

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Інститут аерокосмічних технологій**

**Кафедра авіа- та ракетобудування**

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Володимир КАБАНЯЧИЙ

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Дипломний проєкт  
на здобуття ступеня бакалавра  
за освітньо-професійною програмою «Літаки і вертольоти»  
спеціальності 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»  
на тему» «Складання панелей відсіку крила середнього літака»**

Виконав (ла):

студент (ка) IV курсу, групи ВЛ-зп81

Шкаровський Сергій Костянтинівич \_\_\_\_\_

Керівник:

асистент каф. АРБ

Толстой Сергій Анатолійович \_\_\_\_\_

Рецензент:

Старший викладач, кандидат технічних наук

Камелін Анатолій Борисович \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інститут аерокосмічних технологій

Кафедра авіа- та ракетобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

Освітньо-професійна програма «Літаки і вертольоти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Володимир КАБАНЯЧИЙ

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

на дипломний проєкт студенту

Шкаровському Сергію Костянтиновичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема проєкту** «Складання панелей відсіку крила середнього літака», керівник проєкту Толстой Сергій Анатолійович, асистент кафедри АРБ, затверджені наказом по університету від «23» квітня 2021 р. № 1064-С

**2. Термін подання** студентом проєкту 07 червня 2021 р.

**3. Вихідні дані до проєкту:** \_\_\_\_\_

*3.1. Конструкція панелі – суцільнометалева.*

*3.2. Об'єкт установки – літаки сімейства Ан-26.*

*3.3. Програма випуску – до 200 комплектів/рік.*

*3.4. Напрямки вдосконалення технології механізація та автоматизація операцій виконання з'єднань.*

*3.5. Очікуване підвищення продуктивності праці – 15...20%.*

**4. Зміст пояснювальної записки:** \_\_\_\_\_

*4.1. Стан проблеми та напрямки її розвитку.*

*4.2. Розрахунково-аналітична частина.*

*4.3. Конструкторська частина*

*4.4. Технологічна частина.*

**5. Перелік графічного (ілюстраційного) матеріалу** (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо):

*5.1. Складальне креслення хвостової панелі середньої частини крила літака Ан-26-100.*

*5.2. Схема складання та ув'язки хвостової панелі середньої частини крила.*

*5.3. Цикловий графік складання хвостової панелі середньої частини крила.*

*5.4. План та компонування виробничої ділянки складання хвостової панелі середньої частини \_\_\_\_\_ крила.*

## 6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: \_\_\_\_\_ 1 лютого 2021 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1.	<i>Пошук та систематизація вихідних даних для виконання проєкту</i>	<i>до 12.02.2021 р.</i>	
2.	<i>Укрупнений порівняльний аналіз основних конструкторсько-технологічних параметрів об'єкта і його аналогів</i>	<i>до 19.02.2021 р.</i>	
3.	<i>Обґрунтування та розробка пропозицій щодо вдосконалення основних конструкторсько-технологічних параметрів об'єкта</i>	<i>до 26.02.2021 р.</i>	
4.	<i>Оцінювання виробничої технологічності конструкції об'єкта за якісними критеріями</i>	<i>до 05.03.2021 р.</i>	
5.	<i>Розробка пропозицій щодо підвищення рівня виробничої технологічності конструкції та розробка уточненої конструкторської документації на об'єкт</i>	<i>до 17.03.2021 р.</i>	
6.	<i>Визначення і обґрунтування методів базування та забезпечення взаємозамінності</i>	<i>до 26.03.2021 р.</i>	
7.	<i>Розробка переліку засобів технологічного оснащення, циклового графіку складання об'єкта</i>	<i>до 09.04.2021 р.</i>	
8.	<i>Розробка директивного та робочого технологічних процесів</i>	<i>до 23.04.2021 р.</i>	
9.	<i>Остаточна розробка технологічної частини</i>	<i>до 07.05.2021 р.</i>	
10.	<i>Оформлення пояснювальної записки та графічних матеріалів</i>	<i>до 28.05.2021 р.</i>	
11.	<i>Перевірка на плагіат</i>	<i>до 01.06.2021 р.</i>	
12.	<i>Захист</i>	<i>з 07.06.2021 р.</i>	

Студент (ка) \_\_\_\_\_

Сергій ШКАРОВСЬКИЙ

Керівник \_\_\_\_\_

Сергій ТОЛСТОЙ

## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Пояснювальна записка	63	
3	2,5 A1	ВЛзп8110.10.22.00.01СК	Складальне креслення панелі	1	
4	A2	ВЛзп8110.10.22.00.02СС	Схема складання панелі, об'єднана із схемою ув'язки	1	
5	A2	ВЛзп8110.10.22.00.02СС	Цикловий графік складання	1	
6	A2	ВЛзп8110.10.22.00.03СС	План та компонування виробничої дільниці складання панелі	1	
				<b>ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ</b>	
	ПІБ	Підп.	Дата		
Розробн.	Шкаровський С.			Відомість дипломного проєкту	
Керівн.	Толстой С.А.				
Консульт.					
Н/контр.	Поваров С.А.				
Зав.каф.	Кабанячий В.В.				
				Аркуш	Аркушів
				1	1
				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. АРБ гр. ВЛ-зп81	

# **Пояснювальна записка до дипломного проєкту**

на тему: «Складання панелей відсіку крила середнього літака»

Керівник: Толстой  
Сергій Анатолійович

Рецензент: Камелін  
Анатолій Борисович

Київ – 2021 рік

## Анотація

Пояснювальна записка до ДП «Складання панелей відсіку крила середнього літака» містить 63 аркуші тексту, 10 ілюстрацій та 14 бібліографічних посилань.

Мета проєкту – розробка пропозицій та комплекту технологічної документації для налагодження серійного виробництва розглядуваних панелей на сучасному авіабудівному підприємстві.

Розглянуто стан питання, виконано розрахунки річної програми і необхідної кількості робочих і обладнання для реалізації технології. Детально проаналізовано конструкцію панелей, виконано оцінювання рівня її технологічності. Обрано та обґрунтовано метод складання і забезпечення взаємозамінності, необхідні засоби технологічного оснащення. Детально обґрунтовано необхідність впровадження автоматизації окремих операцій.

Сформовано повний комплект технологічної документації, яка діє на серійному виробництві, а саме: технічні умови, цикловий графік, директивний і робочий технологічні процеси. Виконано висновки по розділах і проєкту в цілому

Результати роботи можуть бути використані при виконанні процедур, пов'язаних із технічним переоснащенням вітчизняних авіаційних підприємств.

**Ключові слова:** технологія, цикловий графік, панель, підготовка виробництва, засоби технологічного оснащення.

## **Annotation**

The explanatory note to the State Enterprise "Assembling the panels of the wing of a medium-haul aircraft" contains 63 sheets of text, 10 illustrations and 14 bibliographic references.

The purpose of the project is to develop proposals and a set of technological documentation for the establishment of serial production of the panels at a modern aircraft company.

The state of the issue is considered, calculations of the annual program and the required number of workers and equipment for the implementation of technology are performed. The design of the panels is analyzed in detail, the assessment of the level of its manufacturability is also performed. The method of assembling and ensuring interchangeability, necessary means of technological equipment are chosen and substantiated. The necessity of introduction of automation of separate operations is substantiated in detail.

A complete set of technological documentation has been formed, which operates in serial production, namely: technical conditions, cyclic schedule, directive and working technological processes. Conclusions on sections and the project as a whole are executed.

The results of the work can be used in the implementation of procedures related to the technical re-equipment of domestic aviation companies.

**Key words:** technology, cycle schedule, panel, production preparation, means of technological equipment.

## З М І С Т

	Перелік умовних скорочень .....
	<b>ВСТУП</b> .....
<b>1</b>	<b>СТАН ПРОБЛЕМИ ТА НАПРЯМКИ ЇЇ РОЗВИТКУ</b> .....
<b>2</b>	<b>РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА</b> .....
2.1	Аналіз робочої технології складання панелі, що діяла на реальному підприємстві .....
2.2	Визначення річної програми випуску хвостових панелей і фондів часу .....
2.3	Розробка циклового графіку складання хвостових панелей. Укрупнений аналіз графіку .....
<b>3</b>	<b>КОНСТРУКТОРСЬКА СКЛАДОВА</b> .....
3.1	Призначення, опис конструкції панелі .....
3.2	Аналіз конструктивно-технологічних параметрів панелі .....
3.3	Відпрацювання конструкції панелі на виробничу технологічність .....
3.4	Розробка пропозицій щодо підвищення рівня виробничої технологічності панелей .....
3.5	Висновки до розділу .....
<b>4</b>	<b>ТЕХНОЛОГІЧНА СКЛАДОВА</b> .....
4.1	Визначення і обґрунтування видів складальних, технологічних баз та методів базування складових частин при складанні панелі .....

					<b>ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ</b>			
<b>Зм.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>	<b>Складання панелей відсіку крила середньо-магістрального літака</b>	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Аркушів</b>
Розробив		Шкаровський					1	64
Перевірів		Толстой С.А.				<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. АРБ гр. ВЛ-зп81</i>		
Рецензент								
Н. контр.		Поваров С.А.						
Затвердив		Кабанячий В.В.						



- 4.2 Вибір, технічний опис та обґрунтування методу забезпечення взаємозамінності (ув'язки) панелі .....
- 4.3 Розробка схеми складання і ув'язки панелі .....
- 4.4 Розробка директивного технологічного процесу складання панелі в маршрутному описі. Оформлення на бланках .....
- 4.5 Розробка технічних умов постачання складових частин на складання панелі. Оформлення на бланку .....
- 4.6 Вибір, обґрунтування та технічний опис засобів технологічного оснащення для складання панелі .....
- 4.7 Розробка технічних умов та технічний опис конструкції технологічного оснащення для складання панелі. Оформлення на бланку .....
- 4.8 Визначення методів, вибір та обґрунтування засобів контролю точності конструктивних параметрів панелі .....
- 4.9 Розрахунок норм часу на виконання операцій директивного технологічного процесу складання панелі .....
- 4.10 Розробка робочого технологічного процесу складання панелі в маршрутно-операційному описі. Оформлення на бланках .....
- 4.11 Визначення необхідної кількості засобів технологічного оснащення на виробничій ділянці складання хвостових панелей .....
- 4.12 Визначення чисельності основних виробничих, допоміжних робітників і фахівців виробничої ділянці складання хвостових панелей .....
- 4.13 Визначення площі виробничої ділянці складання хвостових панелей .....
- 4.14 Розробка та обґрунтування компонування, планування і транспортної логістики виробничої ділянці складання хвостових панелей. Оформлення плану ділянці .....

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4.15	Організація робочих місць на ділянці складання хвостових панелей .....
4.16	Висновки до розділу .....
	<b>ВИСНОВКИ ДО ПРОЄКТУ</b> .....
	Список використаної літератури .....

**ДОДАТКИ**

1	Специфікація до складального креслення панелі.
2	Директивний технологічний процес складання панелі.
3	Технічні умови на проектування технологічного оснащення для складання панелі.
4	Робочий технологічний процес складання панелі.

**ГРАФІЧНА ЧАСТИНА**

1	Складальне креслення панелі.
2	Схема складання і ув'язки панелі.
3	Цикловий графік складання панелі.
4	План виробничої ділянки складання панелі.

## Перелік умовних скорочень

В даному дипломному проєкті (далі – Проєкт) використано наступні скорочення:

БО – базові отвори;

ДТМ – директивні технологічні матеріали;

ДТП – директивний технологічний процес;

ЕШМ – еталонно-шаблонний метод;

ЄСТД – Єдина система технологічної документації;

ЗТО – засоби технологічного оснащення;

КД – конструкторська документація;

КЕ – кріпильний елемент;

ЛА – літальний апарат;

МІ – механізований інструмент;

ОВР – основні виробничі робочі;

РІ – різальний інструмент;

СЗУ – свердлувально-зенкувальна установка;

СкО – складальна одиниця;

СО – складальні отвори;

СП – складальний пристрій;

СЧ – складова частина;

ТП – технологічний процес;

ТУ – технічні умови.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## ВСТУП

Згідно із індивідуальним технічним завданням (далі – **ІТЗ**), в якості об'єкту дослідження вибрана панель відсіку крила середнього літака. Виконавши огляд можливих варіантів панелей крил літаків, вибір був зупинений на відповідних складових частинах літаків марки «Ан», адже відповідні вихідні дані можна знайти по цих літаках на державному підприємстві «АНТОНОВ». Виконавши порівняльний аналіз середніх літаків, зупинився на лінійці Ан-26, який і наразі продовжує експлуатацію як у вітчизняних авіакомпаніях (переважно, транспортних), так і зарубіжних. Ряд модифікацій цього літака використовуються також у спецпідрозділах міністерств оборони і внутрішніх справ, надзвичайних ситуацій ряду країн, у тому числі в Україні.

За результатами опрацювання конструкторської документації, яка була в доступі, та за погодженням із науковим керівником Проєкту, у якості прототипу розглядуваної конструкції обрана хвостова панель середньої частини крила, далі – **СЧК** (зав. № 24-2200-40СБ).

У процесі виконання Проєкту необхідно виконати аналіз конструкторської документації, на хвостові панелі СЧК, виконати оцінювання рівня технологічності їх конструкції; вибрати і обґрунтувати метод їх складання, метод ув'язки; вибрати засоби технологічного оснащення (далі – **ЗТО**); обґрунтувати конструкцію спеціального оснащення для складання, розробити директивний (далі – **ДТП**) та робочий (далі – **РТП**) технологічні процеси; обрати значення річної програми випуску розглядуваних панелей; виконати розрахунок кількості обладнання на виробничій ділянці складання панелей; обґрунтувати компонування і концепцію, а також розрахувати значення площі самої ділянки.

В якості комплекту технологічної документації, крім ДТП і РТП, буде розроблено цикловий графік складання як основний документ серійного виробництва сучасних авіаційних конструкцій.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Ан-26 (з кодифікації НАТО: Curl – «В'юнкий», в народі – «Настя») – турбогвинтовий військово-транспортний літак. Ан-26 відрізняється високою стійкістю, легкістю керування, простотою техніки пілотування і хорошим оглядом з кабіни екіпажу, що робить його доступним льотчикам середньої кваліфікації. Високі злітно-посадкові якості і прохідність шасі, забезпечують літаку невибагливість до злітно-посадкових майданчиків і дозволяють цілий рік експлуатувати його на ґрунтових, трав'яних, галькових, піщаних, засніжених і розмоклих аеродромах відносно малих розмірів.

Станом на 2020 роки, літак експлуатується в Китаї, Східній Європі, Африці. Ан-26 застосовували війська ООН в Югославії, Анголі, Конго, Сомалі, Західній Сахарі. Розробка військово-транспортного літака Ан-26 почалась в АНТК імені Олега Антонова в 1964 році під керівництвом В. А. Гарвардта. На початку 1968 року була підготовлена і передана на завод вся необхідна технічна документація. В квітні 1969 року, провідним конструктором було призначено Я. Г. Орлова.

Перший політ Ан-26 здійснив 21 травня 1969 р. Перший привселюдний показ літака відбувся 1969 на авіасалоні в Ле-Бурже. Державні випробовування продовжувались до 21 вересня 1970 р. Серійне виробництво було організоване на Київському авіазаводі. 29 серпня 1969 р. випущено перший серійний Ан-26. На озброєння у ВПС СРСР літак прийняли 26 травня 1975 р. В Аерофлоті літак почали експлуатувати з 1973 р. Виробництво літака тривало до 1986 р. З 1969 по 1986 р.р. було випущено 1398 літаків Ан-26. Також копія літака випускалась в Китаї під назвою Y-14.

На рисунку 1 представлений варіант літака Ан-26 авіакомпанії «Якутия».

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



**Рисунок 1 – Літак Ан-26Б-100 авіакомпанії «Якутия»**

Випуск літаків Ан-26 наразі припинений повністю. Однак, в наш час в Україні проводяться роботи щодо можливості продовження комерційної експлуатації літаків сімейства Ан-26. Так, літак Ан-26МСБ (Мотор-Січ Богуслаєв) є модернізованою версією базової машини Ан-26, яка у великій кількості знаходиться на вимушених стоянках або експлуатуються.. Запорізькі спеціалісти розробили нову версію, в основному вона стосується ремоторизації літака шляхом заміни базових двигунів АІ-24 на вертольотні двигуни ТВ3-177ВМА, які також встановлюються на літаки Ан-140-100. Вони на 30% ефективніші за АІ-24 і за емісією, і за шумами, до того ж, сертифіковані за міжнародними стандартами.

На даний момент продовжуються консультації щодо початку робіт із ремоторизації літаків Ан-26 до версії Ан-26МСБ на потужностях авіаремонтного підприємства «Завод-410 цивільної авіації» (м. Київ). В 2015 р. завод відвідали генеральний конструктор ДП «Івченко-Прогрес» Кравченко І.Ф. І директор Оршанського авіаремонтного заводу Зозуля В.Г. Під час зустрічі з провідними спеціалістами підприємства, було обговорено питання

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ремонту і модернізації літаків Ан-26, у тому числі варіант проведення цих робіт у Білорусі, на базі Оршанського заводу.

Вказана модернізація дозволить:

- підвищити максимальну висоту польоту на 700-800 м;
- підвищити дальність польоту на 200-700 км, в залежності від режиму польоту і навантаження;
- знизити витрати палива до 25%;
- знизити на 200 необхідну довжину злітно-посадкової смуги (далі – ЗПС).

На рисунку 2 показаний літак Ан-26МСБ.



**Рисунок 2** – Літак Ан-26МСБ на стоянці

Метою даного Проєкту є розробка пропозицій та комплекту технологічної документації для налагодження серійного виробництва розглядуваних панелей на сучасному авіабудівному підприємстві.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		8

# 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА НАПРЯМКИ ЇЇ РОЗВИТКУ

Проблематика технологічного забезпечення складальних робіт у сучасному авіаційному світі є досить вирішеною, адже впровадження сучасних технологій, пов'язаних із застосуванням відповідних ЗТО, відбувається на прогресивних підприємствах системно і досить жваво. Українське авіабудівне виробництво, на жаль, продовжує перебувати у стані, коли головним чинником, яке гальмує і часто унеможлиблює його розвиток, є фінансовий.

Так, державне фінансування галузі, як відомо, в Україні відбувається несистемно і часто взагалі не відбувається, якщо не враховувати поодинокі заяви чиновників щодо можливих замовлень на літаки, переважно, виробництва ДП «АНТОНОВ». Часто ці заяви не мають нормального організаційного підґрунтя, а відтоді – стають фінансово не підтриманими. Кінцевий «користувач» таких заяв чи навіть меморандумів щодо співпраці, а саме завод-продуцент авіаційної продукції, не отримує інвестиції, змушений виживати самостійно, і в кінцевому випадку технічне переоснащення його виробництва просто не відбувається.

Програма технічної модернізації виробничих площ повинна містити чітку лінію, стратегію розвитку, пов'язану із придбанням чи розробкою нових ЗТО, впровадження нових же технологій. Тут доречно сказати про два шляхи цього процесу: або заміна застарілих технологій, або впровадження абсолютно нових. Якщо по другому шляху все досить зрозуміло, то по першому – як фінансово більш привабливому для сучасної економіки – є досить серйозні питання, які стосуються пошуку найоптимальніших шляхів оновлення виробничого (в цілому) і ряду технологічних (зокрема) процесів.

У розрізі сказаного вище, проблема технічного переоснащення виробництва авіаційної вітчизняної техніки у форматі оновлення існуючих технологій має місце, і розробка цехових технологій складання, виконання з'єднань, монтажу і контролю тощо, у цьому сенсі, є актуальною задачею для

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



вітчизняних інженерів. Шлях, який повинна пройти українська авіаційна промисловість до повного переходу на сучасні стандарти створення літальних апаратів, є буремним, але без налагодження чіткої схеми «конструктор-технолог-робочий», за якою кожній її ланці зрозумілі питання існування та співіснування, годі й думати про завершення цього процесу принаймні у найближчі десятиріччя.

Технологічне забезпечення виробництва, таким чином, стає на одну сходинку із прогресом у сфері конструювання, впровадження нових конструкційних матеріалів тощо. Зв'язок конструкції з прогресивною технологією і надалі ставатиме тісніше.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 2 РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Аналіз робочої технології складання панелі, що діяла на реальному підприємстві

Аналізую діючий у минулому РТП складання розглядуваних хвостових панелей, а також приводжу перелік технологічних операцій, які б хотів застосувати або поліпшити:

а) клепаання виконується, переважно, із застосування клепальних пневмомолотків, тобто ударним методом, виробництва радянських підприємств;

б) деталі подаються без складальних отворів (далі – **СО**), направляючих отворів (далі – **НО**), базових отворів (далі – **БО**), і в процесі складання технологічно важно забезпечити з'єднуваність;

в) відсутність попередніх складальних операцій передскладанням у СП, тобто наявність необхідних і технологічно обгрунтованих підскладань виключена;

г) невиправдана технологічна схема членування конструкції панелі;

д) всі отвори під заклепки виконуються за допомогою пневмодрилів, без застосування комплексної механізації.

З урахуванням вище зазначених критеріїв, пропоную перелік заходів щодо поліпшення РТП складання хвостових панелей:

- 1) підвищення якості клепальних робіт на узловому складанні за рахунок застосування клепальних пресів і автоматів;
- 2) впровадження паралельних операцій РТП;
- 3) застосування стенду позастапельного складання для виконання кінцевих робіт.

### 2.2 Визначення річної програми випуску хвостових панелей і фондів часу

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		11

Розрахунок річної програми випуску панелей хвостових СЧК  $A$  виконується за формулою:

$$A = B + \frac{B \cdot K}{100} + П,$$

де:  $A$  – розрахункова річна програма, шт. (комплектів);

$B$  – базова програма, шт.,  $B = 190$  шт.;

$K$  – % запасних частин (3...6%), приймаю  $K = 4,8$ ;

$П$  – кількість зведених виробів, що направляються на статичні ресурсні і інші види випробувань (1...2 вироби), приймаю  $П = 1$  шт.

$$A = 190 + 190 \cdot 4,8 / 100 + 1 = \mathbf{200} \text{ шт.}$$

Ефективний фонд роботи ЗТО представлений у таблиці 2.1.

**Таблиця 2.1** – Ефективний фонд роботи ЗТО на 2021 рік

N п/п	Показники	Одиниці виміру	Величина показника на 2021 р.
1	2	3	4
1	Номінальний фонд робочого часу ( $\Phi_n$ ) підприємства (цеху, дільниці)	год.	1994
2	Зупинки і перерви, котрі плануються на ремонт ЗТО з технічних причин: 1,4% від $\Phi_n = 28$	год.	28
3	Ефективний фонд робочого часу обладнання ( $\Phi_o$ ) в одну зміну: $\Phi_o = 1994 - 28 = 1966$	год.	1966

Ефективний фонд роботи одного робітника  $\Phi_{op}$  представлений у таблиці 2.2.

**Таблиця 2.2** – Розрахунок ефективного фонду робочого часу одного робітника на 2021 рік

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Величина показника на 2021 р.
1	2	3	4
1	Кількість календарних днів за рік	дні	365
2	Кількість неробочих днів, всього, в тому числі: <ul style="list-style-type: none"> <li>• суботи;</li> <li>• неділі;</li> <li>• свята</li> </ul>	дні	115 52 52 11
3	Кількість робочих днів в кожному році: $365 - 115 = 250$	дні	250
4	Тривалість робочої зміни	год.	8
5	Години, на котрі скорочуються передсвяткові дні: 6 днів по 1 год.	год.	6
6	Номінальний фонд робочого часу ( $\Phi_n$ ): $\Phi_n = 250 \cdot 8 - 6 = 1994$	год.	1994
7	Неявка на роботу, всього (9,2%). В тому числі: <ul style="list-style-type: none"> <li>• чергові та додаткові відпустки (6,4%);</li> <li>• відсутність за хворобою (1,5%);</li> <li>• інші неявки, дозволені законом (1,3%);</li> <li>• неявки з дозволу адміністрації (похорон, весілля тощо) – тільки за фактом;</li> <li>• прогули – тільки за фактом</li> </ul>	год.	184 128 30 26 - - -
8	Ефективний фонд робочого часу одного працюючого ( $\Phi_{op}$ ): $\Phi_{op} = 1994 - 184 = 1810$	год.	1810
9	Коефіцієнт використання робочого часу: $\Phi_{op}/\Phi_n = 1810 / 1994 = 0,91$	коэф.	0,91

## 2.3 Розробка циклового графіку складання хвостових панелей. Укрупнений аналіз графіку

Цикловий графік є технологічним документом, що регламентує процес виконання складання, монтажу, випробувань авіаційної конструкції, а саме:

- послідовність виконання технологічних операцій;
- завантаження відповідних ЗТО і робітників;

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- режим складання (монтажу, випробувань);
- тривалість виконання операцій.

Початковими даними для розробки циклового графіку є: ТП; трудомісткість  $T_{вир}$ ; програма випуску  $A$ ; такт (ритм) випуску  $R$ .

Такт випуску  $R$  знаходиться по формулі і рівний:

$$R = \Phi_k / A = 1994 / 200 = 10 \text{ год.}$$

Мною розроблено цикловий графік складання панелей хвостових СЧК (див. графічну частину).

Укрупнений аналіз циклового графіку:

- 1) загальний цикл складання  $L_{заг} = 11 R = 110$  год.;
- 2) завантаження ЗТО – 100%;
- 3) завантаження робочих – 100%.

Найменування робочих місць, стендів і ЗТО:

- за операцією 1 – стенд попереднього складання;
- за операцією 2 – стенд зварювання;
- за операцією 3 – клепальний прес КП-403М;
- за операцією 4 – складальний пристрій (далі – **СП**) загального складання;
- за операцією 5 – стенд позастапельного складання;
- за операцією 6 – автомат клепальний;
- за операцією 7 – стенд позастапельного складання;
- за операцією 8 – контрольний стенд.

Професії і розряди ОВР:

- за операцією 1 – складальник-клепальник 3 р.;
- за операцією 2 – зварювальник 4 р.;
- за операцією 3 – складальник-клепальник 5 р.;
- за операцією 4 – складальник-клепальник 5 р.;

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- за операцією 5 – слюсар-складальник ЛА 4 р.;
- за операцією 6 – складальник-клепальник 6 р.;
- за операцією 7 – слюсар-складальник 5 р.;
- за операцією 8 – слюсар-складальник 6 р.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		15

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

Для виконання цього розділу, у якості основних вихідних даних, використовувалося заводське креслення на розглядувану хвостову панель СЧК літака Ан-26 всіх модифікацій, а саме зав. № 24-2200-40СБ.

Інші вихідні дані, вказані, у тому числі, у Вступі, були систематизовані за авторськими онаками, у тому числі за принципами актуальності, застосовуваності сааме в авіаційній галузі, а також як такі, що відповідають сучасним тенденціям організації складальних серійних виробництв авіаційних конструкцій (далі – **АК**). Систематизацією, в загальному користуванні, називається розташування класів предметів або явищ в визначеному порядку, у відповідності до існуючих між цими класами взаємозв'язків.

В якості додаткових вихідних даних, були використані: перелік якісних критеріїв виробничої технологічності сучасних АК, а також відповідні положення діючих галузевих нормативно-технічних документів (далі – **НТД**) авіаційної промисловості.

### 3.1 Призначення, опис конструкції панелі

Крило Ан-26 високого розміщення, вільно-тримальне трапецієподібне в плані (рисунок 3.1). Будова крила — кесонного типу, складається з двох лонжеронів і 23 нервюр. Технологічно крило розділене на п'ять частин: центроплан, дві середні (СЧК) і дві знімні (далі – **ЗЧК**) частини. Центроплан кріпиться до 17 і 20 шпангоута фюзеляжу. На ньому розміщені два однощільнінних закрилки, що відхиляються, на СЧК по одному двощільнінному висувному закрилку, а на ЗЧК по дві секції елеронів. Загальна площа закрилків — 15 м<sup>2</sup>, кути відхилення — 15° (при зльоті) і до 38° (при посадці). Загальна площа елеронів — 6,12 м<sup>2</sup>, кути відхилення — 24° (вгору) і до 16° (вниз). В середині центроплана знаходяться десять м'яких баків, а в СЧК — два баки-відсіки (по одному з кожного боку).

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



**Рисунок 3.1** – Літак Ан-26 в польоті (вид знизу)

Середня частина крила складається з кесона, носової і хвостової частин. Кесон СЧК виконано герметичним, він використовується у якості паливного баку. Кесон складається з двох лонжеронів, набору нервюр і панелей обшивки. Верхня середня панель є знімною, всі інші панелі незнімні. На верхній панелі є люки-лази для установки датчиків паливомірів, заливних горловин, поплавкових клапанів перекачування палива, отвір для трубопроводу дренажа і лючок для паливовимірної лінійки.

На нижній панелі розташовані два зливних крани, три паливних насоси, а також посадково-рулежні фари ПРФ-4. Нервюри №8 і №11 є посиленими, адже вони сприймають навантаження від вузлів кріплення монорельсів закрилків. Стінка нервюри №8а виконана герметичною, а в верхній її частині є отвори для перетікання палива і дренажу. На хвостових частинах СЧК зверху

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



і знизу встановлюються стройові вогні ПССО-45М. До нервюр №12 кріпляться ЗЧК.

Хвостова панель СЧК є відкидною, розташована в зоні 2-го лонжерона цього відсіку крила. Конструкція її важка, включає до себе велику кількість деталей у вигляді обшивок, накладок, петель. Види з'єднань елементів між собою – заклепкові і зварні.

Практично всі деталі панелі виготовлені з алюмінієвих сплавів Д16АТ, Д16АМ. Деякі вкладиші виготовлені з мідних сплавів. Заклепки діаметром 2,6 і 3 мм, також виготовлені з алюмінієвих сплавів. Цікавою особливістю панелі, як було вказано вище, є можливість її відкидання у процесі експлуатації для доступу до внутрішніх відсіків СЧК, передусім – до приводів закрилків для їх аудиту і перевірки працездатності у процесі експлуатації.

Як показує конструкторська документація на панель, до неї застосовуються досить високі вимоги до виготовлення, точності і забезпечення аеродинамічних характеристик, адже панель сприймає авіаційні навантаження і виходить в потік при польоті.

Ці вимоги будуть враховані при розробці комплекту технологічної документації на панель (див. технологічну частину даного Проєкту).

На рисунку 3.1 показана хвостова панель СЧК.

На рисунку 3.1 числами позначено:

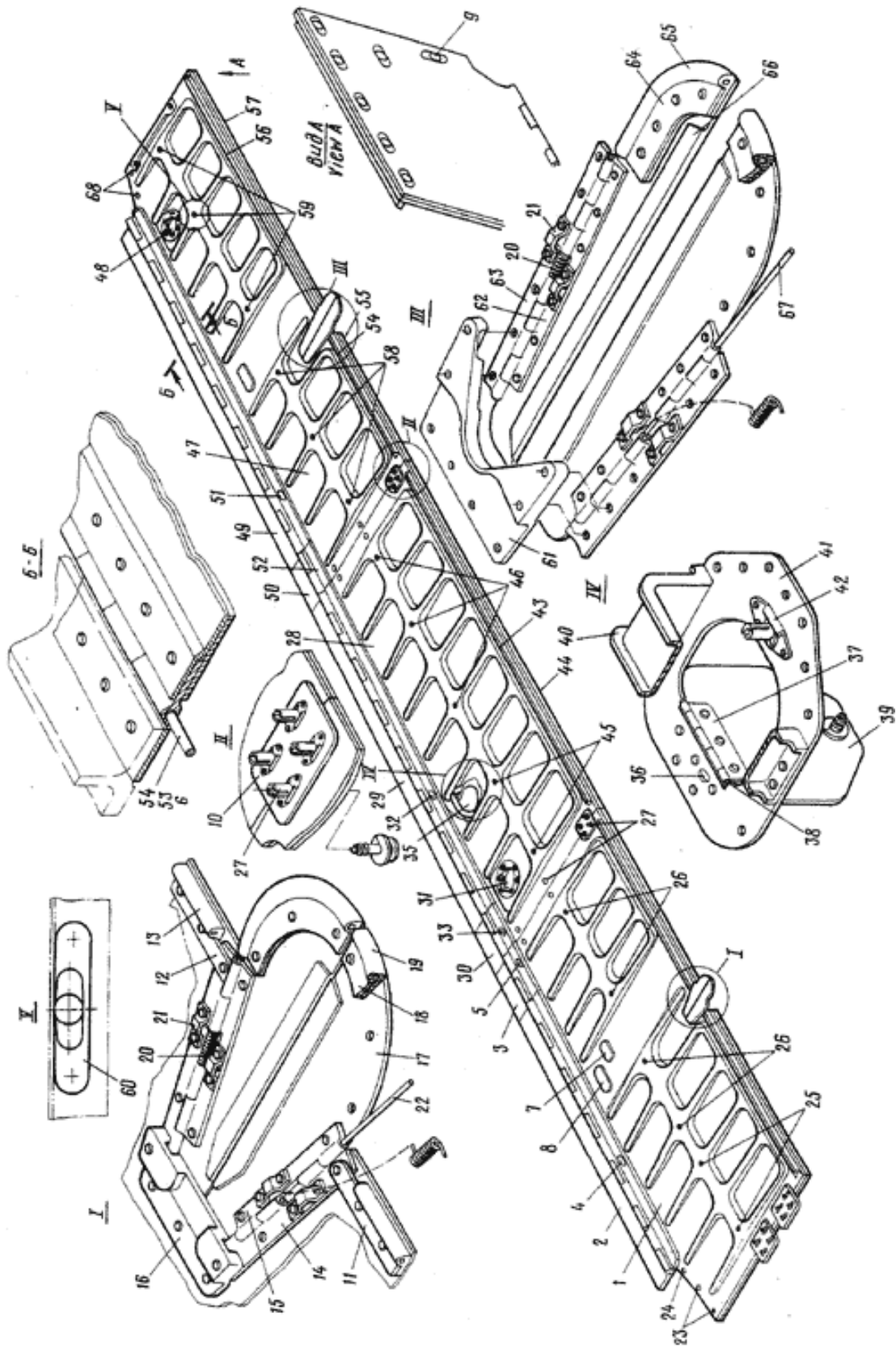
- 1 - Обшивка;
- 2 - Петля права;
- 3 - Петля права;
- 4 - Петля права;
- 7-4 - Петля ліва;
- 5 - Петля права;
- 6 – Шомпол;
- 7 – Накладка;
- 8 – Накладка;
- 9 – Накладка;

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- 10 – Накладка;
- 11 – Лента;
- 12 – Лента;
- 13 - Профіль гумовий;
- 14 - Петля права;
- 7-15 – Петля;
- 16 – Книця;
- 17 – Стулка права;
- 18 – Лента;
- 19 - Профіль гумовий;
- 20 - Пружина права;
- 21 - Пружина ліва;
- 22 - Шомпол;
- 23 - Замок гвинтовий;
- 24 - Замок гвинтовий;
- 25 - Замок гвинтовий;
- 26 - Замок гвинтовий;
- 27 - Замок гвинтовий;
- 28 - Панель 2;
- 29 - Петля права;
- 7-29 - Петля права;
- 30 - Петля права;
- 31 - Окантовка права;

Продовження переліку після рисунку.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		19



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ

Арк.

20

**Рисунок 3.1 – Хвостова панель середньої частини крила**

Продовження переліку позицій на рисунку 3.1:

32 - Петля права;

33 - Петля права;

34 – Шомпол;

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- 35 - Леток;
- 36 - Петля;
- 38 - Шомпол;
- 39 - Кришка;
- 40 - Коробочка;
- 41 - Окантовка;
- 42 - Замок гвинтовий;
- 43 - Лента;
- 44 - Профіль гумовий;
- 45 - Замок гвинтовий;
- 46 - Замок гвинтовий;
- 47 - Панель 3;
- 48 - Окантовка;
- 49, 50, 51 - Петля права;
- 52 - Петля права;
- 53 - Шомпол;
- 54 - Лента;
- 55 - Профіль гумовий;
- 56 - Лента;
- 57 - Профіль гумовий;
- 58 - Замок гвинтовий;
- 59 - Замок гвинтовий;
- 60 - Накладка;
- 61 - Кница;
- 62 - Петля права;
- 63 - Петля ліва;
- 64 - Лента;
- 65 - Профіль гумовий;
- 66 - Стулка права;
- 67 - Шомпол;

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		22

### **3.2 Аналіз конструктивно-технологічних параметрів панелі**

Враховуючи «класичну» суцільнометалеву конструкцію хвостових панелей, аналіз її конструктивно-технологічних параметрів співпадає з аналізом конструкторських параметрів, проведений у попередньому підрозділі даного Проєкту. Формування конструктивно-технологічних параметрів важливо з точки зору продовження технологічного опрацювання АК. Перелік таких параметрів дозволяє технологам служб технологічної підготовки виробництва чітко виявити особливості розглядуваних конструкцій, які треба запускати у виробництво. Чим ширший такий перелік, тим більше факторів можна врахувати при підготовці виробництва, а значить, більш детально «побудувати» ідеологію складальних робіт

Варто відмітити лише порівняльно досить важку структуру панелі, яка виявляється у наявності декількох типів з'єднань (заклепкових, болтових, зварних). Саме цей фактор пояснює більшість технологічних підходів, застосовуваних у даному Проєкті, з точки вибору ЗТО і іншого оснащення, розробки ДТП і РТП.

### **3.3 Відпрацювання конструкції панелі на виробничу технологічність**

Технологічність авіаційних конструкцій являє собою сукупність властивостей АК, які надаються їй при розробці, спільними зусиллями конструктора і технолога. Ці властивості виявляються у можливості її виготовлення за найбільш прогресивними технологіями, на даному

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

виробничому підприємстві, у конкретні, поставлені Замовником строки, конкретним колективом людей із застосуванням ЗТО, що є в наявності, з забезпеченням стабільної якості.

Забезпечення технологічності АК – це результат розв’язку взаємопов’язаних конструкторських, технологічних, організаційних і інших задач, які направлені на підвищення продукції праці, оптимізацію трудових і матеріальних витрат, скорочення циклів підготовки виробництва тощо. У даному Проєкті розглядаються питання забезпечення виробничої технологічності, а не експлуатаційної. Виробнича технологічність має прояв на виробництві у вигляді скорочення та оптимізації витрат на конструкторське опрацювання АК, технологічну підготовку майбутнього серійного виробництва на конкретному підприємстві, а також процеси виготовлення, контролю, необхідних випробувань.

Технологічність повинна бути оцінена, тобто перевірена за певними критеріями. Така оцінка є складовою частиною процесу опрацювання АК на технологічність, яка включає, крім оцінювання, наступні роботи: аналіз конструкторської документації з точки зору технолога, внесення можливих змін в конструкцію за результатами оцінювання, конструкторсько-технологічного аналізу кількості і обсягу змін, технологічний контроль. Саме останні роботи – технологічний контроль – є фінальною стадією допуску АК у виробництва як такої, що йому відповідає. Якщо конструкція не опрацьована на технологічність перед виробництвом, є ризик її невідповідності реальним виробничим умовам, а відтак – веде до труднощів її освоєння, збільшенню циклу виробництва, появі проблем при застосуванні операцій виготовлення.

Оцінювання може відбуватися за двома типами критеріїв – якісними і кількісними. Кількісне оцінювання рівня технологічності проявляється у показниках, числові значення яких характеризують ступінь відповідності вимогам технологічності; застосовується для визначення досягнутого рівня технологічності в процесі проєктування, а також при порівнянні декількох

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

варіантів конструкції для вибору оптимальної, якщо є така можливість на підприємстві.

Виробнича технологічність забезпечується погодженим вирішенням двох блоків задач:

- 1) формування при проектуванні АК властивостей її, які б дозволяли використовувати найбільш ефективні технологічні процеси і ЗТО на виробництві у задній кількості, у визначені терміни;
- 2) забезпечення готовності підприємства-продуцента АК; виготовляти дану продукцію.

Вибір оптимальних варіантів технологій за критеріями технологічності АК забезпечується проведенням у процесі розробки самої конструкції такого оцінювання. Чим раніше технолог підключається до роботи з розробки конструкції, тим більше вірогідність отримання технологічної конструкції. Стандартна процедура, яка діяла у радянські часи, яка проявлялася у чіткій взаємодії конструкторських і технологічних служб, наразі майже не використовується. Моральна і технічна застарілість такого підходу на початку 1990-х р.р. призвела до її фактичного виключення у процесі створення нових АК. Але повинно було статися не її ліквідація, а саме поновлення, покращення, яке б проявилось у можливості створення нових підходів у роботі конструктора і технолога, кожен з яких, працюючи у відповідних CAD/CAM/CAE-системах, міг би створювати паралельні проекти, обліки виробу, погоджені між собою.

Кількісне оцінювання обов'язкове за номенклатурою показників, встановлених ТУ літака або його складової частини; в усіх інших випадках виконується за вказівкою підприємства-розробника. Часто питаннями перевірки конструкції на технологічність займаються сторонні акредитовані організації, які знову ж таки проводять оцінювання, у контексті певного виробництва (або проектних його умов).

В будь-якому випадку, при кількісному оцінюванні технологічності, основним показником є технологічна собівартість, яка порівнюється з

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		25



проектною. В такому випадку АК, яка за розрахованою собівартістю виявиться дешевшою за проектну (лімітну), вважається технологічною.

На відміну від кількісного оцінювання, якісне оцінювання може виконуватися на всіх етапах проектування, коли проводиться вибір найкращого конструктивного рішення при порівнянні різних варіантів самої конструкції. Тоді ефективність рішень, які забезпечують задані показники виробничої технологічності, оцінюється комплексно, з урахуванням взаємозалежності їх з іншими вимогами, що пред'являються до рівня технологічності конструкції планеру в цілому.

Далі розглянемо основні показники виробничої технологічності базової конструкції хвостової панелі СЧК літака Ан-26, виходячи із міркувань відповідних вимог до таких показників, обумовлених в нормативній документації (НД):

- 1) Теоретичні обводи зовнішніх поверхонь прості, як правило, одинарної кривизни.
- 2) Конструктивно-технологічне членування панелі раціонально: підкріплюючі елементи (профілю), панелі (обшивки).
- 3) Технологічне членування виконано із забезпеченням мінімальної кількості стиків, можливості максимального застосування механізованого та (або) автоматизованого обладнання для виконання з'єднань, в т.ч. ручним механізованим обладнанням.
- 4) Доступ виконавчих органів обладнання в зону виконання операцій достатній.
- 5) Технологічне членування передбачає наявність відкритих СЧ, а також поділ на носову, хвостову і кесонну частини.
- 6) Обрано відповідні конструкторські бази (від каркаса).
- 7) У конструкції передбачені відповідні технологічні бази (див. технологічну частину Проекту).
- 8) Передбачено відповідну кількість гарантованих зазорів між відповідними прилеглими деталями відсіку.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- 9) Обшивки в основному мають одинарну кривизну, поперечні і поздовжні стики прямолінійні.
- 10) У конструкції практично виключено двостороннє розташування елементів.
- 11) Обмежена номенклатура кріпильних елементів (переважно заклепкові і зварні з'єднання) в конструкції СЧК дозволяє застосовувати ручний і вбудований механізований інструмент.
- 12) Поєднання різних способів з'єднань – є (заклепкові і зварні).
- 13) Можливість застосування механізації і автоматизації – так (зварювальний апарат з ЧПУ, клепальний автомат).

Висновок: конструкція хвостової панелі літака Ан-26 має досить високий ступінь виробничої та експлуатаційної технологічності.

### **3.4 Розробка пропозицій щодо підвищення рівня виробничої технологічності панелей**

Отже, конструкція панелі технологічна. При цьому, не варто і забувати про те, що конструкція спроектована давно, була орієнтована, на жаль, на ударну клепку і ручну зварку, а в умовах сучасного виробництва такі підходи просто не-solidні, з технічної точки зору. Тому, в якості пропозицій щодо підвищення рівня технологічності, раціонально використовувати такі підходи:

- можливість конструкторами нової генерації переглянути конструкцію панелі з точки зору виключення в ній місць (або, хоча б, їх мінімізації), які будуть доступні для сучасного автоматичного клепального обладнання (переважно, фірм Broetje або Gemcor);
- адаптація форми і розташування зварних точок під автоматизоване зварювання на новітньому обладнанні;
- застосування високотехнологічного ручного механізованого інструменту для виконання з'єднань, що виключає появу браку, мінімізує вплив людського фактора і безпечно для здоров'я.

					<b>ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ</b>	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

### 3.5 Висновки до розділу

У цьому розділі виконаний аналіз конструкції панелей, обрані і прокоментовані відповідні конструктивно-технологічні параметри.

Виконано оцінювання технологічності за якісними критеріями.

Проведені роботи дозволяють констатувати, що конструкція панелей може бути без змін використана для виконання технологічних розробок в подальшому (див. наступні розділи Проекту) без шкоди для самого сучасного виробництва.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		28

## 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Систематизації передують аналіз, синтез, узагальнення, порівняння. Систематизуючи вихідні дані для виконання Проєкту, можна констатувати наступне. В якості вихідних даних для виконання розділу, були використані і систематизовані такі джерела інформації:

- конструкторська документація на панелі;
- результати проведення оцінювання виробничої технологічності конструкції панелей;
- технологічна документація, що діє на ДП «АНТОНОВ» і що стосується організації складального процесу на агрегатному складанні;
- НТД, що діє в авіаційній галузі України;
- підручники, що стосуються питань складання сучасних АК, видавництва українських і зарубіжних авторів.

### 4.1 Визначення і обґрунтування видів складальних, технологічних баз та методів базування складових частин при складанні панелі

Складанням (монтажем) є сукупність операцій базування, закріплення в складальному положенні і виконання з'єднань СЧ при складанні вузлів, панелей, секцій, відсіків, агрегатів і ЛА в цілому. Метод складання являє собою сукупність взаємопов'язаних рішень, що регламентують способи базування, види складальних баз, послідовність установки СЧ при складанні авіаційних конструкцій.

Відомі методи складання авіаційних конструкцій характеризуються такими особливостями: способами базування; ступенем забезпечення взаємозамінності при складанні; об'ємом оснастки; точностними характеристиками; економічними характеристиками.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Базування визначає очікувану точність вузла або агрегату. Тому необхідно вибрати той метод базування, який забезпечував би при складанні задану точність при мінімальних витратах на обладнання. Удосконалення технології складально-монтажних робіт в літакобудуванні залежить від обраного способу базування елементів конструкції щодо інших елементів. Прийнятий метод складання та метод базування обумовлює структуру всього технологічного процесу складання, склад технологічного і контрольного оснащення, рівень очікуваної точності готового виробу.

Перелік відомих методів складання, що згадуються в технічній літературі і нормативних документах, включає:

- за базовими поверхнями деталей;
- за розміткою;
- за СО;
- за базовими поверхнями оснастки;
- за БО;
- за лазерними променями;
- за поверхнею каркаса;
- за зовнішньою поверхнею обшивки;
- за внутрішньою поверхнею обшивки (за технологічним каркасом).

Вибір методу складання авіаційної конструкції проводиться з урахуванням наступних конструктивно-технологічних параметрів: конструктивно-технологічне членування конструкції; жорсткість конструкції в цілому і співвідношення жорсткостей СЧ, які контактують між собою; геометричні розміри і форма; наявність компенсуючих елементів конструкції, які забезпечують отримання заданих геометричних параметрів; види і способи з'єднань СЧ між собою; наявність підходів до елементів конструкції, які використовуються в якості складальних баз.

При неможливості вибору тільки одного методу складання, застосовують комбінований метод, що полягає у використанні декількох видів складальних баз. При використанні декількох видів баз, тобто комбінованого

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

способу базування СЧ, основним способом базування вважають той, при якому безпосередньо формується аеродинамічний обвід конструкції. При виконанні монтажу, випробувань, проводиться вибір тільки складальних (настановних баз).

Вибір методу складання авіаційних конструкцій здійснюється з урахуванням приналежності конструкції до відповідних класу і групи об'єктів складання (рисунок 4.1).



**Рисунок 4.1** – Класифікація об'єктів складання ЛА за «класичними» принципами

З урахуванням рисунка 4.1, розглянута в Проєкті конструкція панелі відноситься до 2 класу, 3 групі об'єктів складання. Для складання панелі мною обраний метод складання за зовнішньою поверхнею панелі, що обумовлено наступними обставинами: можливість забезпечення аеродинамічного обводу з високою точністю; зручність підходів до місць з'єднань з двох сторін за рахунок великого кроку рубильників.

Технічний опис обраного методу:

- 1) способи базування – зовнішня поверхня панелі;
- 2) види складальних (установочних) баз – поверхні.

## 4.2 Вибір, технічний опис та обґрунтування методу забезпечення взаємозамінності (ув'язки) панелі

У літакобудуванні для забезпечення взаємозамінності складальних контурів застосовують пов'язані (залежні), незв'язані і незалежні методи. Крім того, при виробництві літаків і вертольотів використовується контрольна (еталонна) і технологічне оснащення.

Пов'язаний, або залежний метод взаємозамінності СкО ґрунтується на використанні контрольної (або еталонної) і технологічної оснастки. При цьому контрольне і технологічне оснащення для різних агрегатів узгоджується (або ув'язується) між собою для компенсації похибок розмірів складальних контурів (але не окремих деталей). Такий метод використовують для складання деталей, що мають малу жорсткість, тобто для складання літакових контурів.

При незв'язаному методі етапу контрольної оснастки немає, тобто по кресленнях виробу відразу виготовляють технологічне оснащення. При цьому узгодження розмірів, як в деталях, так і в складальних контурах не проводиться. Такий метод використовують при складанні жорстких деталей і вузлів типу циліндрів стійки шасі. В цьому випадку необхідно виготовляти деталі з високим ступенем точності. Для контролю точності розмірів використовується універсальний інструмент (лінійка, штангенциркуль, мікрометри).

При незалежному методі забезпечення взаємозамінності вузлів і агрегатів застосовуються ЕОМ і верстати з числовим програмним забезпеченням. Для цього методу необхідно мати великий обчислювальний центр, який би переробляв задану інформацію з креслень в математичні залежності, за якими далі можна скласти програми для верстатів з числовим програмним забезпеченням.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

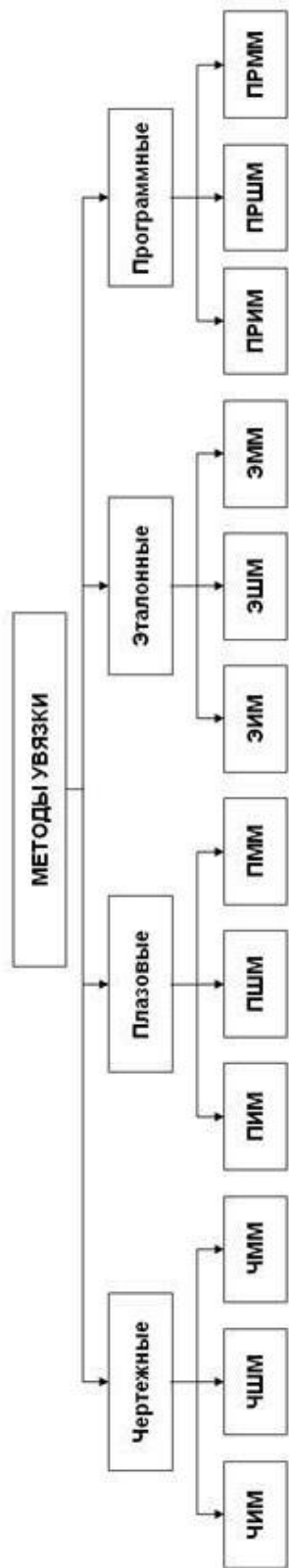
Під геометричною взаємозамінністю розуміється властивість незалежно виготовлених СЧ, що дозволяє встановлювати їх в процесі складання і замінювати в процесі ремонту без підгонки та використання селективного складання. В авіації для забезпечення взаємозамінності застосовується ув'язка – узгодження відповідних геометричних параметрів СЧ конструкції і складальної оснастки для її складання. Для ув'язки геометричних параметрів СЧ конструкції застосовуються такі першоджерела ув'язки: креслення (Ч), плази (П), еталон (Е), програма (ПР). Для виготовлення першоджерел ув'язки застосовуються першоджерела інформації (креслення, технічні умови, системи допусків і посадок, математичні моделі та ін.).

Ув'язка реалізується за рахунок використання відповідних засобів, а саме: універсальних інструментальних (І); спеціальних: плоских – шаблонів (Ш) і об'ємних – макетів (М).

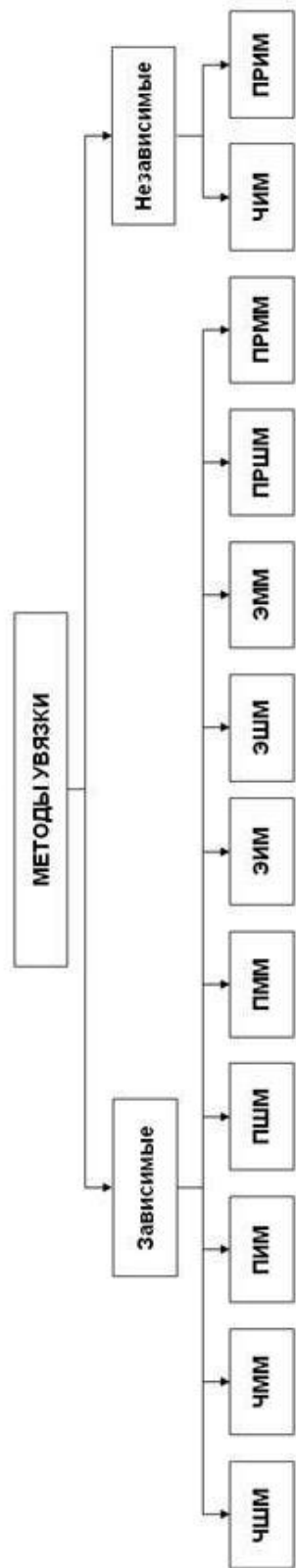
Метод ув'язки є метод узгодження геометричних параметрів базових поверхонь СЧ і технологічної оснастки для складання. Назви і позначення методів ув'язки визначаються на основі поєднання назв і позначень видів першоджерел і засобів ув'язки. На рисунку 4.2 приведена схема класифікації можливих методів ув'язки сучасних авіаційних конструкцій, за різними класифікаційними ознаками.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

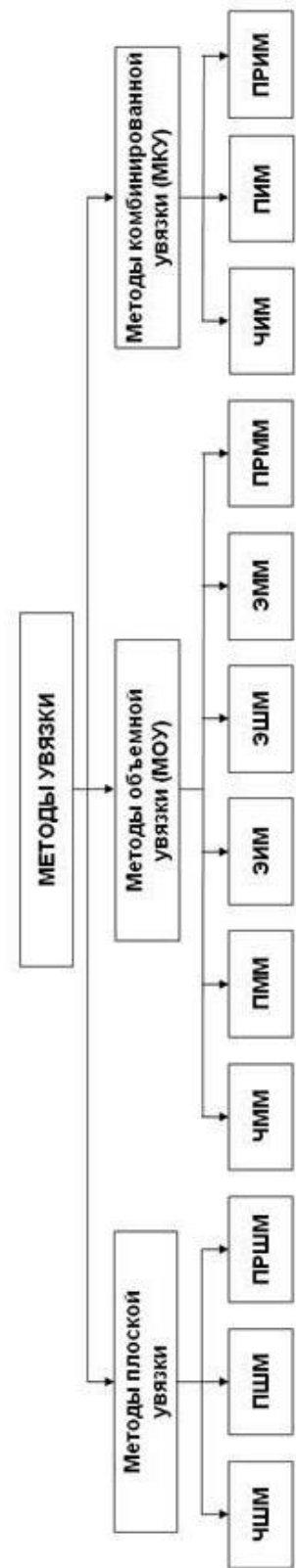




а)



б)



в)

Рисунок 4.2 – Схема классифікації методів ув'язки сучасних авіаційних конструкцій: а) за видом першої ерла ув'язки; б) за змістом процесів ув'язки; в) за формою першої ерла і засобів ув'язки

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ

Сучасні тенденції розвитку CAD/CAM/CAE-технологій дозволяють, зрозуміло, впроваджувати сучасні техніко-технологічні і конструктивні рішення, а також нові підходи до організації виробництва, першоджерелами для яких є 3D-моделі. Для розробки нової авіаційної техніки це є очевидними і необхідним.

Але для виробів, які були розроблені давно, для поновлення їх серійного випуску, такий підхід є неприйнятним, адже передбачає абсолютно повну відмову від застосовуваних джерел інформації у вигляді креслень, плазів, еталонів. Схожа ситуація відбувалася, коли між Україною і Росією було підписано ряд меморандумів щодо співпраці у сумісному налагодженню (читаємо – поновленню) виробництва літака Ан-124 «Руслан». Виявилося, що тонни паперових креслень і плазів виконати у «цифровому» форматі вкрай важко, тим більше, що стан їх і актуальність, а також правильність внесених під час серійного виробництва змін піддаються сумнівам, тим більше, що тільки два підприємства випускали цей літак: КиДАЗ «Авіант» (м. Київ) і «Авіастар-СП» (м. Ульяновськ).

Створення 3D-моделі літака Ан-26 можливо (рисунок 4.3), але поновлення виробництва на її основі навряд чи є доречним, тим більше, що наявність цифрового зовнішнього обліку не означає цифрове ж опрацювання всіх його компонентів, систем тощо.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



**Рисунок 4.3** – 3D-модель літака Ан-26

Для ув'язки панелі мною обраний метод еталонно-шаблонний (далі – **ЕШМ**), що пояснюється наступними обставинами: можливість еталонування панелі таких значних габаритів; панель знімна (відкидна), і, значить, не особливо жорстка, а такий метод дозволяє зробити її вписуваною обвід СЧК без проблем.

При ЕШМ забезпечення взаємозамінності складальних одиниць планера літака основними жорсткими носіями форм і розмірів є еталони, монтажні еталони, зразки поверхні і контретаони (які повинні контролювати положення, розміри і форму еталонів). Слід зазначити, що вся контрольно-еталонна оснащення повинна бути виготовлена з точністю, вищою, ніж точність технологічного оснащення.

Першоджерелами інформації для обраного методу є плази. Першоджерелами ув'язки є еталони поверхні. Засоби ув'язки: виробничі шаблони. Представлена в даному розділі інформація є вихідними даними для розробки схеми складання і ув'язки панелі.

### **4.3 Розробка схеми складання і ув'язки панелі**

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		36

Схема складання і забезпечення взаємозамінності СкО є графічним зображенням (у вигляді умовних позначень) послідовності установки СЧ при складанні СкО, із зазначенням першоджерел, засобів ув'язки і погодження геометричних параметрів базових поверхонь СЧ, що входять в конструкцію СкО. При цьому, схемою складання є ідеологія виконання операцій, яка полягає в порядку виконання окремих операцій ТП.

Залежно від класу літака можливе складання:

1) Недиференційоване – тобто складання проходить з одних деталей (не вузлів, які не деталей практично немає).

Складання йде в одному складному пристосуванні, застосовується праця висококваліфікованих робітників. Цей тип складання застосовується для індивідуального і дослідного виробництва.

2) Диференційоване – складання агрегату в основному йде з панелей і вузлів. Застосовуються нескладні складальні пристосування, і використовуються складальники досить низької кваліфікації (2, 3 розряд).

Залежно від наявності різних способів членування авіаційних конструкцій на окремі СЧ, можна виділити наступні основні схеми складання:

- а) послідовна;
- б) паралельна;
- в) паралельно-послідовна.

При послідовній схемі складання, операції виконуються одна за одною, після закінчення попередньої. Застосовується для складання відсіків і агрегатів, які не розчленованих на секції і панелі, а також складання вузлів, панелей та секцій.

При паралельній схемі складання, операції виконуються одночасно. Застосовується для складання секцій і відсіків, що входять в конструкцію одного агрегату, наприклад, для складання секцій крила: ВЧК, СЧК, ЦЧК.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

При паралельно-послідовній схемі складання, відповідні операції виконуються одночасно і одна за одною. Застосовується для складання відсіків і секцій фюзеляжу, крила, оперення і ін.

З урахуванням обставин вище, для складання панелей хвостових мною обрана послідовно-паралельна схема (див. Додаток).

#### **4.4 Розробка директивного технологічного процесу складання панелі в маршрутному описі. Оформлення на бланках**

Єдина система технологічної документації (далі – **ЄСТД**) – комплекс міждержавних стандартів і рекомендацій, що встановлюють взаємопов'язані правила і положення по порядку розробки, комплектації, оформлення та обігу технологічної документації, яка застосовується при виготовленні, контролі, прийманні та ремонті (модернізації) виробів (включаючи збір і здачу технологічних відходів). ЄСТД застосовується в машинобудуванні та приладобудуванні, у тому числі авіації. Допускається поширення вимог і правил ЄСТД на технологічну документацію, що розробляється і застосовується організаціями та підприємствами інших галузей промисловості.

Призначення комплексу документів ЄСТД:

1) Встановлення єдиних уніфікованих машинно-орієнтованих форм документів, що забезпечують сумісність інформації, незалежно від застосовуваних методів проектування документів (без застосування засобів механізації, із застосуванням засобів механізації або автоматизації).

2) Створення єдиної інформаційної бази для впровадження засобів механізації та автоматизації, що застосовуються при проектуванні технологічних документів і вирішенні інженерно-технічних завдань.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3) Встановлення єдиних вимог і правил щодо оформлення документів на одиничні, типові і групові технологічні процеси (операції), в залежності від ступеня деталізації опису технологічних процесів.

4) Забезпечення оптимальних умов при передачі технологічної документації на інше підприємство (інші підприємства) з мінімальним переоформленням.

5) Створення передумов щодо зниження трудомісткості інженерно-технічних робіт, що виконуються у сфері технологічної підготовки виробництва і в управлінні виробництвом;

6) Забезпечення взаємозв'язку з системами загальнотехнічних і організаційно-методичних стандартів.

Директивні технологічні матеріали (далі – ДТМ) є важливим документом складального процесу в сучасному авіабудуванні. Розробка їх ведеться на етапі технологічної підготовки виробництва (далі – ТПП). ТПП – сукупність процесів і процедур, що виконуються за допомогою САД-систем, що має на меті створення комплекту технологічних документів: технологічних маршрутів і операційних карт механічної обробки, складання (монтажу), контролю; норм часу на виконання технологічних операцій; керуючих програм для обладнання з числовим програмним управлінням; проєктів оснащення і спеціального інструменту і т.д.

Метою ТПП є забезпечення готовності виробництва до виготовлення розроблених нових виробів в заданому обсязі.

ДТМ визначають:

– основні напрямки технології виготовлення, контролю ЛА і його СЧ, що передбачають максимально можливе використання його технологічних можливостей;

– технологічні методи зниження собівартості і скорочення циклу виробництва при забезпеченні заданої якості;

– основні напрямки зниження витрат і скорочення термінів ТПП;

– заходи щодо підвищення технологічного рівня серійного виробництва;

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

– раціональну організацію виробництва, правила забезпечення пожежної безпеки, безпеки праці та і методи охорони навколишнього середовища.

Основним, але не єдиним, наповненням ДТМ є директивні технологічні процеси (ДТП), які є основою для розробки робочих ТП.

Мною розроблений ДТП складання панелей хвостових на бланках (див. Додаток до Проєкту).

#### **4.5 Розробка технічних умов постачання складових частин на складання панелі. Оформлення на бланку**

Технічні умови (далі – **ТУ**) поставки СЧ на складання панелі є основним технологічним документом, що встановлює вимоги до СЧ як елементам складальних одиниць (далі – **СкО**). ТУ поставки СЧ на складання встановлюються з урахуванням наступних основних причин:

- схеми конструктивно-технологічного членування;
- обраного (розробленого) методу складання;
- схеми складання;
- максимальної виробничої завершеності СЧ, які надходять на складання панелі;
- наявності, розмірів і зон розташування в СЧ компенсаторів і оброблюваних припусків, призначених для забезпечення заданої точності геометричних параметрів;
- забезпечення складуваності конструкції панелі;
- конструктивно-технологічних характеристик і особливостей СЧ.

Загальні ТУ поставки СЧ на складання панелі:

1) Витримка, в межах встановлених допусків, фактичних розмірів кожного елемента складальної одиниці, рівним креслярським, згідно ОСТ 1 00022-80.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2) Правильність положення всіх геометричних контурів деталей щодо базових осей, єдності осей, симетричність.

3) Використання зазначених матеріалів, виконання операційних режимів обробки.

4) Забезпечення необхідних мас елементів.

5) Куплені агрегати перед складанням повинні піддаватися вхідному контролю, що включає, в тому числі, перевірку наявності технічних паспортів і сертифікатів якості.

6) Відсутність на деталях і вузлах тріщин, забоїн, іржі, знятого покриття та ін. дефектів.

7) Подряпини, ризики на поверхнях деталей не допускаються.

8) Виконання діаметрів отворів під КЕ в межах призначеного допуску.

Специфічні ТУ поставки СЧ на складання панелі, з огляду на її суцільнометалеву конструкцію, не розроблялись. Можна лише сказати, що всі елементи каркаса поставляються з направляючими отворами (далі – **НО**), обумовленими в картах умов поставки для відповідних механоскладальних і заготівельно-штампувальних цехів.

#### **4.6 Вибір, обґрунтування та технічний опис засобів технологічного оснащення для складання панелі**

В даний час механізації і автоматизації підлягають лише ті операції і переходи складально-монтажного процесу, які носять масовий характер: свердління і оброблення отворів; постановка кріпильних елементів (клепка заклепок, установка болт-заклепок, згвинчування болтів, гвинтів, гайок);

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



операції зварювання, склеювання (напр., стільникових конструкцій), запресовки, розвальцьовування і т.д. Відповідно, питання вдосконалення тих технологій складально-монтажних робіт в літакобудуванні є надзвичайно актуальними, тому що вони в кінцевому підсумку визначають ефективність всього технологічного процесу виробництва ЛА.

Також такий підхід передбачає наступні особливості складально-монтажних робіт:

- перехід на гнучкі портативні системи позиціонування робочих органів технологічних систем;
- використання переналагоджуваної складальної оснастки замість спеціального;
- застосування гнучких гібридних роботів;
- перехід на електричні виконавчі органи систем постановки кріпильних елементів і ін.

Впровадження комплексної механізації і автоматизації дозволяє значно покращити умови виробництва, а комплексний підхід у цьому питанні забезпечує системність і чітку послідовність впровадження вказаних технологій. Так, механізація робіт полягає, в основному, на етапі складання у можливості використання ручних механізованих інструментів, які дозволяють виконати майже всі види застосовуваних з'єднань, починаючи від «класичних» заклепкових до спеціальних, з використанням кріпильних систем типу Hi-Lok. Крім цього, застосування кріпильних систем з осьовим кріпильним елементів передбачає необхідність виконання отворів, у тому числі «класичних», тобто за квалітетом Н7...Н9.

Автоматизація робіт, на відміну від механізації, передбачає застосування сучасних ЗТО з автоматичним приводом, а саме: машин для обробки отворів з автоматичною подачею, клепальних автоматів, роботів тощо. Організація спільної роботи устаткування з роботами досягається створенням системи групового управління. Складність рішення задачі

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

групового управління полягає в програмуванні, обміні інформацією і синхронізації роботи різнорідного обладнання, що входить в комплекс.

Так, застосування конвеєрного складання з автоматизованими системами є перспективним напрямком для оптимізації технологічних процесів складання. Однак на сьогоднішній день конвеєрного складання схильні тільки операції агрегатної і остаточного складання планера.

У зв'язку з вищевикладеним перспективним є підвищення ефективності і скорочення термінів випуску за рахунок застосування автоматизованого складання в умовах комп'ютерних інтегрованих технологій, роботизованих систем з урахуванням обсягу випуску виробів.

З урахуванням вищенаведеного, розроблено перелік ЗТО, необхідних для виконання ТП складання панелі, який представлений в таблиці 4.1.

**Таблиця 4.1** - Перелік ЗТО, необхідних для виконання ТП складання панелі

№ п/п	Найменування ЗТО	Основні технічні характеристики ЗТО
1	2	3
<i>А. Технологічна оснастка і стенди робочі</i>		
A1	Стенд попереднього складання	Виконання попередніх складальних операцій перед установкою в складальні положення в стапелі загального складання

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
A2	Стенд зварювання	Виконання зварювальних операцій по верхній і нижній обшивках перед установкою в стапель загального складання
A3	СП загального складання	Пристосування (стапель) для установки в складальні положення і фіксації елементів панелі, з наданням їй закінченого вигляду
A4	Стенд позастапельного складання	Виконання решти складальних операцій
A5	Контрольний стенд	Контроль якості остаточно складеної панелі

<i>Б. Обладнання</i>		
Б1	Клепальний прес КП-204 СМЗ(рисунок 4.4)	Клепка пресою заклепок при складанні обшивок перед установкою в стапель загального складання
Б2	Клепальний автомат СРАС Broetje Automation (рисунок 4.5)	Виконання решти клепаних з'єднань в автоматичному режимі пресовим способом
<i>В. Механізований інструмент (МІ)</i>		
В 1	Машина розгортуюча МР-14У УкрНДІАТ (рисунок 4.6)	Виконання остаточних отворів по Н9 під болти кріплення замків

## **4.7 Розробка технічних умов та технічний опис конструкції технологічного оснащення для складання панелі. Оформлення на бланку**

Складанням технічних умов (далі – **ТУ**) займається технологічне бюро цеху-замовника. В ТУ вказується стан виробів, цех постачальник, цех споживач, номер креслення деталі, кількість деталей.

					<b>ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		44





**Рисунок 4.6** – Машина розгортуюча MR-14У

Нижче представлені технічні вимоги, що пред'являються до пристосування для складання панелей – СП загального складання:

1) Забезпечення заданих вимог точності з'єднання елементів авіаційної конструкції між собою.

2) Збереження точності стиків і положення деталей і вузлів протягом усього періоду експлуатації.

3) Надійність фіксації деталей і вузлів в СП.

4) Сталість заданих розмірів незалежно від коливань температури і вологості.

5) Пневматичний привід рубильників пристосування.

6) Використання в конструкції СП максимально великої кількості нормалізованих і стандартизованих деталей і улов.

7) Раціональні розміри СП.

8) Вільні підходи до місць з'єднань і робочим зонам;

9) Дотримання правил техніки безпеки.

10) Метод складання - з базою «від обшивки».

11) Положення відсіку в пристосуванні – вертикальне.

12) Додаткові види оснастки – помости, драбини, верстати;

Стосовно до даної конструкції, СП призначений для розміщення деталей і вузлів панелі, які надходять на складання, в складальному положенні, фіксації їх і отримання отворів під заклепки перед клепкою на пресі або автоматі.

Основні технологічні операції, що виконуються на СП:

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- 1) Установка каркасного комплексу.
- 2) Виконання з'єднань елементів каркаса.
- 3) Попередній контроль якості з'єднань.
- 4) Установка і кріплення панелей.
- 5) Перевірка і усунення зазорів між ложементами і зовнішньою поверхнею обшивки.
- 6) Свердління отворів по технологічний кріплення.
- 7) Установка технологічного кріплення.
- 8) Знімання підскладеної панелі.

Виготовлення складальної оснастки для авіаційних конструкцій проводять за таким порядком:

- 1) Комплектування стандартних елементів.
- 2) Виготовлення спеціальних елементів.
- 3) Попереднє складання каркаса і монтаж на каркас базуючих елементів і фіксаторів;

Остаточне складання каркаса з використанням універсальних інструментів і приладів (метричних, рівнів, універсальних координатно-монтажних стендів, плаз-кондукторів, інструментальних стендів, лазерних центруючих вимірювальних систем, лазерних трекерів і т.д.).

Мною оформлена Заявка на проектування технологічної оснастки для складання панелей (див. Додаток).

Стапель складання панелей призначений для забезпечення складальних робіт: установка основних елементів в складальне положення, виконання попередніх з'єднань, перевірка зазорів і основних параметрів, а також забезпечення обраного базування елементів панелі. Це спеціальний пристрій, що складається з колон (вертикальні елементи) – несучих частин. Для зв'язку колон з іншими елементами застосовуються чавунні кронштейни. Особливе призначення в каркасі грають поздовжні балки, верхня і нижня. На них розміщуються і кріпляться майже всі засоби фіксації літакових деталей. Балки

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

можуть сприймати все навантаження, вібрації і удари. Тому їх виготовляють із сталевого прокату.

#### **4.8 Визначення методів, вибір та обґрунтування засобів контролю точності конструктивних параметрів складання панелі**

Види контролю, проведеного БТК, що застосовується в процесі складання панелі:

1) Вхідний – на відповідність деталей, вузлів, готових виробів, які надходять на складання, вимогам документації, наявності бирок, вихідних паспортів, сертифікатів.

Застосовується на початку робіт, після надходження деталей і вузлів з цехів-виробників або покупних. Інструмент: лінійка, штангенциркуль, візуально-оптичний контроль.

2) Поопераційний – контроль виконання окремих операцій, позначених в технічних вимогах або підлягають контролю на розсуд технолога.

Інструмент: мікрометричний, індикатори, динамометри.

3) Приймальний – на відповідність готового агрегату всієї КТД, що включає складання відомості дефектів (при необхідності), закриття технологічного паспорта з відміткою всі відхилення від креслення і документації, що мали місце в процесі монтажу.

Інструмент: крім перерахованого вище, спецшаблони, оптичний спеціальний.

#### **4.9 Розрахунок норм часу на виконання операцій директивного технологічного процесу складання панелі**

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Нормування є цілий управлінський процес, вплив якого направлено на продуктивність праці, чисельність персоналу, обсяг і якість продукції. А це одні із стратегічних показників виробництва. Організація нормування праці на підприємстві - це процес аналізу трудової діяльності працівників і встановлення норм праці для кожної конкретної ділянки або робочого місця.

Об'єктом нормування праці є трудові дії, руху і операції працівників, які вимірюються за допомогою тимчасової шкали (в секундах, годинах, хвилинах). Метою вимірювання зазвичай є розрахунок оптимального часу на здійснення тієї чи іншої робочої операції. Витрати часу робочого на одиницю виробленої ними продукції називають нормою часу.

Обернено пропорційна величина - норма вироблення, - це планова кількість виробів, напівфабрикатів або продукції, яка може призвести робочий за період часу (за годину або за зміну).

Організація нормування праці на підприємстві вирішує завдання:

- 1) Планування максимально можливих обсягів виробництва на поточну чисельність персоналу;
- 2) Планування оптимальної чисельності персоналу на очікуваний план виробництва;
- 3) Видача робочим виробничих завдань з урахуванням норм;
- 4) Оптимізація виробничих процесів в результаті аналізу трудової діяльності працівників (під час нормування);
- 5) Підвищення продуктивності праці шляхом послідовного перегляду норм.

Залежно від способу розробки норм праці, виділяють різні методи нормування праці в організації або на підприємстві:

- 1) Аналітично-дослідницький метод нормування праці полягає в проведенні аналізу робочого часу і вимірів тривалості виробничих операції за

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



допомогою класичних інструментів нормування - фотографії робочого часу і хронометражів.

2) Аналітично-розрахунковий метод нормування праці дозволяє розрахувати норми без проведення замірів в реальній ситуації, на підставі типових нормативів і довідників.

3) Сумарний метод нормування праці полягає в застосуванні вже наявних нормативів до разових або нових виробничих процесів, на які немає розробленої технології.

4) Факторний метод нормування заснований на факторному аналізі діяльності декількох компаній або підрозділів і виділення драйверів чисельності – факторів, що значущий вплив на цей показник.

5) Мікроелементний метод нормування праці передбачає можливість розрахувати тривалість робочої операції, підсумовуючи стандартизовані нормативи часу на що входять до операцію мікроелементні руху (наприклад, нахил за деталлю, поворот, розміщення деталі на верстаті і т.д.).

В даному Проекті застосовано аналітично-розрахунковий метод, який, стосовно до розглянутих панелей, показав, що трудомісткість складання склав 313,1 н/год.

#### **4.10 Розробка робочого технологічного процесу складання панелі в маршрутно-операційному описі. Оформлення на бланках**

Зміст процесу проектування складальних робіт у великій мірі визначається конструктивними особливостями виробу, що складається і технологічними критеріями його складання. Розробка ТП з урахуванням всіх особливостей складальної одиниці і обраного типу виробництва ділиться на кілька етапів:

1) Вибір схеми базування та складу оснащення складання.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2) Визначення послідовності виконання складальних операцій на основі обраних послідовностей установки елементів.

3) Проєктування робочого технологічного процесу складання на основі визначення необхідного складу робочої оснастки, інструменту, обладнання, кількості і кваліфікації виконавців, розрахунку режимів і нормування ТП.

4) Розрахунок техніко-економічних показників, обґрунтування вибору оптимального варіанту ТП за технологічною собівартості, оформлення карт ТП.

Для складання панелі я обираю робочий ТП, виходячи з мінімальної технологічної собівартості. Варіанти впровадження нових технологічних процесів відрізняються:

- складом елементів складання;
- складом і конструкцією складальної оснастки, обладнання, інструменту;
- трудомісткістю складання;
- кількістю робочих, кваліфікацією;
- розміром виробничих площ;
- термінами і вартістю підготовки виробництва;
- циклом складання;
- механізацією (автоматизацією) процесу;
- техніко-економічними показниками.

Розробка ТП складання проводиться відповідно до укрупнених технологічних послідовностей їх складання, які є частиною обраних методів їх складання.

Робочі ТП розділяються:

1) За призначенням:

а) тимчасовий:

- вихід з ладу обладнання або оснащення;
- відпрацювання робочого ТП;
- виготовлення дослідних зразків;

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- виготовлення установчої партії;
- впровадження конструктивних змін;
- б) серійний;
- 2) За організацією виробництва:
  - а) одиничний;
  - б) груповий;
- 3) За описом:
  - а) маршрутний;
  - б) маршрутно-операційний;
  - в) операційний;
- 4) За значущістю:
  - а) стандартний;
  - б) особливо відповідальний;
- 5) За рівнем засвоєності:
  - а) освоєний;
  - б) новий:
    - містить які раніше не застосовувалися методи виготовлення;
    - освоєний в галузі, але не застосовувався на підприємстві;
    - містить процеси обробки нових конструкційних матеріалів;
- б) За контролепридатністю:
  - а) стандартний;
  - б) спеціальний:
    - виробництво клеєних конструкцій;
    - виробництво деталей з композиційних матеріалів;
    - герметизація;
    - виконання з'єднань з гарантованим натягом.

ТП оформлюються на бланках, встановлених діючими державними, галузевими або корпоративними стандартами підприємства. Рівень деталізації описової частини ТП повинен відповідати вимогам підприємства і етапу життєвого циклу виробу.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Мною розроблений ТП складання панелей хвостових з підбором ЗТО, нормуванням робіт. ТП представлений на технологічних картах в Додатку.

#### 4.11 Визначення необхідної кількості засобів технологічного оснащення на виробничій дільниці складання хвостових панелей

Розрахунок кількості ЗТО  $C_{pi}$ , необхідних для виконання і-тої операції ТП складання панелей хвостових СЧК  $C_{pi}$ , здійснюється за формулою :

$$C_{pi} = A \cdot T_{ум\ i} / (\Phi_{\delta} \cdot n_i \cdot K_{вн}),$$

де:  $A$  – річна програма випуску, шт/рік;

$T_{ум\ i}$  – трудомісткість виконання і-тої операції ТП, н/год;

$\Phi_{\delta}$  – річний ефективний фонд робочого часу на поточний рік (встановлюється згідно рекомендацій Міністерства праці та виробничих традицій підприємства);

$n_i$  – кількість одночасно працюючих основних виробничих робочих (далі – **ОВР**) на і-тій технологічній операції ТП, чол.;

$K_{вн}$  – коефіцієнт виконання норм, приймається на рівні 1,0...1,2;

Розрахована величина  $C_p$  округляється в більшу сторону до отримання прийнятої кількості ЗТО  $C_{np}$ .

На основі отриманих даних розраховуються коефіцієнти завантаження ЗТО  $K_{зо}$  по кожній операції і середній коефіцієнт завантаження ЗТО  $K_{зо\ сер}$  за формулами :

$$K_{зо} = C_p / C_{np} \rightarrow 1$$

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$K_{зо\ сер} = \Sigma C_p / \Sigma C_{np} \rightarrow 1$$

Основні технічні характеристики ЗТО представлені в таблиці 4.2. Результати розрахунків необхідної кількості СТО представлені в таблиці 4.3.

$$C_{p1} = 24,2 \cdot 200 / (1965 \cdot 2 \cdot 1,2) \sim 1,0. \text{ Приймаємо } C_{np1} = 1 \text{ шт.}$$

$$C_{p3} = 11,9 \cdot 200 / (1965 \cdot 1 \cdot 1,2) \sim 1,0. \text{ Приймаємо } C_{np3} = 2 \text{ шт.}$$

$$C_{p6} = 12,0 \cdot 200 / (1965 \cdot 1 \cdot 1,2) \sim 1,0. \text{ Приймаємо } C_{np6} = 1 \text{ шт.}$$

$$C_{p7} = 44,0 \cdot 200 / (1965 \cdot 2 \cdot 1,2) \sim 1,87. \text{ Приймаємо } C_{np7} = 2 \text{ шт.}$$

$$C_{np\Sigma} = 5 \text{ шт.}$$

**Таблиця 4.2** - Основні технічні характеристики ЗТО

Найменування ЗТО	Вартість ЗТО, грн.	Потужність електродвигуна, кВт	Витрати стиснутого повітря, м <sup>3</sup> / год.	Група ремонтної складності
1	2	3	4	5
пневмоскоба Desoutter CP0351 ASKEL	8000	-	36	5
клепальний прес КП-403М	54000	5	40	18
автомат клепальний АК-2,2-0,5	250 000	15	90	25
машина розгортуючи МР-14У	18000	-	60	5

Таблиця 4.3 – Результати розрахунку необхідної кількості обладнання

N ол.	Найменування ЗТО	Трудомісткість виконання і-тої операції ТП, год.		Коефіцієнт використання	Ефективний фонд роботи ЗТО $\Phi_0$ , год.	Кількість одночасно працюючих $P_0$ , чол.	Кількість ЗТО, шт.		Коефіцієнт завантаження ЗТО $K_{з0}$	Вартість ЗТО $O_c$ , грн.	
		на одиницю $T_{цвирі}$	на річну програму $T_{рч}$				$C_p$	$C_{np}$		одиниці	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	пневмоскоба Desoutter SP0351	24,2	4840	1,2	1965	2	1,0	1	1,0	8000	8000
3	клепальний прес КП-403М	11,9	2380	1,2	1965	1	1,0	1	1,0	54000	54000
6	автомат клепальний АК-2,2-0,5	12,0	2400	1,2	1965	1	1,0	1	1,0	250000	250000
7	машина розгортуюча МР-14У	44,0	8800	1,2	1965	2	1,87	2	0,94	18000	36000
<b>Всього:</b>							<b>4,87</b>	<b>5</b>	<b>0,97</b>	<b>-</b>	<b>348000</b>

#### 4.12 Визначення чисельності основних виробничих, допоміжних робітників і фахівців виробничої дільниці складання хвостових панелей

Розрахунок необхідного кількості ОПР для виконання і-тої технологічної операції ТП  $P_{ОПР\ i}$  виконується за формулою:

$$P_{ОПР\ i} = T_{ум\ i} \cdot A / (\Phi_{ін} \cdot K_{вн}),$$

де:  $T_{ум\ i}$  – трудомісткість виконання і-тої технологічної операції ТП, год.

Розрахункова кількість ОВР по кожній професії і розряду округлюється у більшу або меншу сторону і отримується прийнята чисельність ОВР. Розряди встановлюють відповідно до розрядів робіт.

Загальна прийнята кількість ОВР  $P_{ОВР}$  ділянки становить:

$$P_{ОВР} = 313,1 \cdot 200 / (1809 \cdot 1,2) = 28,7. \text{ Приймаємо } P_{ОВР} = 29 \text{ чол.}$$

Прийнята кількість ОВР за операціями ТП становить:

$P_1 = 24,2 \cdot 200 / (1809 \cdot 1,2) = 2,2$ . Приймаємо 2 чол. - складальник-клепальник 3 р.

$P_2 = 91,2 \cdot 200 / (1809 \cdot 1,2) = 8,35$ . Приймаємо 9 чол. – зварювальник 4 р.

$P_3 = 11,9 \cdot 200 / (1809 \cdot 1,2) = 1,1$ . Приймаємо 1 чол. - складальник-клепальник 5 р.

$P_4 = 44,0 \cdot 200 / (1809 \cdot 1,2) = 4,0$ . Приймаємо 4 чол. - складальник-клепальник 5 р.

$P_5 = 73,8 \cdot 200 / (1809 \cdot 1,2) = 6,76$ . Приймаємо 7 чол. - слюсар-складальник ЛА 4 р.

$P_6 = 12,0 \cdot 200 / (1809 \cdot 1,2) = 1,1$ . Приймаємо 1 чол. - складальник-клепальник 6 р.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$P_7 = 44,0 \cdot 200 / (1809 \cdot 1,2) = 4,0$ . Приймаємо 4 чол. - слюсар-складальник  
5 р.

$P_8 = 12,0 \cdot 200 / (1809 \cdot 1,2) = 1,1$ . Приймаємо 1 чол. - слюсар-складальник  
6 р.

Результати розрахунків ОВР представлені у вигляді відомості в таблиці  
4.4.

**Таблиця 4.4 – Відомість ОВР ділянки**

№ оп.	Найменування професії	Роз-ряд	Кіль-кість ОВР, чол.	В т.ч. по розряд					
				1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	складальник-клепальник	3	2			2			
2	зварювальник	4	9				9		
3	складальник-клепальник	5	1					1	
4	складальник-клепальник	5	4					4	
5	слюсар-складальник	4	7				7		
6	складальник-клепальник	6	1						1
7	слюсар-складальник	5	4					4	
8	слюсар-складальник	6	1						1
<b>Всього:</b>			<b>29</b>			<b>2</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>2</b>

Кількість допоміжних робочих  $P_{допом}$  ділянки становить 20 % від чисельності ОВР і розраховується за формулою:

$$P_{допом} = P_{ОВР} \cdot 20/100.$$

Кількість допоміжних робочих  $P_{допом}$  ділянки становить:

					<b>ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ</b>	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



$P_{допом} = 29 \cdot 20/100 = 5,8$ . Приймаємо  $P_{допом} = 6$  чол.

В якості допоміжних робочих ділянки прийняті:

- слюсар - налагоджувальник 3 р. – 2 чол.;
- вантажник 3 р. – 2 чол.;
- черговий електрик 3 р. – 2 чол.;

Кількість фахівців  $P_{спец}$  ділянки становить 6...12% від загальної чисельності ОВР  $P_{ОВР}$  та допоміжних робочих  $P_{допом}$ ; розраховується за формулою :

$$P_{спец} = (0,06 \dots 0,12) \cdot (P_{ОВР} + P_{допом})$$

Кількість фахівців  $P_{спец}$  ділянки становить:

$$P_{спец} = 0,06 \cdot (29 + 6) = 2,1. \text{ Приймаємо } P_{спец} = 2 \text{ чол.}$$

В якості фахівців прийняті:

- технік-технолог 1 кат. - 1 чол. ;
- майстер - 1 чол. (по 1 чол. на кожні 25 чол. ОВР).

#### 4.13 Визначення площі виробничої ділянки складання хвостових панелей

Виробнича площа ділянки складання панелей хвостових СЧК визначається за формулою:

$$S = Q_n \cdot S_{num},$$

де:  $S_{num}$  – питома площа одиниці стенда (стаціонарного обладнання, станції), м<sup>2</sup>;

$Q_n$  – кількість одиниць стендів (стаціонарного обладнання, станцій), шт.

Результати розрахунків виробничих площ представлені в таблиці 4.5.

**Таблиці 4.5 – Виробничі площі ділянки панелей хвостових СЧК**

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Найменування стенду (стаціонарного обладнання, станції)	Кількість $Q$ , шт.	Питома площа $S_{шт}$ , м <sup>2</sup>	Загальна площа $S_u$ , м <sup>2</sup>
1	2	3	4
стенд попереднього складання	1	4	4
стенд зварювання	2	5	10
клепальний прес КП-403М	1	3	3
СП загальної складання	1	5	5
стенд поетапного складання	5	5	25
автомат клепальний	1	6	6
контрольний стенд	1	4	4
<b>Всього:</b>			$S_{np} = 57$

Площі проїздів між стендами (стаціонарним обладнанням, станціями)  
- 53 м<sup>2</sup>.

Площа центрального проїзду (-ів) - 200 м<sup>2</sup>.

Площі приміщень служб - 45 м<sup>2</sup>.

Загальна площа ділянки становить **355 м<sup>2</sup>**.

#### **4.14 Розробка та обґрунтування компонування, планування і транспортної логістики виробничої ділянки складання хвостових панелей. Оформлення плану ділянки**

					<b>ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		59

Планування являє собою спеціальну схему, в якій відображується розміщення і площа стаціонарних ЗТО та стендів, відповідно до виконання технологічних операцій.

Транспортна логістика ділянки складання панелей розроблена з урахуванням мінімальних транспортних потоків, відсутність перетину маршрутів, а також можливістю мінімально необхідних для безпечної праці трудящих проходів між стендами.

Розроблено планування виробничої ділянки складання панелей хвостових СЧК (див. Графічну частину).

#### **4.15 Організація робочих місць на ділянці складання хвостових панелей**

Під робочим місцем розуміється частина виробничої площі з розміщеними на ній технологічними обладнаннями та інвентарем, необхідним для ефективного виконання робочим або бригадою певного виробничого завдання. Робоче місце є первинним осередком виробничої структури підприємства. Організація робочого місця являє собою комплекс заходів, спрямованих на створення на робочому місці всіх необхідних умов для високопродуктивної праці, на підвищення його змістовності і охорону здоров'я робітника.

Основними параметрами робочих місць є:

- розміри, площа, обсяг;
- ергономічні показники;
- екологічні показники;
- комерційні показники.

Організація і обслуговування робочих місць в значній мірі залежать від типу виробництва. В одиничному і дрібносерійному виробництві на робочому місці виконується велике число різноманітних операцій; робочі місця оснащені універсальним обладнанням, різноманітним технологічним

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		60

оснащенням і інвентарем. У серійному виробництві переважають робочі місця, на яких виконується обмежене число технологічних операцій. Такі робочі місця оснащуються спеціалізованим обладнанням, оснащенням та інструментом.

Стосовно до виробничої ділянки складання панелей, організація робочих місць стосується рішення відповідного комплексу питань по раціоналізації цих заходів, забезпечення найкращих умов роботи працюючих.

#### **4.16 Висновки до розділу**

Виконано роботи з розробки технологічних документів в повному обсязі. Отримана інформація є основними вихідними даними для виконання потенційних робіт, пов'язаних із розрахунками техніко-економічних показників і розробки планування виробничої ділянки складання панелей.

					<i>ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		61

## Висновки до проєкту

У дипломному проєкті були виконані роботи по розробці комплекту технологічної документації для налагодження серійного виробництва літаків і їх компонентів. Так, було розроблено планування виробничої ділянки складання панелей хвостових СЧК, технологія їх складання і проведено вибір відповідного обладнання, пристроїв та інструменту для реалізації цих процесів.

Проведено аналіз існуючих ТП складання панелей, які діяли на базовому підприємстві і в запропонованому варіанті. Були обрані нові ЗТО для складання, перш за все, переносні клепальні преса західного виробництва і українські розгортаючі механізовані інструменти.

Розроблено планування складання, описана організація робочих місць. Для підтвердження доцільності прийнятих рішень, були проведені розрахунки собівартості складання панелей. Впроваджені ЗТО дорогі, але завдяки їм можна значно знизити собівартість і домогтися стабільної якості виробів.

Зазначені процедури призвели до зростання продуктивності праці майже на 20%. Зазначені технічні рішення, таким чином, привели до значного економічного ефекту, що говорить про доцільність їх впровадження в існуюче виробництво ДП «АНТОНОВ», при поновленні програми випуску розглянутих літаків або їх аналогів на інших виробництвах.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## Список використаної літератури

- 1 Абибов А.Л. Технология самолетостроения. - М: Машиностроение, 1982.
- 2 Александров В. Г. Справочник по авиационным материалам. – М.: Транспорт, 1979.
- 3 Бабушкин А. И. Метод сборки самолетных конструкций. – М.: Машиностроение, 1975.
- 4 Бойко А. П., Мамлюк О. В., Терещенко Ю. М., Цибенко Р.Т. Конструкція літальних апаратів. – К.: Вища освіта, 2001.
- 5 Гриценко І.А., Животовська К.А., Король В.М., Мамлюк О.В., Терещенко Ю.М. Технологія виробництва ЛА, книга 1 – К.: Вища освіта, 2004.
- 6 Кононенко В. Г. Технология производства летательных аппаратов курсовые и дипломное проектирование. К.: Высшая школа, 1974.
- 7 Методичні рекомендації по виконанню дипломного проекту, під редакцією Толстого С.А. – К.: КиАТ, 2021.
- 8 Терещенко Ю. М., Волянська Л.Г., Животовська К.А., Король В.М., Кулик М.С., Кудрін А.П., Мамлюк О. В., Панін В.В. Технологія виробництва ЛА, книга 2. – К.: НАУ, 2006.
- 9 Технологія авіаційного виробництва [Електронний ресурс] // Електронне джерело. – Режим доступу до ресурсу: <https://ukrniat.com/tekhnohiiia-aviatsiynoho-vyrobnytstva/> Дата посилання – 28.05.2021.
- 10 From our repertoire [Електронний ресурс] // Електронне джерело. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.broetje-automation.de/ru/equipment/#equipment/> Дата посилання – 23.05.2021.
- 11 С.А.Толстой Комплексний підхід до забезпечення механізації та автоматизації складальних робіт на вітчизняних авіабудівних підприємствах / Інноваційні технології: Матеріали наук.-техн. конф.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		63

студентів, аспірантів, докторантів та молодих учених. – К.: НАУ, 2020.

- 12 Герасименко О.І., Толстой С.А., Сухов В. В. Застосування сучасних складальних і технологічних баз під час виготовлення відсіків літака / Матеріали конференції «Авіа-ракетобудування: перспективи та напрямки розвитку» II науково-практична конференція студентів та молодих вчених від 2-го грудня 2020. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020.
- 13 Ломанов О. К., Толстой С. А., Сухов В. В. Забезпечення виробничої технологічності стиків агрегатів літаків / Матеріали конференції «Авіа-ракетобудування: перспективи та напрямки розвитку» II науково-практична конференція студентів та молодих вчених від 2-го грудня 2020. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020.
- 14 Каталоги типових циклових графіків, схем складання і планувань дільниць Київського авіаційного технікуму. – К.: КиАТ, 2021.

					ВЛзп8110.10.22.00.00ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		64

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

\_\_\_\_\_ посада, розробник ДТП

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

\_\_\_\_\_ посада, Головний Виконавець

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ДИРЕКТИВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС  
СКЛАДАННЯ ПАНЕЛЕЙ ХВОСТОВИХ СЕРЕДНЬОЇ ЧАСТИНИ КРИЛА  
ЛІТАКА АН-26-100**

Розробив	Шкаровський С.	Начальник лабораторії		Начальник відділу		Погоджено	Толстой С.А.



ІАТ каф. АРБ	ДИРЕКТИВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ ПАНЕЛЕЙ ХВОСТОВИХ СЕРЕДНЬОЇ ЧАСТИНИ КРИЛА ЛІТАКА АН-26-100		Найменування		Креслення №		Аркушів	3
			Агрегат виробу	Середня частина крила			Аркуш	1
			Система	Крило літака				
№ оп.	Зміст процесу		Пристосування, інструмент і обладнання	№ креслення складової частини	Найменування складової частини	Кільк.	Примітка	
1	2		3	4	5	6	7	
1	Попереднє складання верхньої обшивки з накладками на стенді. Клепка пресове.		стенд попереднього складання, пневмоскоба					
2	Зварювання верхньої і нижньої обшивки згідно кресленню і типовому ТП.		стенд зварювання					
3	Клепання обшивок на клепальному пресі.		клепальний прес					

ІАТ каф. АРБ	ДИРЕКТИВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ ПАНЕЛЕЙ ХВОСТОВИХ СЕРЕДНЬОЇ ЧАСТИНИ КРИЛА ЛІТАКА АН-26-100	Найменування		Креслення №			Аркуш	2
		Агрегат виробу	Середня частина крила					
		Система	Крило літака					
№ оп.	Зміст процесу	Пристосування, інструмент і обладнання	№ креслення складової частини	Найменування складової частини	Кільк.	Примітка		
1	2	3	4	5	6	7		
4	Підготовка СП загального складання до роботи. Установка підскладених обшивок, лент і профілів у складальних положеннях. Клепання технологічними заклепками.	СП загального складання пневмомолоток підтримка						
5	Установка замків попередня, установка інших елементів на стенді.	стенд позастанпельного складання викрутки, гайкові ключі						
6	Клепання автоматичне по відкритих місцях (крайові шви і накладки) на клепальному автоматі.	клепальний автомат						



**ВИКОНУЙ ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ЗГІДНО ІНСТРУКЦІЙ**

<i>IAT</i> <i>каф.</i> <i>АРБ</i>		МАРШРУТНА КАРТА			Аркуш		Службова записка			Виріб	№ складальної одиниці		Виконання	Кільк.
					1		Дипломний проєкт			Ан-26-100			-	1/1
					Аркушів	Цех	Для цеха	Замовл.		Найменування складальної одиниці				
		5			-	-	-	-						
№ оп.	Най- мен. опер.	№№ інстр. з т.б.	ЗМІСТ ОПЕРАЦІЇ					Обладнання, пристрої, інструмент (шифр, інв.№)	Розряд	Норма часу, н/год	Виконавець		Дата и підпис	
											таб. №	підпис, дата	керівник дільниці	контроль БТК (гриф)
1			Попереднє складання верхньої обшивки з накладками на стенді. Клепання пневмоскобами Desoutter CP0351 ASKEL.					стенд поперед- нього складання пневмоскоба Desoutter CP0351	3	4,1				
2			Підготовка стенда зварювання до роботи, перевірка заземлення.					стенд сварки	4	3,2				
										Технолог	<i>Шкаровський</i>			
										Нач. т/б	<i>Толстой С.А.</i>			
						Нач. цеха				Н. контр.				
						Нач. БТК				Нормув.				
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Погоджено	П.І.Б.	Підпис	Дата			П.І.Б.	Підпис	Дата	





№ оп.	Най-мен. опер.	№№ інстр. з т.б.	ЗМІСТ ОПЕРАЦІЇ	Обладнання, пристрої, інструмент (шифр, інв.№)	Розряд	Норма часу, н/год	Виконавець		Дата и підпис		
							таб. №	керівник дільниці	керівник дільниці	контроль БТК (гриф)	
10			Налаштування програми на клепальному автоматі.	клепальный	6	1,3					
			Установка панелей в палети групі.	автомат							
				CPAC							
				Broetje							
11			Клепання автоматичне по відкритим місцям (крайові шви і накладки) на клепальному автоматі.	клепальный	6	4.2					
				автомат							
				CPAC							
				Broetje							
12			Виконання кінцевих отворів по замках і петлям машиною розгортуючою МР-14У.	стенд поза-	5	3,0					
				стапельно-							
				го склад-ня							
				машина							
				розгортуюча							
				МР-14УМ							
				розгортки							
									4		
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Аркуш	Виріб

