}}^z q(z) dz + P_{agr}, \quad (1.11)$$

де P_{agr} - маса двигуна.

Враховуючи, що маса двигуна дорівнює 1920 кг, отримаємо

$$P_{agr} = m_{дв} \cdot g = 1920 \cdot 9.8 = 18816 \text{ Н} = 18.6 \text{ кН}.$$

Величина Q від розподіленого навантаження визначається підсумовуванням навантаження, розташованої по одну сторону від розглянутого перерізу.

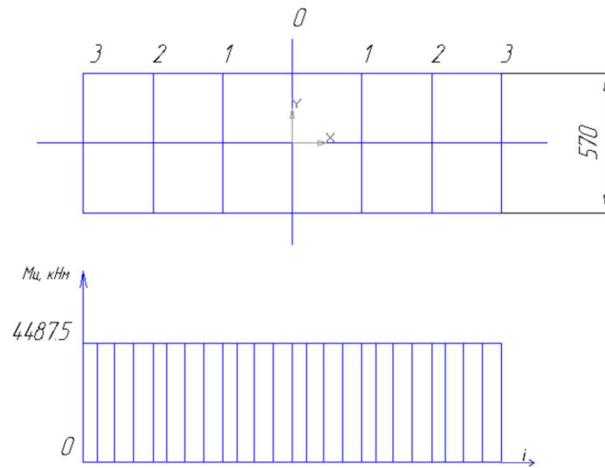


Рисунок 1.6 - Епюра згинальних моментів $M_{z2.ц.}$

Згинальний момент

$$M = \int_{\frac{z}{2}}^z Q(z) dz. \quad (1.12)$$

Як вже було зазначено раніше, основним зусиллям, діючим в поперечному перерізі центроплана, як і окремих частин крила, є згинальний момент. Всю величину згинального моменту, який прийшов від окремих частин крила, сприймає конструкція центроплана. З огляду на те, що хорда центроплана постійна, епюра згинального моменту $M_{z2.ц.}$ має вигляд, представлений на рис. 1.6.

1.2.2 Проектувальний розрахунок на міцність панелі центроплана

Після визначення навантажень, що діють на центроплан, оцінимо напруги, що виникають у верхній панелі центроплана, з урахуванням того, що вона працює на стиск, це дозволить зробити висновок про раціональність розмірів і членування панелі.

Верхня панель центроплана, виготовлена з матеріалу В95пчТ, являє собою монолітну конструкцію з Т-образним ребрами, характерне перетин представлено на рис. 1.7.

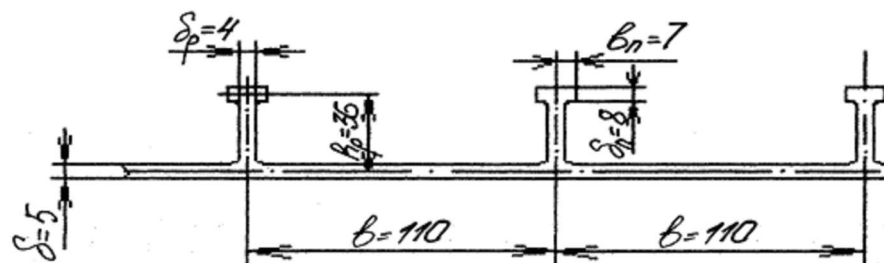


Рисунок 1.7 - Поперековий перетин верхньої панелі ЦЧК

Модуль пружності матеріалу В95пчТ становить $E = 71500 \text{ МПа}$.

Рівняння рівноваги панелей має вигляд:

$$\sigma_d = \sigma_p = \frac{N}{\delta_p^2 \cdot \left(\frac{\delta}{\delta_p} + \frac{h}{b} + \alpha_1 \cdot \frac{b_n \delta_n}{b \cdot \delta_p} \right)}, \quad (1.13)$$

де α_1 - безрозмірний коефіцієнт, який приймає значення $\alpha_1 = 2$ для панелей з Т-образним ребрами.

Рівняння напруг загальної втрати стійкості запишеться у вигляді

$$\sigma_o = \sigma_p = \frac{C \cdot \pi^2 \cdot E}{\left(\frac{\alpha_n}{i} \right)^2}, \quad (1.14)$$

де C - коефіцієнт, що враховує характер закладення стійки на опорах при загальній втрати стійкості, що приймає значення $C = 1$;

$\alpha_n = 420$ мм - розрахункова довжина панелі (відстань між нервюрами);

i - радіус інерції панелі.

Радіус інерції панелі з достатньою для практичних цілей точністю можна визначити як добуток радіуса інерції прямокутника висотою h і деякого поправочний коефіцієнт, що враховує дійсну форму стійки і залежить від геометричних розмірів поперечного перерізу.

$$i = \xi \cdot 0.288 \cdot h. \quad (1.15)$$

Коефіцієнт ξ може бути визначений за формулою

$$\xi = \frac{1}{1+\alpha} \sqrt{1+4\alpha}, \quad (1.16)$$

де α може бути визначено за формулою

$$\alpha = \frac{b \cdot \delta}{h_p \cdot \delta_p}. \quad (1.17)$$

Підставимо значення $b = 110$ мм, $h_p = 36$ мм, $\delta = 5$ мм, $\delta_p = 4$ мм в формулу (1.17) та отримаємо значення $\alpha = \frac{110 \cdot 5}{36 \cdot 4} = 3,819$.

Звідси,

$$\xi = \frac{1}{1+3,819} \cdot \sqrt{1+4 \cdot 3,819} = 0,837;$$

$$i = 0,837 \cdot 0,288 \cdot 36 \cdot 10^{-3} = 8,68 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Таким чином, напруга загальної втрати стійкості складає

$$\sigma_o = \sigma_p = \frac{3,14^2 \cdot 71500}{\left(\frac{420 \cdot 10^{-3}}{8,68 \cdot 10^{-3}} \right)^2} = 301,1 \text{ МПа.}$$

Рівняння напруг місцевої втрати стійкості виглядає таким чином:

$$\sigma_m = \sigma_p = \frac{K_1 \cdot \pi \cdot E}{\left(\frac{h_p}{\delta_p} \right)^2}, \quad (1.18)$$

де K_1 – коефіцієнт місцевої втрати стійкості панелі, що враховує співвідношення геометричних розмірів панелі і знаходиться в складній залежності від співвідношення геометричних розмірів поперечного перерізу h_p/δ , δ/δ_p .

Розглянемо по черзі три випадки місцевої втрати стійкості:

- стійкість втрачає обшивка;

- стійкість втрачає ребро стрингера;
- стійкість втрачає полку стрингера.

Критичні напруги місцевої втрати стійкості обшивки складають

$$\sigma_{kp_o}^M = \frac{0,9 \cdot K_1 \cdot E}{(b/\delta)^2} = \frac{0,9 \cdot 71500 \cdot 4,08}{(110/5)^2} = 542,45 \text{ МПа.}$$

Критичні напруги місцевої втрати стійкості ребра стрингера

$$\sigma_{kp_p}^M = \frac{0,9 \cdot K_2 \cdot E}{(h_p/\delta_p)^2} = \frac{0,9 \cdot 71500 \cdot 6,3}{(36/4)^2} = 5005 \text{ МПа.}$$

Критичні напруги місцевої втрати стійкості полки стрингера

$$\sigma_{kp_n}^M = \frac{0,9 \cdot K_3 \cdot E}{(b_n/\delta_n)^2} = \frac{0,9 \cdot 0,41 \cdot 71500}{(7/8)^2} = 34460,08 \text{ МПа.}$$

Отримані значення $\sigma_{kp_p}^M$, $\sigma_{kp_n}^M$ значно більше $\sigma_{ни}$ матеріалу, в цьому випадку для уточнення критичних напружень використовується формула Канна-Куна

$$\sigma_{кр} = \sigma_{\epsilon} \cdot \frac{1+\nu}{1+\nu+\nu^2}, \quad (1.19)$$

де $\nu = \frac{\sigma_{\epsilon}}{\sigma_{кр}^2}$;

σ_{ϵ} - межа міцності матеріалу;

$\sigma_{кр}^2$ - ейлерове критичне напруження, визначене нами раніше.

Формула Канна-Куна зручна тим, що вона може бути застосована при роботі матеріалу, як до межі пропорційності, межа пропорційності матеріалу В95пчТ дорівнює $\sigma_{ни} = 240 \text{ МПа}$, так і за ним, і дає задовільну збіжність з експериментом. При великих значеннях ν величина $\sigma_{кр}$ прагне до σ_{ϵ} , а при малих до σ_{ϵ} .

Таким чином,

$$\sigma_{kp_p}^M = \sigma_{\epsilon} \cdot \frac{1+\nu}{1+\nu+\nu^2}, \quad (1.20)$$

в свою чергу $\nu_p = \frac{\sigma_{\epsilon}}{\sigma_{kp_p}^2} = \frac{540}{5005} = 0,108$, тоді критична напруга ребра стрингера

отримаємо $\sigma_{kp_p}^M = 540 \cdot \frac{1+0,108}{1+0,108+0,108^2} = 534,4 \text{ МПа}$.

Тоді $\nu_n = \frac{\sigma_{\epsilon}}{\sigma_{kp_n}^2} = \frac{540}{34460,08} = 0,016$, $\sigma_{kp_n}^M = 540 \cdot \frac{1+0,016}{1+0,016+0,016^2} = 539,8 \text{ МПа}$.

1.2.3 Ваговий аналіз модифікованої панелі центроплана

Проведений розрахунок дозволив скоректувати форму поперечного перерізу монолітних панелей, які працюють на стиск, а саме:

- товщина обшивки 5 мм;
- товщина полиці стрингера 8 мм;
- ширина полиці стрингера 14 мм;
- товщина ребра 4 мм;
- висота ребра 36 мм;

- відстань між ребрами 110 мм.

Членування панелей, а саме, верхня панель має три пресовані панелі, середня з яких знімна, нижня панель має п'ять пресованих панелей, середня з яких замикає, незнімна, обумовлюється критеріями живучості.

1.3 Технічні умови на виготовлення центроплана

При складанні центроплана необхідно враховувати вимоги щодо точності відтворення його аеродинамічних обводів і досягнення заданої точності вузлів і агрегатів. У зв'язку з цим, ТУ на виготовлення центроплана мають такий вигляд:

1. Незазначені граничні відхилення розмірів, форми і розташування поверхонь по ОСТ 1. 00022-80.

2. Встановлення болтів по РТМ 1.4.1241-89, установка гайок по РТМ 1.4.1941-82.

3. Установка прокладок проводиться на заповнювачі ВЗ-27М по 148 ТИ16-520-96 при допустимому зазорі не більше 0,5 мм.

5. Після фрезерування площини панелі під стик поверхні й на панелі місце зміцнити ПДН по ТИ-36-29-87 і по ТИ 16-543-85 і покрити Гр. ЕП-0215 520.

6. Після фрезерування прокладок поверхню оксидувати по ТИ 16-543-85.

7. Шайби встановлювати при виході гладкої і заходної частини з пакета на величину більше 3,0 мм. Кількість встановлюваних шайб визначається виходом різьбової частини болта з гайки не менше 1,5 мм при нормальному стягуванні пакета.

8. Покриття головок болтів, гайок, і виступаючих різьбових частин: грунт ЕП-140 темно-зелений, 473 ОСТ 1 90055-85.

9. Покриття головок заклепок після клепки грунтом ЕП-140 темно-зелений 471 ОСТ1 90055-85. Покриття місць цековок під болти грунтом ЕП-0215 520 ОСТ 1 90055-85.

10. Отвори та установчі місця на конструкції центроплану, пов'язані з установкою агрегатів систем, повинні бути ув'язані з монтажем відповідних систем.

11. Складання верхніх і нижніх панелей з поясами і деталями лонжеронів, що виходять на внутрішній контур панелей, складання нижніх панелей між собою, установка дуг на стінки лонжеронів повинні проводитися з обов'язковим застосуванням заповнювач ВЗ-27М.

12. При перевірці сполучення деталей до встановленого технологічного кріпленням діаметром не більше 4 мм допускаються місцеві плавні зазори без сходинок на окремих ділянках закріплених сполучень до 1 мм. При зазорах до 0,3 мм установку деталей виробляти без заповнювача ВЗ-27М. При зазорах від 0,3 до 0,5 мм вводити в сполучення заповнювач ВЗ-27М. У сполученнях, де за

кресленнями дозволені вирівнюючі прокладки з Д16АТ товщиною, найближчої до фактичного зазору в сполученні, з установкою їх на ВЗ-27М.

13. При встановленні прокладок допускається розбіжність контурів прокладок з контуром підшов деталей в межах ± 2 мм. Заготовки для прокладок повинні бути анодованими. Торці прокладок покрити герметиком У30МЕС-5М ТУ 38 1051436-88 після їх установки на заповнювачі ВЗ-27М.

14. Базування при установці панелей центроплана виробляти по осі нульової нервюри і осями стрингерів по площинах стику в районі третьої нервюри.

15. Допуск на відстань між лонжеронами ± 1 мм. Зсув нервюр від їх положення щодо теоретичних осей нервюр не більше ± 1 мм.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Зміст і обсяг робіт в цеху остаточного складання літака

Остаточне складання літака Ан-148 проводиться в спеціальному цеху остаточного складання (ЦОС), куди з агрегатно-складальних, механоскладальних, слюсарно-зварювальних цехів заводу надходять складальні одиниці, що входять до складу систем літака (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 - Загальний вигляд літака Ан-148 у ЦОС

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

На цьому етапі закінчуються всі монтажні 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

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.

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

Таким чином, на лінії загального складання послідовно монтуються все обладнання, механізми, устаткування і системи загалом з таким розрахунком, щоб з останнього робочого місця - стенда - виходило закінчений виріб. Трудомісткість процесу остаточного складання складає до 30% від загальної трудомісткості виготовлення літака. Вона залежить від багатьох причин: від типу літака, його конструктивного оформлення, технологічних схем, методів складання і монтажу, від методів організації самого процесу остаточного складання літака.

2.1.1 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.

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 **гідравлічній 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 жидкості марок Skydrol-L-D4 і HujetIY-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, 12X18H10T.

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- стільникової конструкції з обшивками зі склопластику і металу.

При сучасних цифрових методах проектування виробів авіаційної техніки створюється електронний конструкторсько-технологічний макет, а процес узгодження (ув'язки) розмірів і форми деталей здійснюється при створенні електронних моделей складальних одиниць.

Повний електронний опис (ПЕО) шляхом тривимірного комп'ютерного моделювання дозволило оптимально пов'язати компоновку обладнання та виконати раціональну трасування монтажів літака Ан-148 (рис. 2.2).

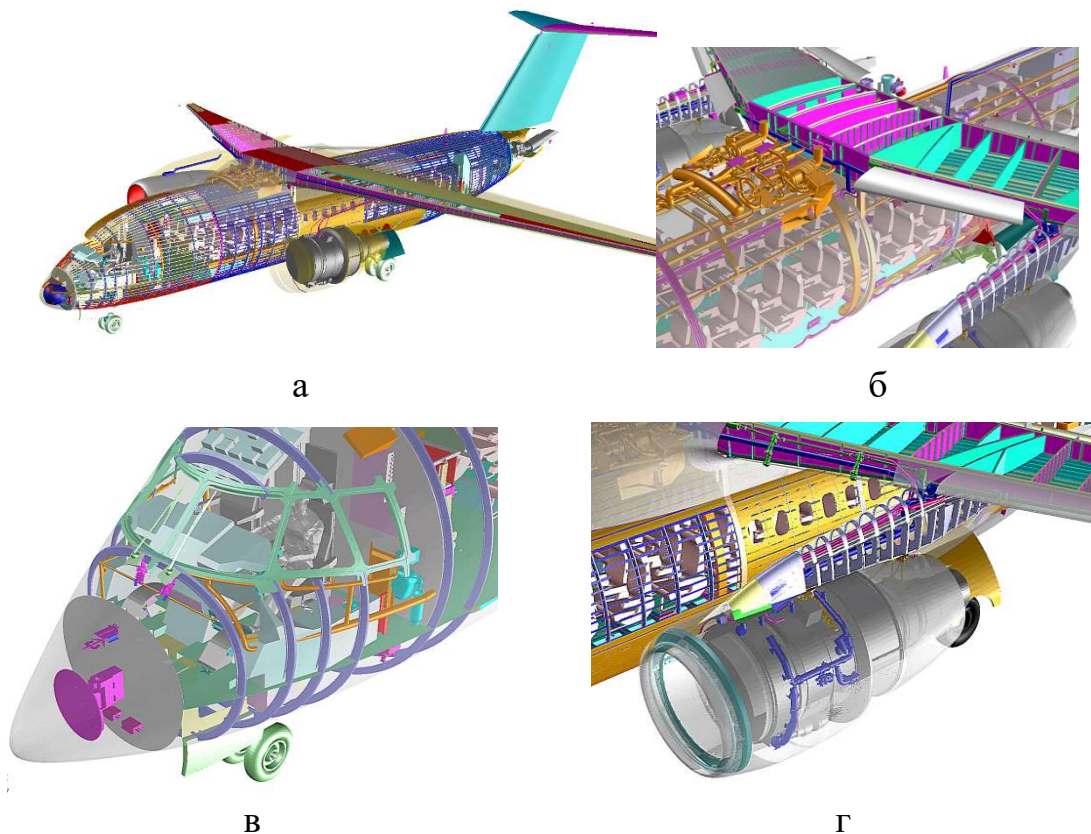


Рисунок 2.2 - Приклади ПЕО літака Ан-148: а - загальна компоновка; б - відсік Ф2 з центропланом; в - відсік Ф1; г - мотогондола

2.1.2 Основні вживані матеріали і напівфабрикати

В конструкції літака Ан-148 використовуються освоєні літакобудівними підприємствами металеві матеріали:

- алюмінієві сплави В-95, 1161, 1163, Д-16, 1933, 1973, АЛ9, АК6;
- сталі 30ХГСА, 35ХГСЛ, 30ХГСН2МА, 12Х18Н10Т, 95Х18Щ, 40ХН2МА, ВНС-5;

- титанові сплави ВТ22, ВТ6, ВТ 16, ОТ4-1, ВТ 1-0, ПТ7М.

Як напівфабрикатів використані пресовані профілі і плити, катані плити, плаковані листи, штампування, гарячо-і холоднокатані труби.

У конструкції також застосовані нові матеріали - термостійкий алюмінієвий сплав АД-37Т (1370Т) і високоміцна сталь ВКС170ВД.

У всіх агрегатах літака використовуються полімерні композиційні матеріали: вуглепластики, склопластики, органопластики, полімерсотопластики.

Використовуються клеї ВК-41, ВК-46, ВКВ-3, ВКВ-9; ВК-25.

Для герметизації, антикорозійного захисту повітряних відсіків, захисту клейових і клеєклеваних швів, швів на заповнювачі, застосовуються герметики ВИТЭФ-1 НТ і УЗОМЭС-5М.

Для захисту конструкцій від можливого впливу рідини НГЖ-5У застосовуються грунти ЭП-0214, ПФЭ2/10 і емаль ЭП-140М. Для захисту конструкції від корозії передбачені профілактичні склади - Дінітрол або НГ-222.

2.1.3 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.

Для виготовлення деталей, вузлів і агрегатів літака типу Ан-148 в основному застосовані технологічні процеси, добре освоєні літакобудівними підприємствами України.

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.

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 та автоматизації виробництва монтажних і контрольно-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 наявному в галузі обладнанні, по освоєним технологічним процесам і діючим в галузі нормативній документації, при оптимальному обсязі витрат на організацію серійного виробництва.

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.

Все це в сукупності скорочує цикл підготовки виробництва, знижує обсяги підгінних робіт і дає можливість підвищити точність виготовлення агрегатів і відповідно процес остаточного складання літака Ан-148. Конструктивно-технологічні рішення, реалізовані при проектуванні літака Ан-148, забезпечують йому рівень технологічності, необхідний для сучасної авіаційної техніки.

2.1.4 Види робіт, 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;

- перевірка, випробування і регулювання приладів і агрегатів всіх систем.

Роботами зі створення агрегатів в ЦОС є:

- установка носового обтічника;

- установка мотогондоли двигуна.

При остаточному складанні виконуються наступні монтажні:

- монтаж шасі (в частині монтажу систем, що забезпечують його функціонування: управління випуском і прибиранням шасі, гальмами, стулками ніші шасі, а також сигналізації);

- 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.

На рис. 2.3 представлені окремі види складально-монтажних і випробувальних робіт в ЦОС літака Ан-148.



а



б



в



г



д



е



ж

Рисунок 2.3 - Приклади складально-монтажних і випробувальних робіт у ЦОС:
 а - монтаж двигуна; б - перевірка правильності монтажу електроджгутів;
 в - монтаж теплозвукоізоляції; г - монтаж локатора; д, - монтаж паливної системи; е - монтаж протипожежної системи; ж - монтаж систем керування літаком

Крім перерахованого вище, великий обсяг робіт виконується з підготовки необхідних вузлів, агрегатів, 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.

У відповідності з монтажними схемами, проводку укладають на спеціальні плази, на них напаяють накінечники, маркують і в'яжуть джгути.

Всі роботи виконуються на потоковій лінії, за винятком підготовчих робіт, які виконуються в прилеглих майстернях.

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 включати 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, перш за все, кранове обладнання. За допомогою крана транспортуються і підтримуються 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 радіобладрнання.

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 гідравлічної системи в ЦОС

2.2.1 Технічний опис гідравлічної системи літака Ан-148

Гідравлічна система літака Ан-148 складається з двох автономних систем ГС1 і ГС2 і окремої мережі резервної насосної станції (рис 2.4).

Система ГС1 живить тільки приводи системи штурвального управління польотом, приводи гальмівних інтерцепторів і реверсне пристрій маршового двигуна №1. Система ГС2, крім приводів системи управління, приводів гальмівних інтерцепторів і реверсного пристрою двигуна №2, живить мережу прибирання і випуску шасі, приводи предкрылков і закрилків, систему основного та стоянкового гальмування коліс шасі і руліжних пристрій передньої опори шасі.

Мережа резервної насосної станції використовується для резервного випуску шасі, аварійного гальмування коліс шасі, резервного живлення руліжних пристрої передньої опори шасі і для управління багажними люками.

Основним джерелом тиску у системах ГС1 і ГС2 служить насос з приводом від відповідного маршового двигуна, а резервним - електроприводна насосна

станція, що працює від мережі змінного струму. Крім того в ГС1 є аварійний турбонасос з приводом від вітрогенератора, що випускається в потік в аварійній ситуації.

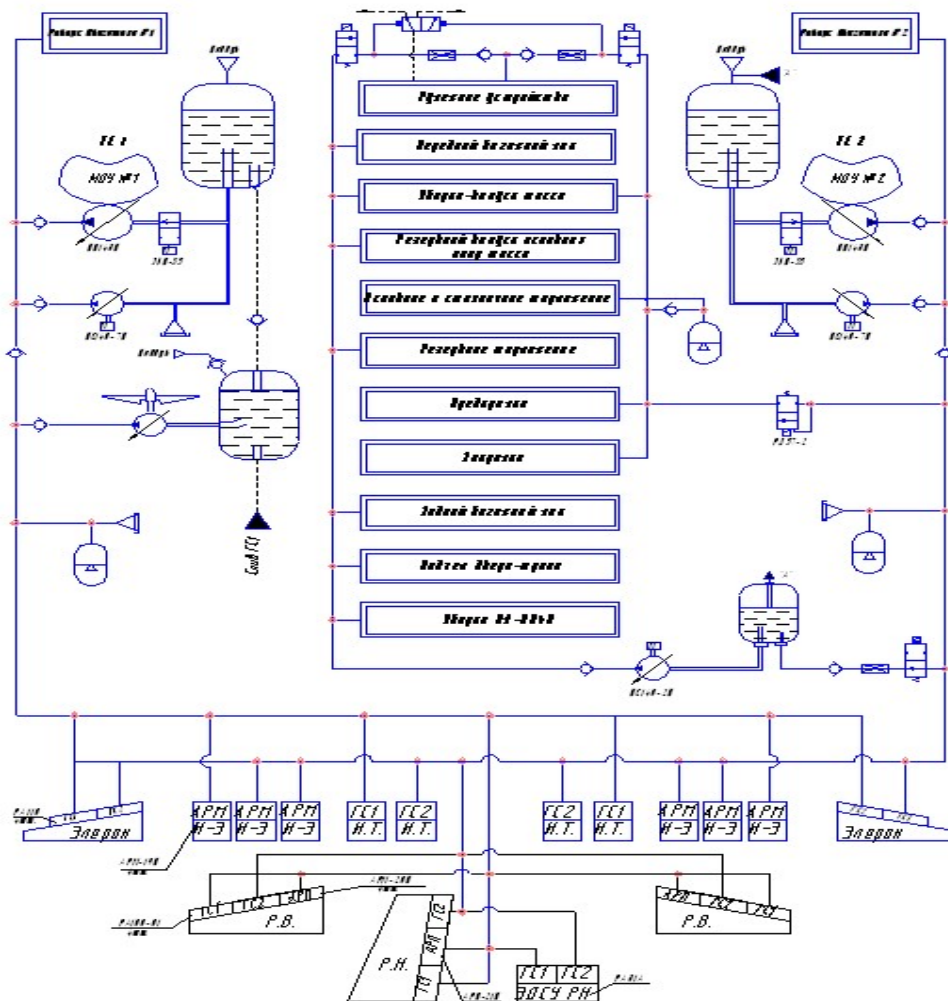


Рисунок 2.4 - Структурна схема гідросистеми літака Ан-148

У мережі резервної насосної станції використовується електропровідних насосна станція з електродвигуном постійного струму.

2.2.2 Вимоги, що пред'являються до гідросистеми перед монтажем

Монтаж обладнання гідравлічної 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 ретельного очищення зони робіт, щоб уникнути попадання дрібних сторонніх часток (стружка, пил) у агрегати гідросистеми.

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.

Гідропанелі встановлювати після продувки (промивання) трубопроводів. 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 гідросуміш, закривати целофаном або іншими захисними матеріалами. Випадково розлиту гідросуміш необхідно негайно видалити серветкою.

Монтаж трубопроводів гідросистеми 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.

Трубопроводи, що знаходяться на виробничій ділянці і не встановлені на виріб, повинні зберігатися на монтажних столах або в стелажах. При зберіганні не допускати їх зіткнення між собою і з іншими металевими деталями.

При прокладанні трубопроводів необхідно:

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

Трубопроводи по можливості прокладати так, щоб маркування було зручно читати. При стикуванні трубопроводів строго стежити за їх маркуванням (цифровий і кільцевої), щоб уникнути помилок при з'єднанні комунікацій.

При монтажі трубопроводів забороняється використовувати прокладки ущільнювачів, ущільнювачі і контрочні шайби, що були у вжитку.

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 грунтом 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.

При з'єднанні трубопровідних комунікацій з агрегатами і проміжними елементами кріплення (колодками, хомутами) виникають прості неточності: недотяг Δ_1 , несоосність Δ_2 і перекіс Δ_3 .

На рис. 2.5 наведено схеми простих неточностей, що виникають при монтажі вільного кінця прямого (а) і вигнутого (б) участків трубопроводів, а також проміжної ділянки прямого (в) і вигнутого (г) трубопроводів.

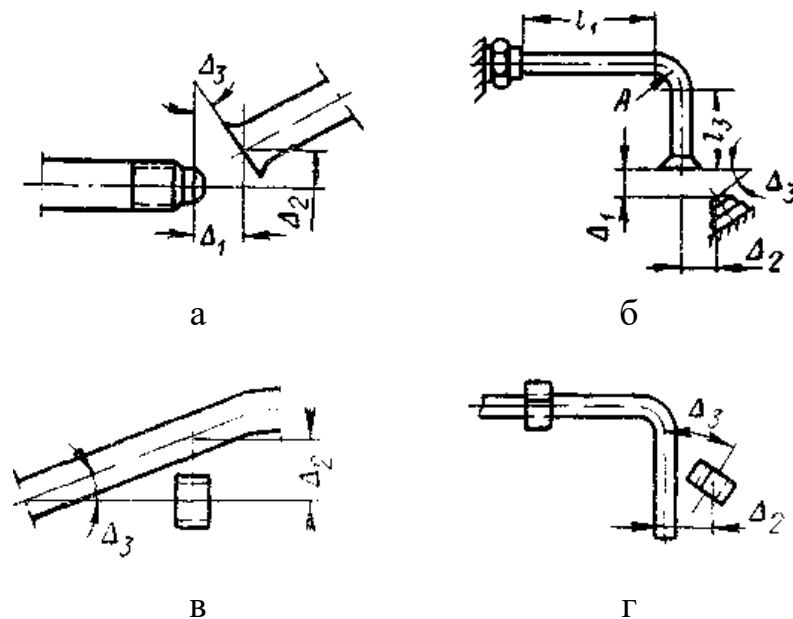


Рисунок 2.5 - Схеми простих неточностей, що виникають при монтажі

При монтажі трубопроводів з прямою віссю слід звертати особливу увагу на недотяг Δ_1 , який при монтажі може привести до зміни конфігурації з'єднання (вириг труби з ніпеля), що в свою чергу може порушити герметичність трубопровідної системи. Якщо недотяг більше допустимого, то його можна зменшити, не змінюючи конфігурацію трубопроводу. У цьому випадку допускається встановлювати шайби до 5 мм під фланці проходник з однієї або з двох сторін.

Для зниження величини несоосності в місцях кріплення трубопроводів за допомогою колодок, хомутів і кронштейнів допускається установка під їх пло-

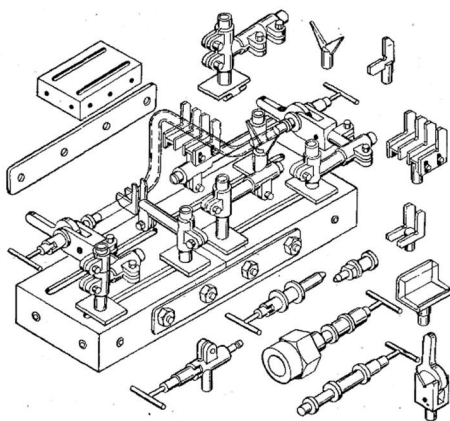
щині кріплення шайб товщиною 1 - 2 мм. Невелика кутова неточність забирається за рахунок деформації розвальцьованої частини труби. Ця особливість роботи з'єднання і труднощі контролю даної величини дозволяють не вказувати допустиму величину перекосу для контролю при монтажі, так як значення Δ_3 вимірюється відхиленням Δ_1 і Δ_2 на протилежному кінці трубопроводу.

Існують допуски на виготовлення і монтаж елементів трубопровідних систем. Допуски на монтаж залежать від зусиль, яких докладають при затягуванні гайок, від виробничих відхилень по точності виготовлення трубопроводу, і місця його установки на виробі.

2.2.3 Оснащення для монтажу трубопровідних комунікацій

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.

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 (рис 2.6, а). Навколо еталона робочий розміщує базові елементи на рухомих стійках і жорстко фіксує їх в просторі. Потім на базові елементи позиціонує секційні елементи трубопроводу (рис 2.6, б).



а



б

Рисунок 2.6 - УСП для контролю деталей з труб по першій групі точності

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 (рис. 2.7, а).

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 (рис. 2.7, б).

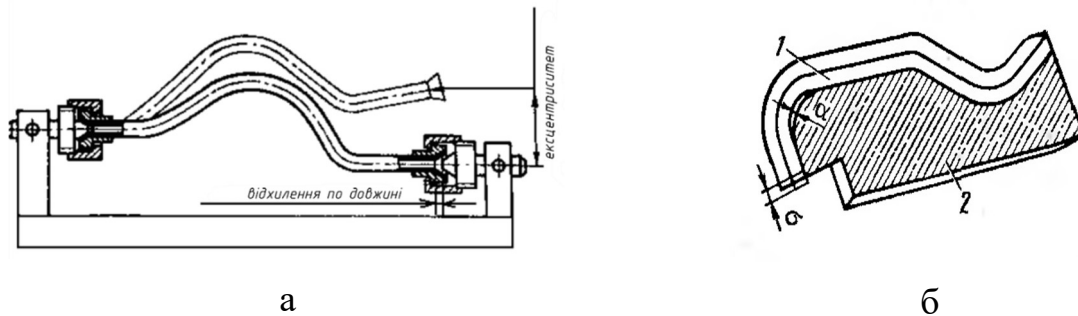


Рисунок 2.7 - Відхилення труби від номінальних розмірів (а) та схема контролю деталей з труб по другій групі точності (б): 1 - контрольована труба; 2 - макет

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, гофруютьовуванням 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.

2.2.4 Технологія монтажу гідросистеми літака

При монтажі трубопроводів не приєднувати труби до робочих агрегатів, які не беруть участі в подальшому технологічному процесі (ТП).

Трубопроводи до цих агрегатів приєднувати або після першої промивки (силові циліндри, зворотні клапани та інші вузли і агрегати), або після другої промивання (гідропідсилювачі, агрегати з золотниковими пристроями, кермові приводи, дроселі та інші агрегати).

Монтаж агрегатів і трубопроводів виробляти по оснащенню, що забезпечує сталість місць.

Місця під металізацію на трубопроводах, 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.

Монтаж агрегатів і кріпильних елемента виконувати відповідно до технічних норм, а монтаж і контроль трубопроводів та патрубків - 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 необхідно розконсервувати і промити в чистому бензині або уайт-спириті, після чого просушити підігрітим стисненим повітрям.

Після розконсервації агрегатів і ємностей зробити їх монтаж на панелі, кронштейни і т.п., встановлені по оснащенню, що забезпечує сталість місця при їх монтажі.

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 з проміжними кріпленням колодок рекомендується вести в такій послідовності:

- закріпити кінці трубопроводу, нагвинчую 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 (див. рис. 2.5) 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 ворітків або ключів (зусиллям на накидну гайку трубопроводу).

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 остаточною закріпленням з'єднань трубопроводів і гнучких рукавів необхідно змастити різьбові з'єднання. При остаточною з'єднанні трубопроводів накидну гайку навернути 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 остаточною закріплення трубопроводів з агрегатами і нерухомими елементами кріплень.

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.

Далі у таблиці 2.1 наведено укрупнений ТП монтажу гідравлічної системи пасажирського літака Ан-148 у ніші основного шасі.

Таблиця 2.2 - Укрупнений ТП монтажу гідросистеми у ніші основного шасі

Номер та зміст операції	
1	Перевірити комплектацію монтажу. Оглянути арматуру, деталі, кріплення на відсутність механічних пошкоджень. Перевірити наявність клейм БТК, маркування.
2	Оглянути зону виконання монтажу на відсутність механічних пошкоджень і сторонніх предметів. Переконатися в правильності виконання монтажів суміжними цехами.
3	Встановити панель агрегатів поз.21, кріпити гвинтами поз.53 (4 шт.).
4	Встановити клапани поз.22, 23. Фіксувати хомутами. Гвинти, болти ставити на сирому ґрунті ЭП-0215 ТУ 6-10-1966-84, згідно технічних вимог креслення (ТВК) п.8
5	Встановити крани поз. 24, 25, кріпити гвинтами (4 шт.), шайбами (4 шт.).
6	Провести установку зворотного клапана поз.30, прохідника поз.45, 46, кріпити гайками поз.40, 47, 48, шайбами поз.49, 50 спільно з кільцями поз.51, 52. Клеїти трафарети поз.37, 38, 39 (6 шт.) на обох сторонах стінки герметиком ВИТЭФ 1НТ ТУ 38-1051291-84 за інструкцією ПИ 1.2.157-80, згідно ТВК п.9. Після приклеювання трафарети з торця покрити гр. ЭП-0214 - 1 шар холодної сушки, лак ПФЭ-2/10 - 1 шар холодної сушки. Зовні трафарети покрити лаком УР-231.
7	Провести попередню установку колодок поз.55 (3шт.), кріпити болтами поз.57 (8 шт.), шайбами поз.54 (8 шт.). Встановити (нагвинчувати) трійники поз.26 (2шт.), на клапани поз.22, 23.
8	Зняти укупорку, зробити продувку трубопроводів (16 шт.) сухим стисненим повітрям, встановити тех. заглушки (закупування).
9	Провести прокладку трубопроводів поз.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. На трубопроводи поз.4, 2 встановити трійники поз.58. Трубопроводи поз.3, 7 з'єднати хрестовиною поз.36. Приєднати до трубопроводу поз.1 трійник поз.35.
10	Наживити від руки гайки трубопроводів на 2-3 обороту, закріпити колодками поз.55 (3шт.), поз.56, пер. А-А, хомутами (2 шт.), гвинтами. Виконати олівцем розмітку місць зачистки під металізацію.
11	Демонтувати трубопроводи, зробити їх зачистку під металізацію. Підготовка і захист місця металізації по ТИ 36-8-91, згідно ТВК п.3
12	Металізація по ОСТ1 01025-82 за допомогою стрічок металізації в колодках і хомутах кріплення, в місцях зазначених буквою М, згідно ТВК п.3
13	Знежирити місця і нанести струмопровідний склад на основі УЗОМЭС-5М на захисні місця згідно р. 4.2.4. ТИ 36-8-91
14	Провести остаточну установку трубопроводів поз.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Гвинти, болти ставити на сирій ґрунтовці ЭП-0215 ТУ 6-10-1966-84, згідно ТВК п.8. Монтаж г/с виконувати з урахуванням вимог РТМ 1.4.534-89 ч.ІІ, згідно ТВК п.2. Контролювати роз'ємних з'єднань трубопроводів і встановлення арматури по ОСТ 100879-77 і ГОСТ 13977-77, згідно ТВК п.5
15	Провести прокладку і монтаж трубопроводів поз.9, 10, 11, 12, 13, 14,15, 16 по місцях установки. Повторити п.10 ÷ 14.1 (один раз)
16	Клеїти на конструкцію бирки самоклеючі з стрічки РМК6-WM поз.55, згідно з кресленням. Маркування електропозицій по АНУ 72.00.450.000 ТТ, згідно ТВК п.11

17	Провести контровку роз'ємних з'єднань трубопроводів.
18	Покрити виступаючі різьбові частини, головки гвинтів, болтів, зовнішні поверхні накидних гайок емалю ЭП-140М, сірий 473 ОСТ1 90055-85, згідно ТВК п.10
19	Контроль БТК. Перевірити: - місце монтажу на чистоту, відсутність сторонніх предметів і пошкоджень; - правильність складання згідно з кресленням; - наявність контровки; наявність і стан ЛФП.

2.2.5 Контроль якості виконання монтажних робіт

Найбільш відповідальною контрольною 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.

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 трубопроводних 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 продуваних трубопроводів, закріплених в кінці лінії, по білій серветці або марлі або по фільтроелементам технологічного повітряного фільтра, встановленого також в кінці продуваної 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.

2.2.6 Опресовування трубопроводів гідравлічної системи

Закільцьовані ділянки трубопроводів гідросистеми літака підлягають опресуванню. В якості рідини для опресовування трубопровідних комунікацій гідросистеми, а також для перевірки герметичності і промивання трубопроводів гідросистеми, 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.

На схемах промивання зазначено:

- 1) закільцьовані ділянки трубопроводів і місця підключення стендів;
- 2) порядок виконання робіт при опресуванні, перевірці герметичності і промиванні гідросистеми;
- 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.

Опресовування трубопровідних комунікацій гідросистеми літака виконувати рідиною НГЖ-5У протягом 3 хв., при наступних значеннях тисків:

- 31,5 + 1 МПа - для трубопроводів нагнітання 1ГС і 2ГС;
- 24,0 + 1 МПа - для трубопроводів нагнітання резервної гідросистеми;
- 4,5 + 0,5 МПа - для трубопроводів лінії зливу;
- 1,0 + 0,2 МПа - для трубопроводів всмоктування.

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

Трубопроводи наддуву випробувати стисненим азотом при тиску 1,0 + 0,2 МПа - протягом 3 хв. Герметичність з'єднань по групі 2-4-ОСТ1 00128-74. Контроль мильною піною. Поява бульбашок азоту в піні не допускається.

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.

2.2.7 Промивання трубопроводів гідравлічної системи

Перший етап. Проводиться промивка трубопроводів гідросистеми і продування трубопроводів мережі наддуву, змонтованих в відсіках і агрегатах літака, до приєднання трубопроводів до штатних гідроагрегатів літака. Після ви-

конання робіт по опресуванню трубопроводів гідросистеми закільцьовані ділянки трубопроводів (кільця) підлягають промивці. Промивання трубопроводів гідросистеми вести потоком рідини відповідно до РТМ 1.4.534-89. ч.ІІ. Тиск рідини в миючому газорідинному потоці повинно бути не менше 4 МПа.

Допустиме тиск рідини при промиванні:

- до 21 МПа - для трубопроводів нагнітання і інших призначень (прибирання-випуск шасі, включаючи трубопроводи ліній з скороченим тиском);
- до 4,5 Мпа - для трубопроводів зливу;
- до 1 МПа - для трубопроводів всмоктування.

Гілки кільця завдовжки менше 5 м дозволяється промивати протягом 8-10 хв і не проводити остаточного контролю якості промивки.

При промиванні будь-якої гілки відкритим повинен бути кран (або крани) кільцювання даної гілки, інші крани закриті. По закінченню промивання необхідно злити з закільцьованих трубопроводів миючу рідину.

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 гідросистеми передуює опресування і промивка трубопроводів по першому етапу.

Перед промиванням гідросистеми зробити наступні роботи:

- відновити монтаж (підключити трубопроводи до штатних агрегатів) відповідно до чинної документації, в фільтрах гідросистеми 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 гідросистеми, і герметичність з'єднань, що не увійшли до кільця, робочим тиском рідини протягом 5 хв. для кожного випадку:

- 21 ± 1 МПа - для трубопроводів лінії нагнітання;
- до 2 МПа - для трубопроводів лінії зливу;
- до 0,4 МПа - для трубопроводів всмоктування.

Герметичність по групі 1-7 ОСТ1 00128-74. Контроль фільтрувальної папером. Сліди рідини на папері не допускаються.

Заповнення гідросистеми рідиною і перевірку герметичності робочим тиском проводити шляхом спрацьовування на повний хід гідроагрегатів (споживачів гідросистеми) згідно з рекомендацій РТМ 1.4.534-89, ч.ІІ.

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.

У таблиці 2.2 наведено перелік обладнання і технологічної оснастки, необхідної для підключення гідро стенду до літакової гідросистеми відповідно до РТМ 1.4.534-89, ч.ІІ.

Таблиця 2.2 - Перелік обладнання і оснастки для промивання гідросистеми

Найменування	Позначення	Кількість
Стенд продувки гідравлічних систем		1
Стенд промивання трубопроводних комунікацій		2
Стенд промивання гідравлічних систем		1
Запірний кран (вентиль Ø10)	991АТ-3	15
Запірний кран (вентиль Ø10)	991АТ-5	30
Перемичка (трубопровід в зборі)	1-20-8-0,6-500 ОСТ1 14497-88	за потреби
Перемичка (трубопровід в зборі)	1-20-12-1-500 ОСТ1 14497-88	за потреби
Перемичка (трубопровід в зборі)	2700А-8x0,8-500	2
Перемичка (трубопровід в зборі)	2700А-10-1-500	за потреби
Прохідники, перехідники, трійники, для з'єднань по внутрішньому конусу по ОСТ 1 00879-77		за потреби
Фільтроелемент	QA 08470	4 шт.
Фільтроелемент	QA 08475	3 шт.

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, перемещування, 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 Стенд промивання трубопроводних комунікацій гідросистеми літака

Гідросистеми літака промивають однією з робочих рідин, для чого робочі фільтри літака замінюють технологічними, зворотні клапани і дроселі - технологічними перехідниками. Промивають систему по ділянкам (для виключення з промиваємої системи гідроагрегатів з підвищеною чутливістю до забруднень) або проводять її кільцювання. При кільцюванні обидва кінця трубопроводу ділянки гідросистеми (або гідросистеми в цілому) з'єднується через насосні станції

промивального стенда. Насосна станція примусово подає промивну рідину, яка, циркулюючи, очищує гідросистему від забруднень.

При промиванні гідросистеми швидкість руху рідини повинна бути вище робочої в 1,5 ... 2,0 рази. Тиск рідини має дорівнювати сумі гідро опорів промиваемого трубопроводу і стенду, і не повинно перевищувати робочого.

Температура рідини повинна бути не вище 80 ° С. Час промивки, в залежності від довжини трубопроводу, має бути не менше 20 ... 35 хв.

На рис. 2.8 наведена принципова схема стенда промивання трубопроводів гідросистеми літака.

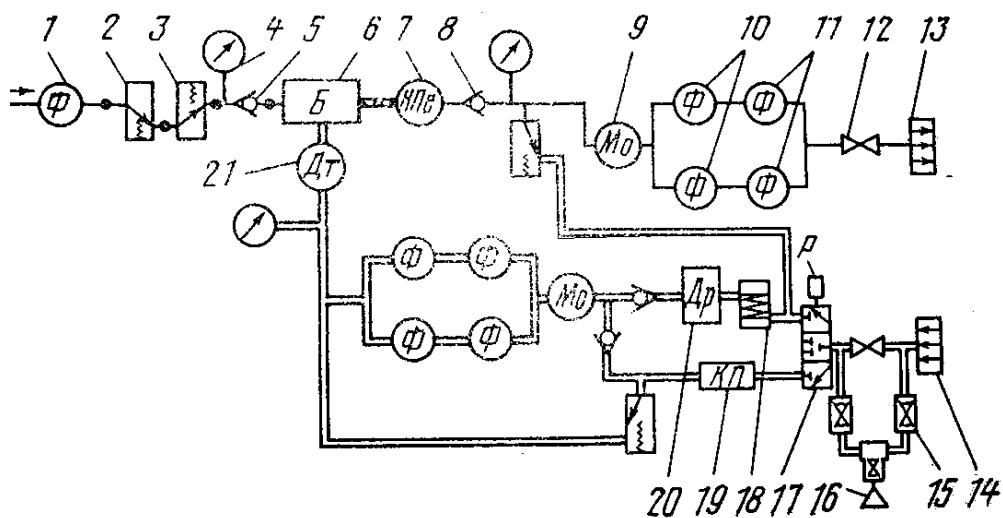


Рисунок 2.8 - Принципова схема стенда промивання трубопроводів:

- 1 - фільтр-відстійник; 2 - повітряний редуктор на 5 Мпа; 3 - повітряний редуктор на 0,5МПа; 4 - манометр; 5 - зворотний клапан; 6 - бак; 7 - гідронасос; 8 - запобіжний клапан; 9 - магнітний очищувач; 10 - фільтр з тонкістю фільтрації 12 ... 15 мкм; 11 - фільтр з тонкістю фільтрації 5 ... 7 мкм; 12 - вентильний кран; 13 - колектор лінії нагнітання; 14 - колектор лінії зливу; 15 - роз'ємний клапан; 16 - місце відбору проб; 17 - триходовий кран; 18 – маслоповітряний радіатор; 19 - місце установки оптичного фільтра; 20 - датчик -витратомір; 21 - датчик температури

Остаточну чистоту гідросистеми контролюють в лабораторії, підраховуючи за допомогою автоматичного лічильника або під мікроскопом осіли тверді частинки в пробі, взятої з гідросистеми.

Гідросистема вважається чистою, якщо в 100 см³ проби рідини забруднень міститься не більше, ніж вказано у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Показники забруднення рідини

Розмір частинок, мкм	від 5 до 10	від 10 до 25	від 25 до 50	від 50 до 100	більше 100 та волокна
Число частинок, не більше	800	20	10	5	1

2.3.2 ТУ на поставку агрегатів і вузлів на монтаж гідравлічної системи

1.1 Гідравлічна система повинна відповідати вимогам інструкції та комплекту документації 148.00.5600.000.000.

1.2 Куплені комплектуючі вироби до їх установки на літак повинні бути піддані вхідному контролю за методиками підприємств-постачальників або за методиками, узгодженими з ними.

1.3 Розконсервація агрегатів перед установкою на літак повинна проводитись відповідно до ОСТ 100229-77.

1.4 Відпрацювання, перевірка та приймання гідросистеми за інструкцією повинна проводитися після виконання і контролю всіх робіт з монтажу агрегатів і трубопроводів по кресленням 148.00.5600.000.000 СБ, опресування, промивання по першому етапу і перевірка зовнішньої герметичності по інструкції 148.00.5600.010.000 И, після виконання і перевірки електромонтажів по електронних схемам 148.00.7200.029.100 Е3 і Е4, після перевірки і приймання СУОСО-148, КСЭИС-148 та БСТО-148.

Основні технічні характеристики гідросистеми

- робочі рідини	НГЖ-5У ТУ 38.401-58-57-93 Skydrol LD-4 SAE AS1241B
- номінальний тиск в ГС1 і ГС2, МПа	21
- номінальний тиск в мережі НС-РЕЗЕРВ, МПа	15
- діапазон температур навколишнього повітря, °С	від -60 до +85
- діапазон температур робочої рідини, °С	від -60 до +90

2.3.3 ТУ на монтаж гідравлічної системи основного шасі

Монтаж гідравлічної системи основного шасі включає:

- установку механізмів і кріплення їх до каркаса планера;
- монтаж трубопроводів і з'єднання їх між собою і з механізмами;
- попередній контроль зовнішньої геометрії з'єднань трубопроводів;
- монтаж ємностей;
- регулювання систем і механізмів.

При монтажі гідравлічної системи основного шасі необхідно дотримуватися таких технологічних вимог:

- перед установкою труби повинні бути продуті сухим очищеним повітрям;
- всі з'єднання повинні бути опломбовані, а вільні кінці трубопроводів повинні бути закриті заглушками;
- при прокладанні та кріпленні трубопроводів повинні бути забезпечені наступні умови: співвісність внутрішніх каналів без натягу і напруги з'єднувальних

елементів; зазори між трубопроводами і деталями конструкції; міцність кріплення і відсутність зазорів в місцях кріплення трубопроводів, відповідні ресурси вигинів трубопроводів;

- для з'єднання трубопроводів необхідно застосовувати тарировані ключі, так як недотяг з'єднань призводить до негерметичності, а перетяг - до деформації і зриву різьб;

Технологічний процес монтажу гідравлічної системи убирання-випуску основних шасі представлений у додатку.

2.3.4 Технологія промивання комунікацій гідравлічної системи літака

Промивання трубопроводів гідросистеми виконують в такій технологічній послідовності:

1. Встановити промивний стенд з заправленим баком біля агрегату або зібраного літака.

2. Підключити кабелем електроживлення електродвигуна до мережі, який приводить в рух насос.

3. Зняти з наконечників шлангів гідростенду заглушки, промити кінці шлангів та під'єднати їх до промиваємої магістралі за схемою кільцювання.

4. Встановити тиск згідно з кресленням або ТУ.

5. Перевірити трубопроводи і місця їх з'єднань на відсутність течі; при виявленні течі усунути її або замінити трубопровід.

6. Включити гідростенд і промивати гідросистему.

7. Переключити після закінчення промивання трубопроводів трьохпозиційний кран стенду для прокачування миючої рідини через контрольний фільтр (оптичний або швидкороз'ємний) або через прилад об'єктивного контролю (типу ФСК-1), прокачати через них рідину. При наявності забруднень більш допустимої величини знову повторити операцію промивки до необхідної чистоти.

8. Вимкнути стенд після закінчення операції промивки, видалити з трубопроводів гідросистеми робочу рідину. Рідину з закільцьованого трубопроводу злити через лінію зливу самопливом з гідросистеми літака в стенд або за допомогою чистого стисненого азоту під тиском 0,5 МПа. Операція зливу гідросуміші з трубопроводів є обов'язковою. Забороняється для цієї мети застосовувати стиснене повітря.

9. Від'єднати зливний шланг промивного стенду, відключити електричне живлення, після чого стенд транспортувати в спеціальне приміщення для промивки фільтрів стенду. Технологічні фільтри зняти, промити і встановити знову або замінити на нові.

10. Після закінчення промивання і контролю зняти технологічні фітинги й рукави, і підключити трубопроводи до всіх гідравлічним агрегатів літака, за винятком гідроагрегатів, які відключаються при контролі герметичності і промивання гідросистеми.

11. Вільні кінці трубопроводів, по яких здійснюється роз'єм гідросистеми при членуванні літака на агрегати, а також кінці трубопроводів, що не приєднані до гідроагрегатів, після закінчення робіт закрити заглушками і опломбувати. Встановити пломби на з'єднання трубопроводів з гідроагрегатами.

12. У паспорті агрегату (КЧК, Ф-1, Ф-2) або літака зробити позначку про промивку трубопроводів гідросистеми.

2.3.5 Стенд для промивання двофазним газорідним потоком

Стенд складається з гідравлічної і пневматичної систем, апаратури введення газу в потік рідини і контролю режимів роботи стенда, фільтрів очищення і циклону для відділення рідини від газу.

Стенд дозволяє проводити наступні операції:

- опресування закольцівок труб;
- продування азотом;
- промивання труб прокачуванням робочої рідини;
- промивання труб газожидкісною сумішшю;
- регулювання продуктивності і тиску робочої рідини.

Засоби вимірювання, встановлені на стенді, забезпечують вимірювання:

- тиск азоту в діапазоні (0 ... 15) МПа;
- тиск робочої рідини (0 ... 21) МПа;
- тиск, що розвивається мультиплікатором (31,5 + 1) МПа.

Лінія нагнітання робочої рідини стенду включає в себе видатковий бак, насосну станцію, фільтр, регулятор тиску, термометр для контролю робочого середовища; індикатор потоку для візуального контролю налаштування необхідного режиму газорідного потоку.

Індикатор представляє собою прозору ділянку трубопроводу з міцного оргскла, армованого сталевим кожухом з радіальними пазами.

Лінія нагнітання азоту складається: з азотного балона, манометрів, фільтра, регулятора тиску.

Лінія подачі двофазного потоку складається з циліндрів, розподільників і блоку зворотних клапанів.

Стенд працює наступним чином:

Операція опресування тиском 31,5 МПа.

Закольцовані трубопроводів під'єднуються до штуцерів, відкриваються вентилі. Включається насосна станція, плавно підвищуючи тиск в системі, закріплюється і система стенду заповнюються робочою рідиною, контроль по індикатору. Відключається насосна станція, закриваються вентилі. Включається насосна станція і регулятором тиску створюється максимальний тиск, контроль за манометрами. Закриваються вентилі, а галетний перемикач встановлюється в положення «Обпресування».

Відкривається вентиль, перемикається перемикач в положення «Обпресування», контроль тиску за манометрами. Якщо одного перемикання мало для отримання тиску опресування, виконуються додаткові перемикання. В процесі опресування підтримується тиск в межах допуску додатковими перемиканнями перемикача в положення «Обпресування». Скидається тиск опресування, для чого відкриваються крани, і вимикається насос.

Операція промивання двофазним потоком.

Відкриваються вентилі. Відкривши вентиль проводиться продування робочої рідини в закріплюваному трубопроводі азотом, контроль за індикатором. Закриваються вентилі. Закріплюваний трубопровід і система стенду заповнюються азотом. Закриваються вентилі. Включається насосна станція і створюється тиск робочої рідиною в системі стенду не більше 21 МПа регулятором тиску.

Відкривається вентиль і закріплюваний трубопровід і система стенду заповнюються азотом до тиску:

- 50% від промивного тиску для труб лінії всмоктування і зливу;
- 25% від промивного тиску для труб лінії нагнітання.

Закривається вентиль, відключається насосна станція. Кількість напрацьованих циклів контролюється за лічильником циклів (обнуління циклів проводиться натисненням кнопки на лічильнику циклів).

Після закінчення промивання вимикається насосна станція, відкривається вентиль, і дроселем знімається тиск в закріплюваному трубопроводі.

Відкривається вентиль. Включається насосна станція і прокачується закріплюваний трубопровід робочою рідиною. Після п'ятихвилинної прокачування береться проба робочої рідини. Відключається насосна станція.

Промивання двофазним газорідним потоком забезпечує чистоту промивання трубопроводів виробу в межах 5 - 6 класів чистоти рідини по ГОСТ 17216-2001.

Чистота внутрішніх поверхонь трубопроводних магістралей контролюється побічно по чистоті промивної (робочої) рідини.

Контроль якості операцій промивання трубопроводних магістралей здійснюється в два етапи: попередній і остаточний.

Попередній контроль якості здійснюється після 5-хвилинної прокачування рідини через фільтр або прилад об'єктивного контролю ФСК-1П.

Трубопровідні магістралі вважаються промитими і підлягають остаточному контролю, якщо чистота контрольованої рідини відповідає 8 класу по ОСТ1 41372-73, а при вимірюванні приладами ФСК-1П - 1 мг/л, що відповідає 0,04% по ГОСТ 17216-2001.

При остаточному контролі якості промивання трубопровідних магістралей останні вважаються чистими, якщо чистота контрольованої рідини відповідає 8 класу по ОСТ1 00160-75.

Схема пневмогідравлічних з'єднань і загальний вигляд стенда представлені у додатку.

2.3.6 Позастендова 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. До стійок кріпляться тандери, які з'єднуються з кронштейнами на двигуні і служать для регулювання його положення при установці на майданчик (рис 2.9).

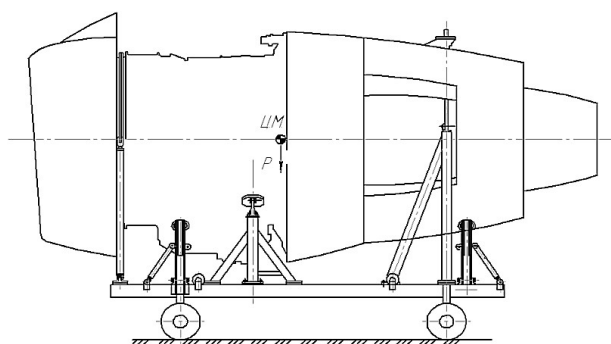


Рисунок 2.9 - Підставка на підкатних домкратах для двигуна Д-436-148

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 закріплений 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 мотогондולי наведена на рис. 2.10, а. Для навішування мотогондол двигунів застосовують спеціалізовані позиціонери чеської компанії HENNLICH (рис. 2.10, б, в).



а

б

в

Рисунок 2.10 - Схема автоматичного монтажу мотогондולי 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 невикористовано.

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 Φd – річний дійсний фонд роботи конвеєрної лінії стендового 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 стендового складання. Літак знаходиться на стенді 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 стенд. Робочі або бригади зі спеціальностей закріплюються за кожним стендом.

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

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

де $T_{вир}$ - трудомісткість одиниці виробу на потокової лінії;

$\Phi_{д.р.}$ - 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 поточковим 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 особливість 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 визначаються за формулою:

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

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 2.4 – 2.9:

Таблиця 2.4 - Кількість основних робітників ЦОС

№ з/п	Робочі місця	Річна трудомісткість, люд.·год	Ф _{д.р.} , год.	Кількість робітників		Розряд
				<i>Прозр</i>	<i>Прийн</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 2.5 – 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 2.6 – 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
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 2.7– Кількість МОП

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

Таблиця 2.8 – 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 2.9 – 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, контрольно-вимірювальними 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 ділянок. 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.

2.5.3 Аналіз системи якості

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 2.10.

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 2.10 – 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 БОТиЗ
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 БОТиЗ

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
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

2.5.4 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 ділянці 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 .

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. Треступеневий метод контролю - ефективний засіб для поліпшення умов праці, виконання правил техніки безпеки і промислової санітарії.

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

Літак Ан-148 призначений для пасажирських перевезень на регіональних і коротко-магістральних маршрутах до 3100 км завдовжки з можливістю базування на злітно-посадкових смугах зі штучним покриттям і підготовлених ґрунтових смугах, розташованих на висоті до 1500 метрів над рівнем моря, за будь-яких кліматичних умов (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 - Загальний вигляд літака Ан-148

Крейсерська швидкість польоту літака становить 780—850 км/год, а крейсерська висота польоту — до 12 200 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 виробу 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

A) вибір політики ціноутворення.

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.

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

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 запрошуються 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) - 29,20 грн (згідно п.8 Закону України «Про Державний бюджет України на 2020 рік»). За матеріалами переддипломної практики річна програма випуску літака Ан-148 $N_B=32$ шт.

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

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

Річна програма запуску літака у виробництво N_3 , шт. розраховується за формулою

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

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.

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 i розряду, $\text{МКС}_{III} = 1,4$; $\text{МКС}_{IV} = 1,65$; $\text{МКС}_{V} = 1,9$;

КВР_i – кількість робітників основного виробництва i розряду;

КВР – загальна кількість робітників основного виробництва.

Тоді $\text{СГС} = 29,20 \cdot \frac{(1,4 \cdot 29 + 1,65 \cdot 40 + 1,9 \cdot 30)}{99} = 48,25$ грн.

Основна заробітна плата складає $\text{ОЗПР} = 209\,712 \cdot 48,25 = 10\,118\,604,00$ грн.

Додаткова заробітна плата виробничих робітників визначається за форму-

лою

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

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

$$\text{Тоді ДЗПР} = 10118604,00 \cdot \frac{45}{100} = 4553371,80 \text{ грн.}$$

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{Тоді ЄСВПР} = (10118604,00 + 4553371,80) \cdot \frac{22}{100} = 3227834,68 \text{ грн.}$$

Сума постійних загальновиробничих витрат є нормативом від заробітної плати основних робітників визначається як ПоВ = 65% · ОЗПР = 65% · 10118604,00 = 6577092,60 грн.

Сума змінних загальновиробничих витрат є нормативом від заробітної плати основних робітників. Визначається як ПеВ = 80% · ОЗПР = 80% · 10118604,00 = 8094883,20 грн.

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

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

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

Тоді ВПВ = $(1299200,00 + 10118604,00) \cdot \frac{6}{100} = 685068,24$ грн.

Виробнича собівартість партії виробів становить $C_{\text{Вир}} = 1299200,00 - 22016,00 + 10118604,00 + 4553371,80 + 3227834,68 + 6577092,60 + 8094883,20 + 685068,24 = 34534038,52$ грн.

Виробнича собівартість одного виробу $СВ = \frac{C_{\text{Вир}}}{N_3} = \frac{34534038,52}{34} = 1015707,02$ грн.

Витрати на збут одного виробу визначаються як $ВЗБ = 5\% \cdot СВ = 5\% \cdot 1015707,02 = 50785,35$ грн.

Повна собівартість партії виробів визначається як $СВ_{\text{ПОВНА}} = N_3 \cdot (ВЗБ + СВ) = 34 \cdot (50785,35 + 1015707,02) = 36260740,58$ грн.

Повна собівартість робіт у ЦОС літака Ан-148 складає $СВ_{\text{ВИРОБУ}} = \frac{СВ_{\text{ПОВНА}}}{N_3} = \frac{36260740,58}{34} = 1066492,37$ 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	10118604,00
Додаткова зарплата виробничих робітників	ДЗПР	4553371,80
Нарахування до фонду ЄСВ на заробітну плату виробничих робітників	ЄСВПР	3227834,68
Постійні загальновиробничі витрати	ПоВ	6577092,60
Змінні загальновиробничі витрати	ПеВ	8094883,20
Витрати на підготовку виробництва	ВПВ	685068,24
Виробнича собівартість партії виробів	$C_{\text{Вир}}$	34534038,52
Виробнича собівартість одного виробу	СВ	1015707,02
Витрати на збут	ВЗБ	50785,35
Повна собівартість партії виробів	$СВ_{\text{ПОВНА}}$	36260740,58
Повна собівартість одного виробу	$СВ_{\text{ВИРОБУ}}$	1066492,37
Прибуток (в розмірі 20%)	П	213298,47
Ціна оптова одиниці продукції	$Ц_{\text{опт}}$	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 безбитковості – розмір

партії продукції, що випускається, при якій забезпечується «нульовий прибуток», тобто прибуток від продажу дорівнює витратам виробництва.

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

$$\text{РПоВ} = \text{ПоВ} + \text{ВЗБ} \cdot N_3, \quad (3.11)$$

Тоді РПоВ = 6577092,60 + 50785,35 · 34 = 8303794,50 грн.

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

$\text{ЗМВ} = \text{СВ} - \text{ПоВ} / N_B = 1015707,02 - 6577092,60 / 32 = 810172,88$ грн.

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

$$\text{РДР} = \text{СВ}_{\text{ВИРОБУ}} \cdot N_B, \quad (3.12)$$

Тоді РДР = 1066492,37 · 32 = 34127755,84 грн.

Розмір критичної програми РКП розраховуємо за формулою

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

Тоді РКП = $\frac{8303794,50}{1279790,84 - 810172,88} = 17,68 \approx 18$ вир. Річний кошторис ви-

трат на виробництво РВВ = СВ · $N_B = 1015707,02 \cdot 32 = 32502624,64$ грн.

Точка беззбитковості і критична програма наведена на рисунку 3.1.

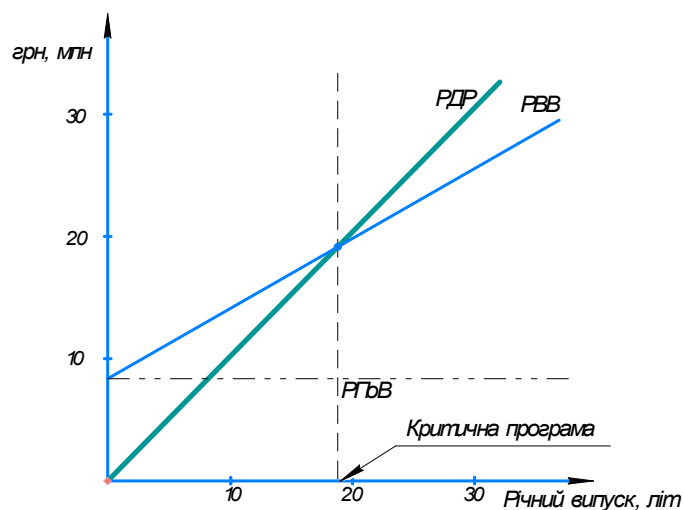


Рисунок 3.1 – Точка беззбитковості

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.

ВИСНОВКИ

1. В економічному розділі був проведений маркетинговий аналіз літака Ан-148 як об'єкта продажу, а також аналіз потенційного ринку збуту даного літака.

2. Розглянуті види рекламної діяльності для продажу даного літака, з яких найбільш ефективними є авіаційні салони провідних авіаційних країнах світу «Ле Бурже» (Франція) та Фарнборо (Великобританія). Досить ефективним є і національна авіаційна виставка «Авіасвіт» (м. Київ, ДП «Антонов»).

3. Був проведений розрахунок техніко-економічних показників цеху остаточного складання літака Ан-148, результатом яких є отримання виробничої собівартості, витрат на збут, величини повної собівартості робіт і суми прибутку. Ці показники важливі для сучасних ринкових умов економіки України та конкуренції в авіабудуванні.

4. Перевищення значення річної програми випуску ($N = 32$) над величиною точки беззбитковості ($PKП = 18$) свідчить про доцільність проектування виробництва і збуту літака середнього класу Ан-148.

СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

**СТЕНДИ СТИКУВАННЯ ВІДСІКІВ ФЮЗЕЛЯЖУ ЛІТАКА.
СУЧАСНІ МЕТОДИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ СКЛАДАННЯ**

4.1 Стенди стикування відсіків фюзеляжу літака

Залежно від стану поставки агрегатів літака на остаточне складання стикування агрегатів може здійснюватися за допомогою спеціальних стикувальних стендів або за допомогою стендових візків. Стикувальні стенди застосовуються в разі поставки агрегатів з неповною взаємозамінністю по сполучаємих елементах і необхідністю спільної оброблення стикових отворів.

Основними елементами стикувальних стендів є регульовані візки і домкрати, що дозволяють переміщати агрегати в будь-якому напрямку, і вимірювальні пристрої (індикаторні головки), що дозволяють проводити вимірювання за трьома взаємно перпендикулярними осями.

На всі агрегати планера при стапельному складанні наносяться реперні точки, які є фізичними носіями базових осей агрегатів. При стикуванні літака в стенді один з агрегатів (зазвичай фюзеляж або центральна секція фюзеляжу) встановлюється по реперних точках в робоче польотне положення і до цього агрегату, який приймається за базовий, послідовно приєднують всі інші агрегати.

Установка стикуємих агрегатів проводиться за допомогою візків і домкратів стенду шляхом поєднання з необхідною точністю реперних точок з вимірювальними пристроями стенду.

Після закріплення агрегатів здійснюється спільна обробка стикових отворів. При стикуванні літака з взаємозамінних агрегатів, агрегати встановлюються на стендові візки, поєднуються стикові отвори, встановлюються стикові болти, і агрегати автоматично займають правильне польотне положення. Після цього проводиться перевірка правильності установки агрегатів по реперних точок за допомогою оптичних приладів - нівелірів і теодолітів.

Обробні стенди представляють собою складні агрегатні верстати, оснащені свердлильними і фрезерними верстатами, копірами, кондукторами, підтримуючими та налаштовуваними пристроями.

Технологічний процес остаточного складання літака поділяють на такі основні етапи.

1. Попередня стикування агрегатів і нівелювання літака.
2. Монтажні роботи.
3. Стиковка агрегатів і остаточне складання.
4. Випробування систем літака.
5. Оздоблювальні роботи.

Попереднє стикування агрегатів виконують в разі, якщо деякі агрегати (відсіки фюзеляжу, площини крила, оперення) невзаємозамінні в силу конструктивних особливостей. Метою попередньої стикування є перевірка положення агрегатів відносно один одного; кріплення їх в зафіксованому положенні; спільне від-

працювання стикувальних отворів і вузлів. При попередньому стикуванні з'єднують агрегати або секції фюзеляжу, фюзеляж з центропланом і з гондолами двигунів, навішують шасі, пристиковують крило і оперення. Далі виконують нівелювання літака і знову все агрегати розстиковують для видалення сторонніх предметів і пилу, а також для попереднього фарбування відсіків і монтажу.

4.1.1 Стенд стикування відсіків фюзеляжу літака Ан-148

Стиковка відсіку фюзеляжу Ф2 з відсіками Ф1 і Ф3 літака Ан-148 виконується в стенді (рис. 4.1), в якому передбачені:

- рейковий шлях, на який встановлюються візки з рухомими ложементами і механізмами переміщення приєднуємого агрегату по осях X, Y, Z, встановленими по шпангоутам 10, 18, 34, 42;
- рухливий фіксатор за вузли навішування передньої стійки шасі шпангоута 6;
- рухливі фіксатори за вузли навішування основних стійок шасі шпангоуту 26;
- фіксатори по 1 і 2 лонжеронам ЦЧК по 3 нервюрі;
- фіксатори кільового роз'єму по шпангоуту 42, 45;
- штирі - фіксатори реперних точок на відсіках Ф1, Ф2, Ф3 для установки відсіків в нівелювальних положення згідно з кресленням;
- калібр для установки рейок;
- настили, драбини для виконання робіт по шп. 12 та 31.



Рисунок 4.1 - Стенд стикування відсіку фюзеляжу Ф2 з відсіками Ф1 та Ф3

Агрегати, що надходять в стенд стикування:

- відсік Ф1;
- відсік Ф2 з встановленим центропланом, зализами та обтікачами шасі;
- відсік Ф3;

- шп. 31 встановлений з стикувальною стрічкою і обшивками фюзеляжу на технологічному кріпленні;
- стрінгер 7 лівий і правий, 7 ... 17, 17 ... 27, 27 лівий і правий;
- стрічки стикувальні;
- гнутики, компенсатори, книці, балки, фітинги, прокладки, накладки, стикувальні накладки.

4.1.2 Порядок складання відсіків фюзеляжу Ф1, Ф2 і Ф3 в стенді

Перед стикуванням відсіки Ф1 і Ф2 закріплені таким чином:

- відсік Ф1 до візка стенду по вузлах навішування переднього шасі (шпангоут 6) і ложементів № 1 по шпангоуту 10;
- відсік Ф2 до візка стенду по вузлах навішування основного шасі (шп. 26) і ложементів № 2 по шпангоуту 18 і фіксаторами стенду по 1 і 2 лонжеронам центроплана.

Перед стикуванням відсік Ф3 закріплений наступним чином:

- відсік Ф3 зафіксований на ложементі по шпангоуту 34 і фіксаторах по 42 та 45 шпангоутам кільового роз'єму. Ложемент по шпангоуту 42 є страхувальним. Відсік Ф2 знаходиться в нівелювальних положенні.

Порядок складання:

1. Виставити відсік Ф1 і Ф2 в нівелювальних положення, згідно з кресленням, витримавши поперечний зазор між обшивками 4 ± 2 мм.
2. Контролювати вписуваність контуру обшивок Ф1 в контур обшивок Ф2.
3. Розмітити місця установок стрічок стикувальних, прокладок, гнупиків між стрінгерами (17 лів., 17 прав.) низ, (стрінг. 17 ... 27) лівий, (стрінг. 12 ... 27) правий, (стрінг. 27 прав., 27 лів.). Свердлими отвори діаметром 3 мм під технологічний кріплення в гнутиках, стрічках стикувальних, прокладках, стрінгерах, обшивці кроком згідно з кресленнями та інструкції.
4. Розмітити місця установки балок, фітингів між шпангоутами 11 і 12. Провести свердління, зенкування, розгортання отворів в балках, фітингах спільно з балками каркасу полу. Встановити заклепки і болти.
5. Розмітити вісь шпангоута 12 і вісь стрінгерів на обшивці фюзеляжу. Провести контроль зовнішнього контуру шпангоута 12 згідно з інструкцією.
6. Зняти технологічне кріплення по стику шпангоута 31 зі стикувальними стрічками, обшивками. Зняти шпангоут і стикувальні стрічки.
7. Виставити відсік Ф3 в нівелювальне становище із забезпеченням поперечного зазору між обшивками Ф2 і Ф3 4 ± 2 мм згідно з кресленням.
8. Контролювати вписуваність контуру обшивок Ф3 в контур обшивок Ф2. Допустимі величини сходинок між обшивками не повинні перевищувати 1мм згідно з інструкцією.

9. Встановити шпангоут 31 зі стикувальними стрічками і обшивками на технологічне кріплення.

10. Розмітити місця установки гнутиків, куточка, книці, прокладок між стрінгерами 7 лів. - 7 прав. Свердлими отвори діаметром 3 мм під технологічне кріплення в гнутиках, стрінгерах, стрічці стикувальній, кницях, куточках, клапані дренажному і обшивці, встановити технологічне кріплення з кроком відповідно до інструкції на виконання клеєклепаних з'єднань.

11. Розмітити місця установки гнутиків, накладок стикувальних, книць між стрінгерами 7-17 бік. Свердлими отвори діаметром 3 мм під технологічний кріплення в гнутиках, стрічках стикувальних, кницях, хустках і обшивці, встановити технологічний кріплення з кроком відповідно до інструкції на виконання клеєклепаних з'єднань.

12. Розмітити місця установки гнутиків, накладок, книць, між стрінгерами (стрінг. 17-27). Свердлими отвори діаметром 3 мм під технологічне кріплення в гнутиках, стрічках стикувальних, прокладках, компенсаторах шпангоута 31 і обшивці, встановити технологічне кріплення з кроком відповідно до інструкції клеєклепаних з'єднань.

13. Розмітити місця установки гнутиків, накладки стикувальній, книці між стрінгерами 27-41 прав. і лев.). Свердлими отвори діаметром 3 мм під технологічний кріплення в гнутиках, стрічках стикувальних, кницями, накладках, і обшивці, встановити технологічний кріплення з кроком відповідно до інструкції на виконання клеєклепаних з'єднань.

14. Провести перевірку прилягання стрічок стикувальних до обшивки Ф1 і Ф2 в районі шпангоута 12, стрічок стикувальних до обшивки Ф2 і Ф3 в районі шпангоута 31. Допустимі зазори між стрічками стикувальними і обшивками не більше 0,15 мм.

15. По черзі зняти технологічний кріплення (операції 3, 6, 9, 10, 11, 12, 13), стрічок стикувальних, гнутиків, шпангоутів, куточків, книць, накладок.

16. Підготувати поверхню деталей під клеєклепку. Нанести клей ВК - 9 на стрічки стикувальні і обшивки фюзеляжу по шпангоутам 12 і 31. Контролювати згідно з кресленнями та інструкцією.

17. Провести збірку і контроль стрічок стикувальних з обшивками, гнутиками і іншими деталями по шпангоутам 12 і 31 технологічним кріпленням із затягуванням кріплення до повного витискування надлишків клею ВК 9 з підтяжкою (два - три рази) через 10 - 15 мнуть згідно з інструкцією.

18. Після полімеризації клею ВК - 9 призвести свердління і контроль отворів під заклепки в гнутиках, стрічках стикувальних, стрінгерах, компенсаторах, шпангоуті 31, обшивці, зенькування гнізд під заклепки в обшивці згідно з кресленнями та інструкцією.

19. Провести клепку, клеєклепку і контроль стрічок, гнутиків, компенсаторів, шпангоутів з обшивками згідно з кресленнями та інструкціями.

20. Зняти технологічний кріплення, встановлений згідно з пунктом 17 по шпангоутам 12,31 і повторити операції 18,19.

21. Розмітити місця установки балки, кронштейнів, стійок, накладок на шпангоуті 31. Провести свердління отворів в балці, кронштейнах, накладках спільно зі шпангоутом 31. Установити заклепки згідно з кресленням та інструкціями.

22. Свердлимо отвори під заклепки під металізацію. Встановити заклепки згідно з кресленнями та інструкціями.

23. Провести свердління отворів під заклепки в стрингерах з обшивками в районі шпангоутів 12, 31. Установити заклепки згідно з кресленнями та інструкціями.

24. Зняти технологічні розпірки з відсіків Ф1, Ф2, Ф3.

25. Розмітити вісь шпангоута 31 і осі стрингерів на обшивці фюзеляжу і провести контроль зовнішнього контуру шпангоута 31 згідно з інструкцією.

26. Провести покриття ґрунтовкою головок заклепок після клепки згідно з кресленнями.

27. Провести поверхневу герметизацію і контроль стиків згідно з кресленнями та інструкціями.

28. Провести контроль якості виконання клепаних і болтових з'єднань згідно з кресленнями та інструкціями.

4.1.3 Автоматизований стенд стикування секцій фюзеляжу

Автоматичний стенд виробництва фірми «Brotje» для стикування відсіків фюзеляжу транспортного літака А400М показаний на рис. 4.2.

Сучасні комп'ютерні технології системи автоматизованого проектування **CAD/CAM** (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing проектування і виробництво з використанням комп'ютера) спільно з мережевими технологіями згенерували нову стратегію розвитку промислового виробництва в цілому - стратегію комп'ютер інтегрованого виробництва **CIM** (Computer Integrated Manufacturing), успішно реалізовану нині багатьма зарубіжними промисловими компаніями.

Особливо ефективно реалізація стратегії проявляє себе на пре-підприємствах авіаційно-космічного та машинобудівного комплексу, яким притаманні значні обсяги проектно-конструкторських і контрольовано-випробувальних робіт.

Стратегія **CIM** дозволяє також ефективно використовувати автоматичне обладнання для стикування просторово-рознесених об'єктів, в тому числі і таких, як крило і фюзеляж літака (рис. 4.3).



а



б



в

Рисунок 4.2 - Автоматичний стенд стикування відсіків фюзеляжу:
а, б - підготовка стенду до стикування; в – з'єднання частин фюзеляжу за до-
могою стенду



Рисунок 4.3 - Автоматичний стенд стикування фюзеляжу і крила А400М

Автоматичний стенд стикування відсіків фюзеляжу пасажирського магістрального літака «Сухой СуперДжет-100» введено в експлуатацію в цеху Комсомольського-на-Амурі авіаційного виробничого об'єднання імені Ю.Гагаріна (рис. 4.4).



а



б

Рисунок 4.4 - Автоматизована стикування відсіків фюзеляжу в стенді:
а - установка відсіків фюзеляжу; б - підготовка стенду до стикування

Особливість цього стенду - спрощення процесу нівелювання відсіків фюзеляжу. Якщо раніше на виставлення тільки одного відсіку літака «Сухой Суперджет-100» в так звану «лінію польоту» було потрібно два - три дні, а таких відсіків в фюзеляжі - п'ять, то тепер всю операцію з усіма відсіками фюзеляжу комп'ютер виконує за один день. Контроль зусилля стикування виключає будь-які пошкодження конструкції.

Зібраний фюзеляж та площини крила встановлюють на опорні колони, вирівнюють за допомогою лазерної системи вимірювань і автоматично позиціонують в положення стикування (рис. 4.5).



Рисунок 4.5 - Автоматичний стенд стикування фюзеляжу і крила СС100

Всіма діями стенду стикування з пульта управління керують два оператори. Співробітники, які обслуговують нову технологічну лінію стикування, пройшли навчання у фахівців фірми «Вротје» і мають відповідні сертифікати на експлуатацію цього обладнання.

4.2 Сучасні методи автоматизації процесів складання

В даний час літаки проектують з урахуванням високих вимог надійності, безпеки, надзвичайно жорстких умов експлуатації, підвищеного ресурсу, комфортності. Інтегрована якість ЛА, яка визначається параметрами експлуатаційних, ресурсних та економічних показників, багато в чому залежить від технології та організації виготовлення деталей і складання ЛА. Одним з головних елементів виробничого процесу виготовлення ЛА слід вважати складальне виробництво.

Складально-монтажні роботи (СМР) характеризуються постійно зростаючою складністю робіт, порівняно невисоким рівнем механізації технологічних операцій, високими затратами, низьким рівнем продуктивності і, як наслідок, великою трудомісткістю і собівартістю продукції.

Механізації та автоматизації схильні тільки ті операції і переходи складально-монтажного процесу, які носять масовий характер: свердління і оброблення отворів; постановка кріпильних елементів (клепка заклепок, установка болтів, заклепок, закручування болтів, гвинтів, гайок); зварювання, склеювання, запресовка, розвальцьовування. Отже, питання вдосконалення технології СМР в літакобудуванні є надзвичайно актуальними, так як вони в кінцевому підсумку визначають ефективність всього технологічного циклу виробництва ЛА.

Розвитку і вдосконаленню піддаються всі операції технологічного процесу складання: базування, закріплення (фіксація) в заданому положенні, створення роз'ємних та нероз'ємних з'єднань.

До основних тенденцій розвитку технологій СМР можна віднести наступні:

1. Перехід на гнучкі портативні системи позиціонування робочих органів технологічних систем.
2. Використання переналагоджуваної складальної оснастки замість спеціальної.
3. Застосування гнучких гібридних роботів.
4. Перехід на електричні виконавчі органи систем постановки кріпильних елементів (КЕ).

4.2.1 Гнучкі портативні системи позиціонування

Гнучка портативна рейкова система позиціонування Flex Mini Track розроблена компанією Boeing. Система складається з вакуумних рейок різної довжини; двох координатної каретки з ЧПК; додаткових рейок, перпендикулярних до вакуумних рейок; робочого органу для виконання різних функцій. Процес свердління отворів поперечного стику відсіків фюзеляжу з використанням системи Flex Mini Track показаний на рис. 4.6.



Рисунок 4.6 - Використання системи Flex Mini Track для свердління отворів стику відсіків фюзеляжу

Ось X системи матеріалізується за рахунок гнучкого рейки з вакуумними присосками, що приєднується безпосередньо до складальної одиниці паралельно кріпильному шву. Позиціонуєма каретка їздить уздовж осі X і позиціонує іншу рейку по осі Y. В залежності від контуру деталі позиціонуєма каретка може бути плоскою або зігнутою. На рейці по осі Y встановлено швидкозмінний інтерфейс, який допускає застосування різних робочих органів.

На кінцях рейок встановлені обмежувачі, які запобігають можливий з'їм з рейок каретки і робочого органу. Каретка складається з базисної плити, на якій встановлені моторні установки і інші компоненти. Моторні установки по осі X і Y подібні за конструкцією і складаються з серводвигунів, приєднаних через планетарні редуктори до провідної шестірні. Електронна частина системи складається з багатокоординатного контролера, мікропроцесора для управління призначеним для користувача інтерфейсом і системи з підвісним пультом для взаємодії з оператором.

4.2.2 Використання переналаджуваної складальної оснастки

Один з найбільш тривалих і відповідальних етапів підготовки виробництва на авіабудівних підприємствах - технологічна підготовка складального виробництва. Вона включає виготовлення, монтаж і обслуговування складальної оснастки, яка забезпечує задану точність складання виробу.

Точність виконання баз в складальній оснастці визначається на двох етапах технологічної підготовки виробництва:

- виготовлення базуючих елементів конструкції складальної оснастки;
- монтаж базуючих елементів на каркасі складальної оснастки.

Автоматизоване вимір просторових координат елементів, які монтує складальної оснастки виконується, наприклад, за допомогою лазерного трекера. При цьому на багатьох підприємствах авіаційної промисловості позиціонування виконується вручну за допомогою домкратних гвинтів, каліброваних прокладок і т.п. Процес без еталонного монтажу складальної оснастки за даною технологією

є досить трудомістким, оскільки засоби позиціонування не автоматизовані, і позиціонування виконується вручну за невизначене число ітерацій. Для підвищення ефективності технологічної підготовки складального виробництва виконується розробка і впровадження комплексу автоматизованого монтажу переналаджуваної складальної оснастки.

Першоджерелом даних є об'ємна електронна модель складальної оснастки, виконана в CAD-системі, наприклад, в NX (рис. 4.7).

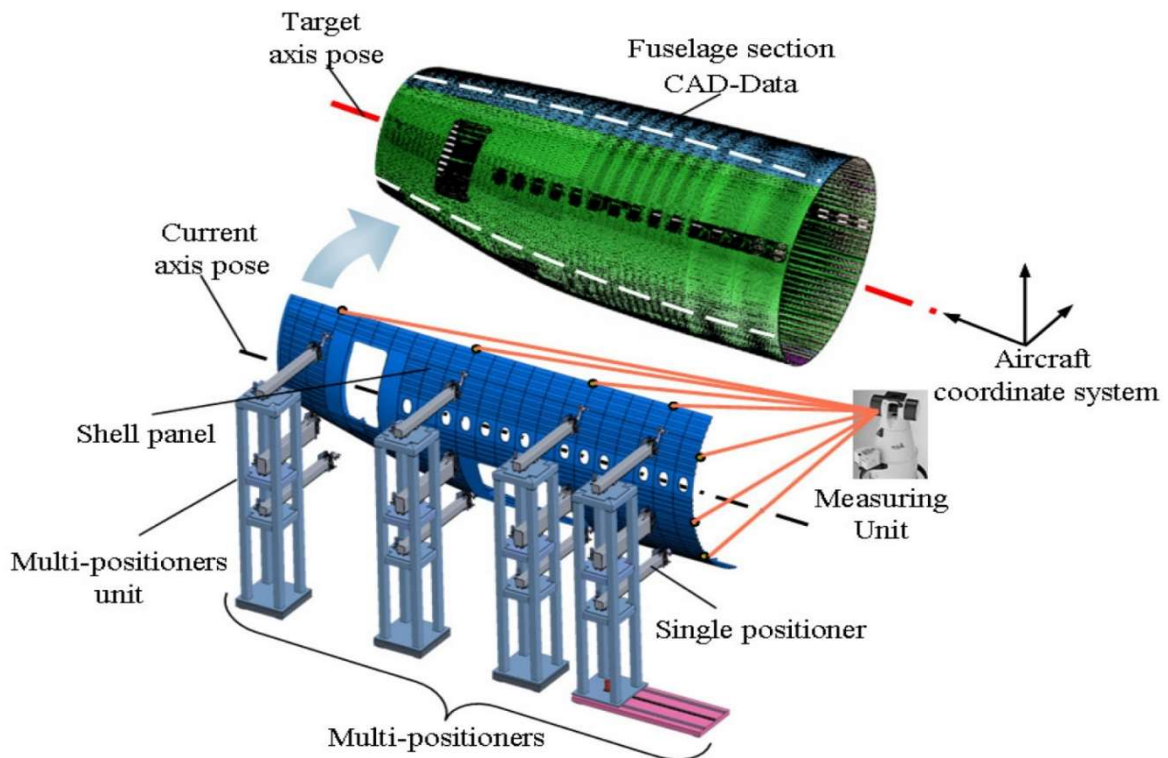


Рисунок 4.7 - Об'ємна електронна модель складальної оснастки

На її основі створюється цифрова модель складальної оснастки у вигляді сукупності базових точок конструктивних елементів в такій системі координат, яку можна відтворити в цеховому просторі за допомогою системи координатних вимірювань.

Спеціалізоване програмне забезпечення для управління приводом, який виконує просторове переміщення в процесі монтажу, забезпечує спрямований і точний монтаж оснащення (рис. 4.8, 4.9).

В сучасних умовах на підприємствах авіаційної промисловості застосовується технологія без еталонного монтажу складальної оснастки. Дана технологія передбачає позиціонування елементів конструкції складальної оснастки за координатами на основі даних електронної моделі.

Для її реалізації необхідна наявність трьох компонентів:

- електронній моделі конструкції складальної оснастки - джерела даних для виконання позиціонування елементів складальної оснастки за координатами їх базових точок;

- засоби вимірювання координат - для визначення фактичних координат базових точок монтуємих конструкцій і порівняння їх з номінальними значеннями, заданими в електронній координатній моделі;

- засоби позиціонування - для виконання переміщення та орієнтації в просторі, що монтується елемента конструкції по заданих координатам.

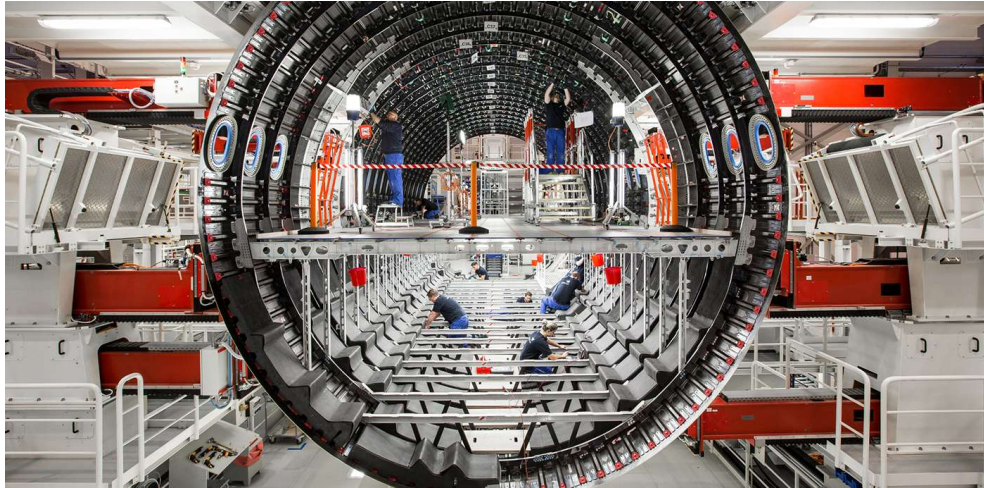


Рисунок 4.8 - Рухливі консолі з ЧПК для фіксації рубильників стапеля

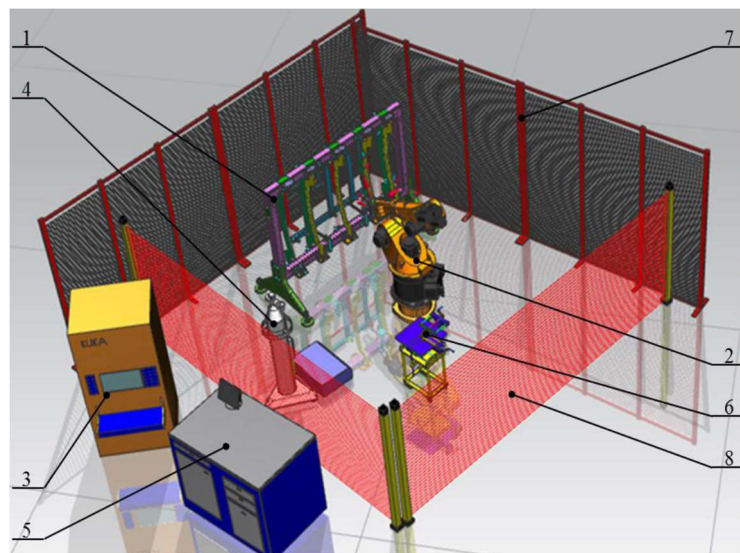


Рисунок 4.9 - Компонування комплексу автоматизованого монтажу:
 1 - вмонтовується складальна оснащення; 2 - промисловий робот; 3 - контролер робота; 4 - лазерний трекер; 5 - стіл оператора; 6 - магазин подачі деталей; 7 - жорстке огородження; 8 - фоторелейний бар'єр

4.2.3 Гнучкі гібридні роботи (Snake-Arm Robots)

Гібридний робот здатний замінити збирача при виконанні СМР в умовах обмеженого простору і місцях з обмеженим підходом. Snake-Arm Robot - це робот з великою кількістю незалежно контрольованих ступенів свободи (рис. 4.10, а). В основу покладено велику кількість гнучких сегментів, які можуть незалежно управлятися шляхом додавання моменту до кінця кожного сегмента. Це здійснюється трьома тягами, розташованими під кутом 120° один до одного всередині кожного сегмента.

Контролем довжини тяг досягається вигин сегмента (рис. 4.10, б). Кожен сегмент має два ступені свободи - кривизну і площину вигину.

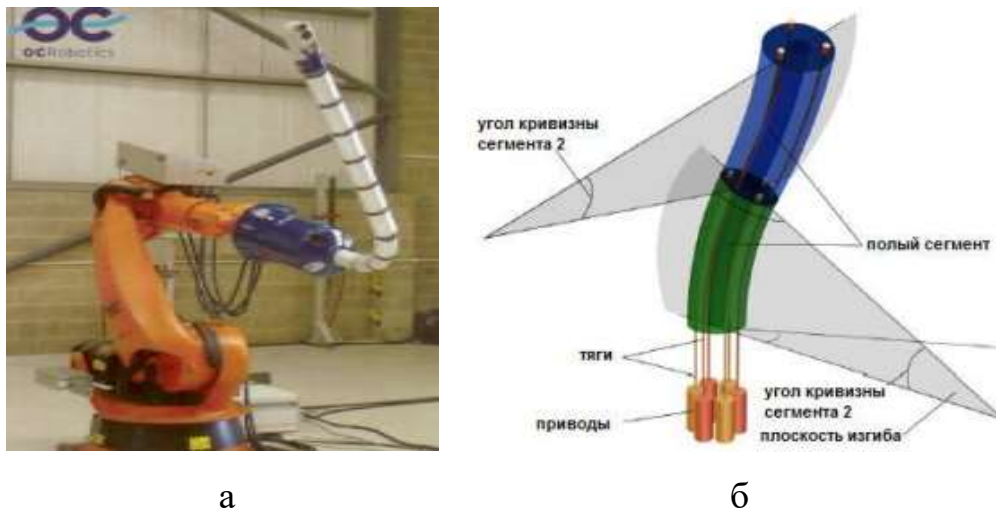


Рисунок 4.10 - Загальний вигляд робота зі змієподібної рукою (Snake-Arm)

Жорсткість циліндричного сегмента може бути обрана залежно від розглянутої задачі. Конструкція сегментів безпосередньо впливає на характеристики руки. Довжина кожної тяги регулюється індивідуальним двигуном. Ці двигуни згруповані разом і розташовані в підставі руки, в блоці приводів. Діаметр робочого органу повинен бути менше діаметра руки або дорівнюватися йому, оптимальною є довжина не більше 1,5 діаметра руки.

На даному роботі можуть застосовуватися такі робочі органи:

1. Контролюючий робочий орган (рис. 4.11, а), який містить кілька камер з різними функціями для того, щоб забезпечити адекватний контроль всіх зон кесона крила, і ліхтарі для забезпечення необхідної яскравості освітлення.
2. Робочий орган, наприклад, клепальний (рис. 4.11, б).
3. Герметизуючий робочий орган (рис. 4.11, в). Даний інструмент включає в себе картридж стандартного розміру з герметиком і носиком, камери для автоматичної орієнтації по шву.

За допомогою промислових роботів на агрегатно-складальному виробництві (АСВ) може виконуватися повний цикл складальних операцій:

- позиціонування складаної конструкції або агрегату;
- оброблення отворів (свердління і зенкування);
- подача кріпильного елемента;
- нанесення герметика;
- установка кріпильного елемента;
- затягування кріпильного елемента;
- розфіксацію і переміщення складеної конструкції або агрегату;
- повернення на початок циклу.

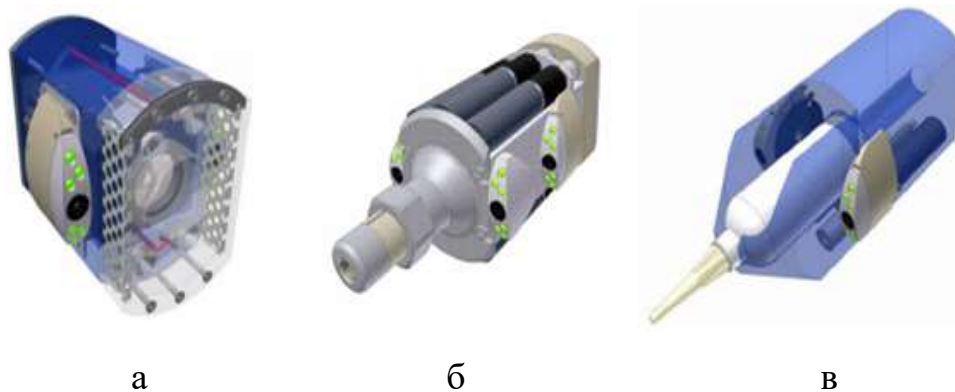


Рисунок 4.11- Робочі органи змієподібної руки (Snake-Arm)

Роботизовані складальні ділянки RACE (рис. 4.12):

- інтегрованого складання обшивок ІРАС (рис. 4.13);
- складання панелей МРАС (рис. 4.14);
- вертикального складання ВРАС (рис. 4.15);
- з С-подібної скобою СРАС (рис. 4.16);
- інтегрованого складання відсіків ІСАС (рис. 4.17);
- складання оперення WРАС (рис.4.18);
- остаточного складання ІААС (рис.4.19).

Роботизовані складальні ділянки складаються з наступних основних компонентів (рис. 4.20):

- стандартна шарнірна роботизована система;
- пакет високоточної системи позиціонування;
- система переміщення по робочій зоні XRail;
- система однозадачності, що дозволяє виробляти свердління і зенкування за один перехід;



Рисунок 4.12 Складальна ділянка RАСЕ



Рисунок 4.13 Ділянка обшивок ІРАС



Рисунок 4.14 Ділянка панелей МРАС

Рисунок 4.15 Вертикальне складання
ВРАС

Рисунок 4.16 С-подібна скоба СРАС



Рисунок 4.17 Складання відсіків ІSAC



Рисунок 4.18 Свердильний блок WPCB Рисунок 4.19 Остаточне складання ІАС

- станції позмінної роботи RACE для зниження часу простою через установку, переналадження і настройки. Крім того, RACE оснащений вакуумною системою видалення композитного пилу, модулем автоматизованої зміни ріжучого інструменту і обладнанням для забезпечення безпеки, включаючи огорожі і світлові ліхтарі.

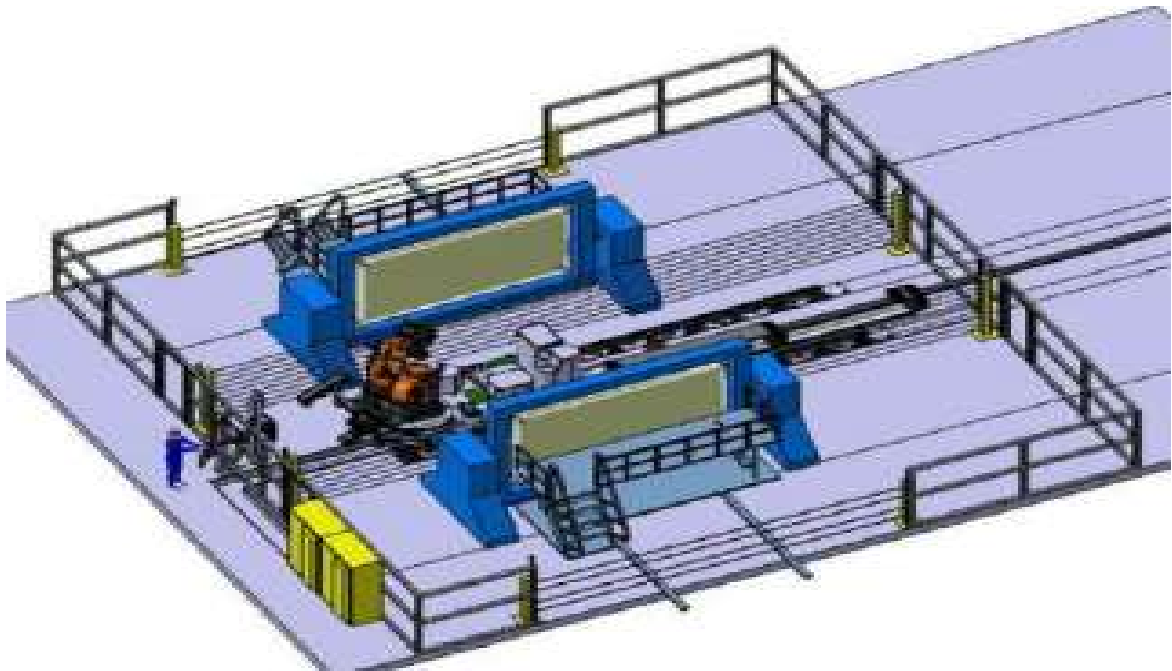


Рисунок 4.20 Розміщення роботизованої складальної ділянки RACE

Сучасні складальні системи засновані на принципах бережливого виробництва. Стандартні роботи мають абсолютну точність позиціонування $\pm 2,5$ мм і однозначність позиціонування $\pm 0,05$ мм. В аерокосмічній промисловості зазвичай потрібно абсолютна точність позиціонування $\pm 0,3$ мм, однозначність позиціонування $\pm 0,05$ мм, а також можливість автономного позиціонування в прямокутній системі координат.

Для виконання даних вимог по точності позиціонування стандартні роботи оснащуються пакетами для калібрування із застосуванням компенсаційних методів вимірювань.

Цей пакет повинен забезпечувати абсолютну точність позиціонування $\pm 0,3$ мм без використання зовнішніх вимірювальних пристроїв (таких як лазерні трекари). Пакет включає в себе систему калібрування робота і використовує в основному три компенсаційних методи вимірювань. Він інтегрований в систему управління ділянкою Cell-Control. Установка пакета проводиться один раз при введенні RACE в експлуатацію. Зовнішні вимірювальні пристрої не потрібні.

Сутність процесу калібрування з використанням компенсаційних методів вимірювань:

- Калібрування - ідентифікація реальної геометрії робота для підвищення точності.
- Метод компенсації тиску - компенсація динамічних впливів в гідروпневматичній системі для вирівнювання тиску.
- Метод координатної сітки - в робочій зоні робота будується координатна сітка для досягнення максимальної точності позиціонування.
- Метод компенсації температурної похибки - передбачає розрахунок температурних впливів для довгострокової стабільності системи.

З інтеграцією пакета для калібрування в систему управління Cell-Control, стандартний робот стає системою, яка задовольняє вимогам аерокосмічної промисловості. Такий робот після легкої автоматизації являє собою економічно рентабельну систему позиціонування, яку можна успішно застосовувати у виробництві.

Система позиціонування RACE складається з стандартного шарнірного робота, встановленого на рейках для збільшення охоплення робочої зони. Захоплюючи простір також збільшується на величину довжини руки-маніпулятора. Достатня жорсткість корпусу робота повинна зводити до мінімуму негативний вплив на точність позиціонування, а вага маніпулятора є додатковим критерієм при виборі робота. Інтегрована система переміщення по робочій зоні X-Rail працює в якості сьомої осі (рис. 4.21).



Рисунок 4.21 - Система переміщення по робочій зоні X-Rail

Зміна робота RACE на двох паралельних станціях не тільки скорочує час простою через встановлення, переналагодження та налаштування, але і вимагає вживання додаткових заходів щодо дотримання правил техніки безпеки. Тому робоча зона з роботом оточена огорожею по всьому периметру. Масштабна система - установка для підйому робота. Система позиціонування повинна задовольняти сучасним вимогам, проте також повинна існувати можливість інтеграції нових продуктів в майбутньому. Тому конструкція систем проектується з використанням масштабного підходу. Система переміщення X-Rail розроблена для збільшення простору робочої зони.

RACE призначений для складання деталей і агрегатів літакових конструкцій складаються з КМУ і змішаних пакетів матеріалів, що містять КМУ, титанові і алюмінієві сплави. У зв'язку з особливими вимогами, що пред'являються до змішаних пакетів, потрібна висока швидкість обертання шпинделя і оснащення RACE пристроєм подачі мастила через канали в ріжучому інструменті.

Система однозадачності виконує чотири функції:

- свердління і зенкування;
- автоматичне вимірювання товщини пакета;
- однозначне визначення місця розташування конструкції;
- сенсор для перпендикулярного позиціонування системи.

Пристрої для виконання перших двох функцій розташовані на руці-маніпуляторі, встановленої на опорній рамі. Під час виконання циклу свердління і зенкування обробляема конструкція фіксується притискною лапою. Третя функція - визначення положення реперних точок - представлена лінійкою лазерних сенсорів, які встановлені в районі притискної лапи. Вони є другою найважливішою ланкою в системі контролю. Устаткування для перпендикулярного позиціонування тримає набір лазерних сенсорів, розміщених навколо притискної лапи.

Рука - маніпулятор робота (рис. 4.22) складається з наступних основних компонентів:

- опорна рама;
- притискна лапа з зусиллям затиску 200-3000 Н пневмопривідна;
- блок шпинделя з обертовим моментом 5 Нм; швидкість обертання шпинделя: 250 - 18000 1/хв; тип кріплення ріжучого інструменту: цанговий - HSK 32E; можливість подачі мастила через канали в ріжучому інструменті;
- блок подачі ріжучого інструменту зі швидкістю подачі 0 - 2500 мм/хв; точність зенкування $\pm 0,015$ мм;
- сенсор вимірювання товщини пакета з точністю $\pm 0,2$ мм;
- система стружко - і пиловидалення.

Рука-маніпулятор оснащується приводними пристроями, що використовують електричні або пневматичні приводи.

Системи управління рукою-маніпулятором мають кілька функцій і можливостей, спрямованих на задоволення вимог до оброблення змішаних пакетів.

Найбільш важливою функцією є здатність програмування певних режимів обробки (швидкість подачі ріжучого інструменту, швидкість обертання шпинделя і подача мастила), які змінюються в залежності від матеріалу кожного конкретного шару.

Вільно налаштовується мікровібраційна «ключача» подача забезпечує досягнення оптимальної якості отворів в змішаних пакетах матеріалів. Здатність програмування певних режимів обробки в комбінації з функцією ключачої подачі дозволяє розсвердлювати пакети матеріалів, що складаються з шарів різних матеріалів, одночасно з зенковкой.



Рисунок 4.22 - Типовий вид маніпулятора

Дотримання допусків на збірку вимагає однозначного визначення положення літакових деталей. Для цього лазерні сенсори, розташовані на руці маніпулятора, задають однозначне становище основних елементів, таких як заклепки, отвори і габаритні розміри конструкції. Результат вимірювання використовується для автоматизованого розпізнавання розмірів конструкції в системі координат.

Також є можливість інтерполювати між двома вимірюваними параметрами для визначення правильної дистанції в заданій області.

Роботизована складальна ділянка (рис. 4.23) є повністю програмованою системою. Всі дії задаються, виконуються і контролюються з операторського пульта. Це, наприклад, дозволяє проводити контроль над точністю операції зенкування без зупинки виробничого процесу. Оператор здійснює управління ділянкою за допомогою системи управління Cell-Control, яка встановлюється на ПК. Крім функції візуалізації, система управління Cell-Control містить пристрій ЧПУ і пакет калібрування для точного позиціонування робота.

Пристрій ЧПК дозволяє генерувати тривимірні моделі деталей і креслення. Така система дозволяє оператору швидко дозавантажувати необхідні для робочого процесу компоненти.

Роботизовані складальні системи RACE відповідають високим вимогам до гнучкості, економічності і автоматизації виробництва.

Вони здатні ефективно виконувати повний цикл складальних операцій, в тому числі і конструкцій з ПКМ і змішаних пакетів, що містять ПКМ, а так само титанові і алюмінієві сплави:

- позиціонування збирається конструкції або агрегату;
- оброблення отворів (свердління і зенкування);
- подача кріпильного елемента;
- нанесення герметика;
- установка кріпильного елемента;
- затягування кріпильного елемента;
- розфіксацію і переміщення зібраної конструкції або агрегату;
- повернення на початок циклу.



Рисунок 4.23 Приклад роботизованої складальної системи

Ефективне впровадження промислових роботів є основою для патентних досліджень і розробок, серйозних конкурентних переваг і значного економічного

і виробничого виграшу. Застосування промислових роботів виводить технологію складання деталей і агрегатів літакових конструкцій на принципово новий рівень.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Гребеников А.Г. Методология интегрированного проектирования и моделирования сборных самолетных конструкций / А. Г. Гребеников. – Х: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2006. – 532 с.
2. Конструкция самолетов и вертолетов: учебник / В. С. Кривцов, Л. А. Малашенко, С. В. Трубаев. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2010. – 366 с.
3. Чернышев А. В. Технология монтажа, обработки, испытаний и контроля бортовых систем летательных аппаратов. Учебное пособие для авиационных вузов. М.: Машиностроение, 1977. - 334 с.
4. Рекомендации по технологичности самолётных конструкций / Колл. авторов; под ред. С. М. Лещенко. М.: НИАТ, 1972. – 683 с.
5. Современные технологии авиастроения / Коллектив авторов; Под ред. А. Г. Братухина, Ю. Л. Иванова. – М.: Машиностроение, 1999. – 832 с.
6. 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. аэрокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2017. – 64 с.
7. Букин Ю.М., Воробьев Ю.А. Технология производства самолетов и вертолетов. Сборочно-монтажные и испытательные работы в самолето- и вертолетостроении: Консп. лекций. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2001. – 178 с.
8. Розрахунок економічних показників машинобудівного підприємства: навч. посіб./ Т. Ю.Павленко, Я. В.Сафронов, В. С. Купріянова та ін.. – Харків :Нац. аэрокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіац. ін.-т». 2017. - 32с.
9. Порядок оформлення 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.
10. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Ан-148> [Текст] електронне джерело.
11. <https://ukroboronprom.com.ua/design/files/galuzeva-ugoda2020.pdf> [Текст] електронне джерело.
12. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/294-20#Text> [Текст] електронне джерело.