

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

Факультет літакобудування

Кафедра технології виробництва літальних апаратів

Пояснювальна записка

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

на тему «Технологічна підготовка виробництва стабілізатора літака типу
АН-148»

ХАІ.104.1-96А.23О.134.11-9/22-1ф ПЗ

Виконав: здобувач(ка) 2 курсу групи № 1-96А
Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

(код та найменування)

Спеціальність 134 «Авіаційна та ракетно-
космічна техніка»

(код та найменування)

Освітня програма «Технології виробництва та
ремонті літальних апаратів»

(найменування)

Матвієнко Ганна Віталіївна

(прізвище та ініціали здобувача (ки))

Керівник: Катерина МАЙОРОВА

(ім'я та прізвище)

Рецензент: Сергій ІВАНОВ

(ім'я та прізвище)

Харків – 2024

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет _____ літакобудування _____

Кафедра _____ технології виробництва літальних апаратів _____

Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

Галузь знань _____ 13 «Механічна інженерія» _____
(код та найменування)

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Катерина МАЙОРОВА _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

«_____» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Матвієнко Ганна Віталіївна

1. Тема кваліфікаційної роботи «Технологічна підготовка виробництва стабілізатора літака типу АН-148»

керівник кваліфікаційної роботи Майорова Катерина Володимирівна,
завідувач кафедри, канд. техн. наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету № 2054-уч від « 30 » 11 2023 року

2. Термін подання здобувачем кваліфікаційної роботи 08 січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи матеріали переддипломної практики, креслення складальної одиниці стабілізатора, операційні карти технологічного процесу складання, креслення стапелю складання.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати) _____
конструкторська частина: конструктивно-технологічний аналіз, технічні умови на виготовлення стабілізатора; технологічна частина: схема конструктивно-технологічного членування стабілізатора, схема складання стабілізатора і маршрутний технологічний процес, розробка схеми ув'язування, розробка схеми базування деталей та вузлів, розробка конструкції складального пристрою, розробка циклового графіка, технологічне планування цеха; економічна частина: визначення порядку розрахунків, розрахунок кількості матеріалів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) складальне креслення стабілізатора, схема членування стабілізатора, схема

збірки і у'язки стабілізатора, панель верхня, стапель для збірки стабілізатора, контр – калібр стику стабілізатора.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Конструкторський розділ	Майорова К.В., зав. кафедри	04.12.2023	08.01.2024
Технологічний розділ	Майорова К.В., зав. кафедри	04.12.2023	08.01.2024
Економічний розділ	Майорова К.В., зав. кафедри	04.12.2023	08.01.2024
Спеціальний розділ	Майорова К.В., зав. кафедри	04.12.2023	08.01.2024

Нормоконтроль _____ « ____ » _____ 20__ р.
(підпис) (ім'я та прізвище)

7. Дата видачі завдання « ____ » _____ 20__ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Конструкторський розділ	08.01.2024	
2	Технологічний розділ	08.01.2024	
3	Економічний розділ	08.01.2024	
4	Спеціальний розділ	08.01.2024	

Здобувач

_____ (підпис)

Матвієнко Г.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Катерина МАЙОРОВА

(ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. Конструкторська частина	
1.1 Конструктивно-технологічний аналіз базової конструкції стабілізатора, шляхи її модернізації	9
1.2 Вибір і обґрунтування модифікації верхньої панелі стабілізатора літака Ан-148. Вибір конструкційних матеріалів	13
1.2.1 Визначення навантажень діючих на стабілізатор.....	14
1.3 Порівняльний ваговий аналіз збірної і стільникових панелей	20
1.4 Технічні умови на виготовлення стабілізатора	20
1.5 Оцінка технологічності конструкції стабілізатора і його частин	22
1.6 Висновок	25
2. Технологічна частина	
2.1 Схема конструктивно-технологічного членування стабілізатора	27
2.2 Схема складання стабілізатора і маршрутний (директивний) технологічний процес	28
2.3 Обґрунтування методів складання і складу складальних пристосувань для стабілізатора і входять до нього підскладань	29
2.4 Вибір методу ув'язування оснащення. Розробка схеми ув'язування	31
2.5 Визначення типових операцій і нормування маршрутно-операційного технологічного процесу складання верхньої панелі стабілізатора	34
2.6 Технічні умови на постачання підскладань стабілізатора	34
2.7 Обґрунтування методів складання і складу складальних пристосувань для стабілізатора і входять до нього підскладань	37
2.8 Розробка схеми базування деталей та вузлів, які надходять на складання стабілізатора в пристосування	37
2.9 Розробка конструкції складального пристосування	41
2.10 Розробка конструкції представника оснащення другого порядку (відповідно до схеми ув'язування).....	45
2.11 Уточнення типу виробництва	48
2.12 Розробка циклового графіка складання стабілізатора	49
2.13 Технологічний розрахунок і структурний склад цеху складання стабілізатора	50
2.13.1 Розрахунок необхідної кількості робочих, кількості оснащення та обладнання	53
2.13.2 Розрахунок потрібних площ	58
2.13.3 Структурний склад цеху стабілізатора	62

2.14 Розробка компоновки складального цеху стабілізатора і агрегатно-складального цеху зі схемою вантажопотоків	63
2.14.1 Схема вантажопотоків цеху	65
2.14.2 Архітектурно-будівельне рішення цеху	66
2.15 Планування цеху	66
2.16 Схема управління виробництва в цеху і елементи АСУП	68
2.17 Структура і функції служби підготовки виробництва і служби технічного контролю. Служби технічного контролю	72
3. Економічна частина	
3.1 Визначення порядку розрахунків статей калькуляції витрат на виготовлення заданої одиниці	74
3.2 Розрахунок кількості матеріалів, необхідних для виготовлення композитної верхньої знімної панелі пасажирського літака середнього класу Ан-148.....	74
3.3 Визначення собівартості композитної верхньої знімної панелі пасажирського літака середнього класу Ан-148.....	75
3.4 Визначення собівартості металевої верхньої знімної панелі пасажирського літака середнього класу Ан-148.....	80
3.5 Порівняльний аналіз розрахунків	84
3.6 Техніко-економічні показники цеху	84
3.7 Визначення точки беззбитковості	86
4. Спеціальна частина	
Вступ	95
4.1 Автоматична клепка	95
4.2 Схеми і технологічні процеси автоматичної клепки.....	96
4.3 Устаткування й оснащення	98
4.4 Параметри надійності свердлильно-клепальних автоматів	103
Висновки по спеціальним розділом	106
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	108
Додатки	

ВСТУП

Літаки Ан-148 призначені для виконання пасажирських, змішаних вантажопасажирських і вантажних перевезень на регіональних і ближніх повітряних лініях. АН-148 має конфігурацію моноплана з високим крилом і двома двигунами, розташованими під крилом. Така конфігурація покращує захист двигунів і конструкції крила від пошкоджень і дає можливість експлуатувати літак на погано обладнаних аеродромах. Літаки забезпечують високу економічність, широкий спектр функціональних можливостей, сучасний рівень інженерної та експлуатаційної досконалості. У зв'язку з цим виникла потреба в літаках для перевезень на невеликі відстані, які при малих коефіцієнтах завантаження дозволяли б уникнути фінансових втрат.

Літак, що розроблюється також повинен відповідати наступним вимогам:

1. комфорт пасажирського салону, що задовольняє найвищим вимогам;
2. можливість перевезення широкої номенклатури вантажів, в тому числі, автомобілів;
3. можливість виконувати зліт і посадку на не обладнані ґрунтові ВПП;
4. експлуатація в широкому діапазоні температур і висот аеродромів;
5. оптимальне співвідношення вартості, економічності і комфорту;
6. можливість обладнання вантажного відсіку пасажирськими кріслами.

Тому в кожному з напрямків ведеться посилена робота по виявленню оптимальних варіантів, що поєднують в собі всі вимоги. Природно, що нові розробки повинні відповідати рівню сучасних вимог і забезпечувати вирішення поставлених завдань на базі нових досягнень в області обчислювальної техніки, інформаційного забезпечення та математичних методів.

Одним з найважливіших аспектів проектування є оптимізація та вибір найкращих варіантних рішень, а також розробка методів забезпечення надійності систем, що проектуються.



Малюнок 1 – Пасажирський літак АН-148

Створення таких літаків відбувається в гострій конкурентній боротьбі між фірмами-виробниками за потенційного пасажера, який користуючись послугами авіакомпанії, оцінює умови, в яких відбувається політ, тобто комфортабельність, обслуговування і зовнішній вигляд салону.

Він більш зацікавлений в своєму особистому комфорті, ніж в технічній досконалості літака. Виробник літака повинен запропонувати зручні і приємні умови польоту. Він повинен ставити собі за мету швидко, зручно і комфортно перевозити пасажирів до місця призначення. Проектування салону літака вимагає правильного поєднання міцності, ваги, пожежної безпеки. Тому при проектуванні літака використовується весь накопичений досвід і передові конструкторські та технологічні рішення.

1.КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

1.1 Конструктивно-технологічний аналіз базової конструкції стабілізатора, шляхи її модернізації

Хвостове оперення літака вільно несуще, одно-кільове, Т-образне. Оперення складається з двох консолей стабілізатора, двох половин руля висоти, кіля, руля напрямку, форкіля.

Оперення є органом стійкості і керованості літака. Горизонтальне оперення, як правило, забезпечує поздовжню стійкість і керованість літака, вертикальне - колійну. Ефективність оперення (крім швидкості і висоти польоту) залежить також від площі оперення і частин, до яких воно кріпиться. Компонування оперення на літаку і конструктивні параметри повинні забезпечувати достатню ефективність його на всіх режимах польоту, включаючи зліт і посадку.

По висоті оперення розташовують так, щоб на всіх основних режимах польоту воно не затіялось крилом і фюзеляжем і, щоб скоси потоку в районі оперення були мінімальними. Якщо не враховувати струменя газів від двигунів, то цій вимозі найкраще відповідають схеми з горизонтальним оперенням, розташованим нижче осі фюзеляжу або на верхній частині кіля.

Вважають, що низько розташоване оперення на великих кутах атаки ефективніше, оскільки зі збільшенням кута атаки воно, переміщаючи вниз, віддаляється від області максимальних скосів потоку за крилом.

На вибір розміщення оперення великий вплив робить місце розташування двигунів на літаку. Якщо газовий струмінь від двигуна проходить близько від оперення, то виникає при цьому підсмоктує сила несприятливо впливає на характеристики оперення.

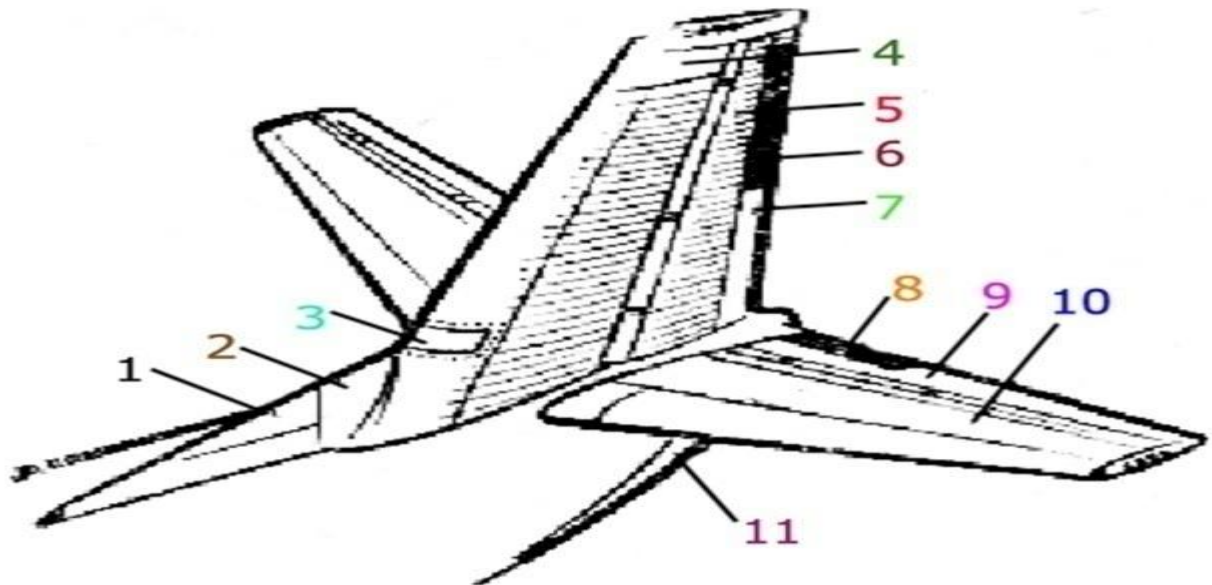
Горизонтальне оперення, розташоване на фюзеляжі. При цьому, кіль додатково не навантажується від горизонтального оперення, а рознос мас, обумовлений такою схемою, сприятливий з точки зору флаттера. Раціональність такої схеми у ваговому відношенні залежить від розмірів і загальної аеродинамічної компоновки літака. У ряді випадків, в тому числі і розглянутому, вона виявляється більш вигідною, ніж схема з горизонтальним оперенням на кілі. Пояснюється це габаритом самого літака, а площі вертикального оперення - через підвищення його ефективності.

При визначенні розмірів і компонованні оперення необхідно враховувати наступне:

- оперення у всьому діапазоні швидкостей і висот на всіх режимах польоту повинно володіти достатньою ефективністю;
- повинно забезпечувати балансування при виникненні несиметричного навантаження в разі односторонньої зупинки двигунів на будь-якій стороні, посадці з бічним вітром і т. д - повинно забезпечувати балансування при виникненні несиметричного навантаження в разі

односторонньої зупинки двигунів на будь-якій стороні, посадці з бічним вітром і т. д.;

- у конструкції і при компонованні оперення повинні бути виключені причини, здатні викликати вібрації типу флаттер і бафтинг при обтіканні повітряним потоком.



Малюнок 1.1 – Форма горизонтального оперення літака Ан-148

1 - форкіль; 2 - зализ; 3 - проблисковий маяк; 4 - киль; 5 - кермо напрямку; 6 - тример керма напрямку; 7 - сервокомпенсатор; 8 - тример керма висоти; 9 - кермо висоти; 10 - стабілізатор; 11 - фальшкіль.

В даному проекті розглядається конструкція стабілізатора, який є нерухомою частиною фюзеляжу.

Проектування силової конструкції є частиною завдання проектування літака. Тому високі вимоги, що пред'являються до досконалості літака по масі, в повній мірі відносяться і до окремих конструктивних елементів.

При виборі конструкції і проектуванні вузла конструктор повинен враховувати, з одного боку, вимоги, що пред'являються до конструкції (навантаження, задані геометрію і форму, стикування із суміжними конструкціями, умови експлуатації, економічні міркування і т.п.), з іншого боку, технологічні можливості виготовлення, наявність необхідних матеріалів, надійність роботи.

У нашому випадку стабілізатор і киль 2-лонжеронної конструкції з працюючою дюралюмінієвою обшивкою. На кожній половині руля висоти встановлений триммер, а на рулі напрямку триммер-сервокомпенсатор. Р.В. і Р.Н. мають осьову аеродинамічну компенсацію і стовідсоткове вагове балансування.

Стабілізатор складається з двох симетричних відокремлених консолей і центроплану. Кожна консоль складається із носка, кесонної частини, хвостової

частини і кінцевого обтічника (закінцівки). У носовій частині стабілізатора, що знімається знаходиться теплова камера для повітря для захисту від обмерзання.

Консолі стабілізатора складаються з поздовжнього і поперечного набору.

Поздовжній набір утворений двома лонжеронами і п'ятьма стрингерами.

Лонжерон - це поздовжня балка, сприймаюча частина згинаючого моменту і поперечної сили стабілізатора. Основними елементами лонжерона є пояси, що сприймають поздовжні сили, і стінки, які працюють, в основному, на зсув від поперечних сил. Обираючи форму перерізу поясу, керуються задачею отримати максимальний момент інерції лонжерона при заданій площі його перерізу, міркуванням простоти його виготовлення, зручності витримки профілю, економії матеріалу поясу для отворів під болти і заклепки, а також зручності кріплення обшивки і стінок. Завдяки наявності лапок площа поясів, зайнята отворами під заклепки, виходить невеликою, а кріплення обшивки і стінки до поясу спрощується. На одному кінці поясу є фітінги для стикування центральної і консольної частин стабілізатора.

Стінки лонжеронів зроблені з листового матеріалу. Тонкі стінки підкріплюють з вертикальними стійками утолкового перетину, з яких до лонжерона кріпляться нервюри. Основне призначення стійок — поділити стінку на панелі і, завдяки цьому, підвищити критичні дотичні напруження місцевої втрати стійкості, які залежать від співвідношення k/a і відносної товщини стінки.

Рівномірно між першим і другим лонжеронами розміщено п'ять стрингерів. Стрингер - поздовжній елемент, що підкріплює обшивку. Навантажується він вісєвими зусиллями від згинаючого моменту стабілізатора і поздовжніми силами від місцевого повітряного навантаження. Основними навантаженнями, що визначають міцність стрингера, є поздовжнє зусилля.

Поперечний силовий набір складається з 15 нервюр. Причому осі 1,15 нервюри паралельні площині симетрії літака. Площини нервюр 3-14 перпендикулярні площині другого лонжерона стабілізатора. Основне призначення нервюр полягає в збереженні форми профіля стабілізатора. Навантажуються вони від повітряного навантаження, що передається на них з обшивки і стрингерів, і силами, що виникають внаслідок деформації конструкції. Від повітряного навантаження нервюри працюють на згинання і зсув, спираючись на лонжерони і обшивку. Від сил, виникаючих при деформації згинання крила, вони працюють на стискання. Виконуються нервюри і в вигляді балок. Поясу з приєднаною обшивкою при цьому працюють на осьові сили, стінки - на зсув.

Обшивка забезпечує необхідну форму поверхні стабілізатора, сприймає місцеве повітряне навантаження, працює на розтягання (стискання) і зсув від загального згинання і крутіння стабілізатора. Обшивка - це один з основних елементів, що забезпечують міцність і жорсткість конструкції. Основними

навантаженнями, що визначають її міцність, є продольні (стискаючи, розтягуючи) і дотичні зусилля, що виникають при згинанні і крученні стабілізатора. На деформації обшивки великий вплив надає також місцеве повітряне навантаження.

В даному випадку обшивка панелей стабілізатора виконана з дуралюмінових листів товщиною 3 мм, в місцях між нервюрами, стрингерами і діафрагмами приклеюються підкладні стрічки для посилення. Листи обшивки з'єднують між собою в стик.

Нижня панель складається з передньої, середньої, задньої обшивок і стрингерів. Середня частина панелі знімна, вона розташована між 1 і 3 стрингерами, кріпиться до обшивки за допомогою гвинтів і анкерних гайок. Панелі кріпляться до лонжеронів 2-х рядним швом в шаховому порядку.

Верхня панель складається з цільної обшивки і стрингерів, виготовлених з пресованого профілю бульбо-кутового перетину. Стрингери кріпляться до обшивки заклепками. Матеріал стрингерів-Д16Т.

Нервюри складально-клепаної конструкції.

Коренева, кінцева і силові нервюри мають пояси з пресованого профілю Д16Т таврового перетину, стінки з отворами полегшення з листів Д16АМ, стойки з пресованого профілю Д16Т бульбо-кутового перетину. Пояси силових нервюр кріпляться до обшивки болтами і заклепками.

Типові нервюри мають стінки з листа Д16АМ з відбортованими отворами полегшення, пояси таврового перетину, стойки з бульбо-кутків. Вони кріпляться до обшивки болтами і заклепками за коштами компенсаторів.

Носок кожної консольної частини стабілізатора розташований між нервюрами 1 і 19 складається з обшивки, внутрішньої балки і 58 діафрагм. Для запобігання обмерзання в носову частину подається гаряче повітря, обігриваючи обшивку. З носової частини повітря виходить в атмосферу через жалюзі кінцевого обтічника стабілізатора.

Носова частина кріпиться до кесонної частини гвинтами і анкерними гайками.

Хвостова частина консольної частини стабілізатора складається з обшивки, діафрагми, бустерного відсіку. Обшивка виконана з композиційного матеріалу.

Кінцевий обтічник (закінцівка) консолі стабілізатора має складну форму подвійної кривизни, виконаний шляхом виклейки з композитних матеріалів.

Закінцівка підкріплена нервюрами і діафрагмами.

Стики консолей стабілізатора з фюзеляжем закриті знімними панелями.

Вузли навішування керма висоти передбачені на кожній консолі стабілізатора і встановлюються на другому лонжероні по нервюрам 1, 6, 9, 11, 15, 19 вузол навішування складається з декількох складових частин.

Кронштейна, виготовленого штампуванням з АК-6 і хромсилевої вилки. У вилку запресовується підшипник для навішування керма висоти.

Правильний вибір матеріалу конструкції може істотно поліпшити вагові і льотно-тактичні характеристики, а також знизити матеріальні витрати на його виробництво і експлуатацію.

При виборі матеріалу враховується його механічні властивості. Однак найбільшу увагу при виборі матеріалу приділяється задоволенню вимоги забезпечення необхідної міцності і жорсткості конструкції при найменшій масі, забезпечення вагової вигідності або вагової ефективності матеріалу.

1.2 Вибір і обґрунтування модифікації верхньої панелі стабілізатора літака Ан-148. Вибір конструкційних матеріалів

Ціль даного проекту модифікація верхньої панелі стабілізатора літака Ан-148.

Проведемо заміну матеріалів обшивки з Д16Т ($\sigma_b = 450$ МПа; $\rho = 2770$ кг/м³) на композитний матеріал УТ-900-3А ($\sigma_b = 560$ МПа; $\rho = 2430$ кг/м³).

Таблиця 1.1 – Механічні властивості матеріалів

Матеріал	Елементи	Характеристика			
		σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	E, ГПа	ρ , кг/м ³
Д16Т	Базовий матеріал обшивки	450	320	72	2770
УТ-900-3А		560	510	67	2430

На етапі проектування один з основних критерії є мінімум маси. Цей показник в основному залежить від вибору матеріалу деталей входять в агрегат. Вибір матеріалу залежить від функціонального призначення елемента і навантажень, які сприймаються ним. За рахунок зменшення маси конструкції можливо збільшити корисне навантаження літака, або зменшити витрату палива.

У конструкції агрегату переважають алюмінієві сплави, так як при порівняно малої щільності вони мають високі характеристики.

Модифікація конструкції полягає в заміні використовуваних матеріалів використовуваний матеріал.

В результаті пошуку конструкторських-технологічних рішень по зниженню маси панелі широке застосування отримали мобільні конструкції, які складаються з двох тонких міцних облицювальних пластин - обшивок, товстої легкої серцевини - стільникового заповнювача, що розділяють несучі пластини і розподіляє навантаження між ними, і адгезійних шарів, що пов'язують пластини з наповнювачем і передають навантаження від заповнювача до облицюванням і

назад. Стільниковий заповнювач працює на зсув і підвищує згинальну жорсткість системи.

Стільникові конструкції мають легкістю і жорсткістю, хорошими звуко- і теплоізоляційними властивостями, високою технологічністю, високою вібростійкістю і стійкістю до атмосферних впливів.

Основними функціями матеріалів для несучих пластин (обшивок) є забезпечення жорсткості щодо згинання і зсуву в площині пластин, а також передача навантажень в тій же площині. В аерокосмічній техніці для обшивок використовуються композитні матеріали, які забезпечують вимоги до таких важливих характеристик, як мала маса, високі міцність і жорсткість.

Найбільш повно зазначеним вимогам задовольняють вуглепластикові обшивки. Вуглецеві волокна, що входять до складу вуглепластиків, крім низької щільності, мають високою питомою модулем пружності і, отже, жорсткістю. Однак робота на стиснення нижче, ніж робота на розтягнення.

Для застосування стільникових конструкцій з вугле-пластиковими обшивками і забезпечення їх надійного і довговічного використання потрібне проведення великого обсягу розрахункових і експериментальних досліджень, що включають вивчення механічних властивостей композитів і величин їх розкиду, розробку ефективних методів розрахунку, аналізу і синтезу конструкцій, дослідження вплив температури на механічні властивості елементів панелі, що застосовуються в умовах різного напружено-деформованого стану.

Як стільникового наповнювача панелі запропонований сотоблок полімеросотопласт - ПСТ-1-2.5, шари внутрішньої і зовнішньої обшивки виготовляються з стрічок УТ-900-3А-240ЕД і УОЛ-300-1А, зі схемою укладання шарів 0 °; 45 °. Вуглецеві стрічки просочуються епоксидним сполучною ЕДТ-69Н. Для поліпшення аеродинамічних якостей панелі використовується зовнішня плівка SYN SKIN.

1.2.1Визначення навантажень діючих на стабілізатор

Стабілізатор зазвичай являє собою 2-опорну балку, навантажену розподіленими аеродинамічними силами і реакціями опор в вузлах навішування керма висоти.

Необхідно визначити, які ж навантаження сприймає стабілізатор.

Зовнішні навантаження, що діють на горизонтальне оперення в польоті обумовлені нормами міцності. У практиці проектування і нормування при визначенні зовнішніх навантажень зазвичай користуються формулами, які пов'язують з їх умовної питомим навантаженням на крило $n^{\circ} m_0 g / S_{кр}$ і площею оперення $S_{оп}$.

При визначенні навантажень на горизонтальне оперення розглядають три основних розрахункових випадку:

- врівноважують навантаження;

- маневрені навантаження;
- навантаження при польоті в неспокійному повітрі.

У сталому прямолінійному горизонтальному польоті урівноважує навантаження на ГО розраховується з умови рівності двох моментів сил відносно центру мас літака.

$$M_{z \text{ ГО}} + M_{z \text{ без ГО}} = 0, \quad (1.1)$$

де $M_{z \text{ ГО}} = P_{\text{ур.ГО}}^{\text{э}} \cdot L_{\text{ГО}}$ – поздовжній момент ГО;

$P_{\text{ур.ГО}}^{\text{э}}$ – урівноважує експлуатаційна сила ГО;

$L_{\text{ГО}}$ – відстань від центру мас літака до центра тиску аеродинамічного навантаження ГО;

$M_{z \text{ без ГО}}$ – поздовжній момент літака без ГО;

Поздовжній момент $M_{z \text{ без ГО}}$ визначається по залежності:

$$M_{z \text{ без ГО}} = m_{z \text{ без ГО}} \cdot S_{\text{ГО}} \cdot b \cdot q \quad (1.2)$$

де $m_{z \text{ без ГО}}$ – коефіцієнт моменту літака без ГО щодо його центру маси при даному куті атаки, що розраховується за результатами продувок аеродинамічній моделі або теоретично по співвідношенням аеродинаміки;

$S_{\text{ГО}}$ – площа горизонтального оперення;

b – середня аеродинамічна хорда горизонтального оперення;

q – розрахункове значення швидкісного напору;

$$q = \frac{\rho \cdot V^2}{2}, \quad (1.3)$$

$V = 240 \text{ м/с}$ – крейсерська швидкість польоту;

$\rho \approx \rho_0 (20 - H)/(20 + H)$ – щільність повітря на крейсерській висоті польоту;

$\rho_0 = 1,225 \text{ кг/м}^3$ – щільність повітря;

$H = 11 \text{ км}$ – крейсерська висота польоту;

Підставляємо значення в формули (3.3) і (3.4):

$$\rho \approx 1,225 (20 - 11)/(20 + 11) = 0,356 \text{ кг/м}^3; \quad (1.4)$$

$$q = \frac{0,356 \cdot 240^2}{2} = 10,25 \text{ кН/м}^2;$$

У сталому горизонтальному польоті, коли коефіцієнт експлуатаційної маневреної перевантаження близький до нуля, визначальною є навантаження за рахунок швидкісного напору. Тоді:

$$m_{z \text{ без ГО}} \approx m_{z 0};$$

де $m_{z 0} = 0,07$ - значення коефіцієнта моменту при $C_y = 0$

Тоді розрахункове значення врівноважує навантаження ГО:

$$P_{ур.ГО}^p = f \cdot P_{ур.ГО}^3 = m_{z \text{ без ГО}} \cdot S_{ГО} \cdot b \cdot q \cdot f / L_{ГО}; \quad (1.5)$$

$f = 2$ - коефіцієнт безпеки.

$$P_{ур.ГО}^p = 0,07 \cdot 18,87 \cdot 1,45 \cdot 10,25 \cdot 10^3 \cdot 2 / 9,4 = 369,1 \text{ (кН)}$$

Урівноважує навантаження розподіляється між стабілізатором і кермом висоти пропорційна їх площам:

$$P_{ур.ГО}^p = P_{ур.ГО}^p \cdot \frac{S_{PB}}{S_{ГО}}, \quad (1.6)$$

$$P_{ур.см.}^p = P_{ур.ГО}^p \cdot \frac{S_{ГО} - S_{PB}}{S_{ГО}}; \quad (1.7)$$

де $P_{ур.ПВ}^p$, $P_{ур.см.}^p$ - розрахункова урівноважує навантаження керма висоти і стабілізатора відповідно. З огляду на площі ПВ і стабілізатора (див. пункт 1.) підставляємо:

$$P_{ур.ГО}^p = 369,1 \cdot \frac{5,37}{18,87} = 105,03 \text{ (кН)}; \quad P_{ур.см.}^p = 369,1 \cdot \frac{18,87 - 5,37}{18,87} = 264,5 \text{ (кН)}.$$

Маневрена навантаження на ГО створюється в початковий момент маневру літака і визначається за наближеною формулою:

$$P_m^3 = \pm k \cdot n_{\max}^3 \cdot m_0 \cdot g \cdot S_{ГО} / S_{кр} \quad (1.8)$$

$k = 0,33$ - коефіцієнт, який визначається в залежності від швидкісного напору і розрахункового випадку крила за таблицями, наближено;

$n_{\max}^3 = 3$ - максимальне значення експлуатаційної перевантаження;

$m_0 = 24000 \text{ кг}$ - злітна маса літака;

Підставляємо:

$$P_m^3 = \pm 0,33 \cdot 3 \cdot 24 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 18,87 / 87,29 = 51,3 \text{ (кН)}$$

$$P_m^p = f \cdot P_m^3 = 2 \cdot 51,3 = 102,6 \text{ (кН)};$$

Маневрена навантаження повинна додаватися з врівноважує навантаженням

$$P_{\text{сум}}^p = P_{\text{ур.ГО}}^p + P_m^p = 369,1 + 102,6 = 471,7 \text{ (кН)};$$

і розподілятися між кермом висоти і стабілізатором пропорційна їх площам:

$$P_{PB}^p = P_{\text{сум}}^p \cdot \frac{S_{PB}}{S_{ГО}},$$

$$P_{\text{ст.}}^p = P_{\text{сум}}^p \cdot \frac{S_{ГО} - S_{PB}}{S_{ГО}};$$

$$P_{PB}^p = 471,7 \cdot \frac{5,37}{18,87} = 134,2 \text{ (кН)};$$

$$P_{\text{ст.}}^p = 471,7 \cdot \frac{18,87 - 5,37}{18,87} = 337,5 \text{ (кН)}.$$

Навантаження на горизонтальне оперення при польоті в неспокійному повітрі визначається як сума врівноважує навантаження для режиму горизонтального польоту і навантаження, зумовленої дією поривів повітря

$$P_{\text{н.в.}}^p = 1,5cV_{o\text{max}} S_{\text{з.о.}},$$

де c - коефіцієнт, який береться приблизно рівним 1,4 при $M > 0,8$,
 $M = 0,012\sqrt{q} > 0,8$,

$$\text{тоді } P_{\text{н.в.}}^p = 1,5 \cdot 1,4 \cdot 240 \cdot 13,5 = 6804 \text{ (Н)}.$$

Розрахункове навантаження в неспокійному повітрі

$$P_{\text{н.в.}}^p = P_{\text{н.в.}}^p \cdot f = 6804 \times 2 = 13,61 \text{ (кН)}.$$

Сумарна розрахункове навантаження при польоті в неспокійному повітрі на горизонтальне оперення:

$$P_{\text{сум}}^p = P_{\text{ур.ГО}}^p + P_{\text{нв}}^p = 369,1 + 13,61 = 382,71 \text{ (кН)};$$

$$P_{\text{сумPB}}^p = P_{\text{сум}}^p \cdot \frac{S_{PB}}{S_{ГО}} = 382,71 \cdot \frac{5,37}{18,87} = 108,9 \text{ (кН)};$$

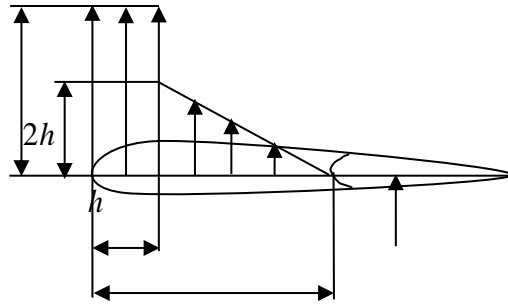
$$P_{\text{сум.ст.}}^p = P_{\text{сум}}^p \cdot \frac{S_{ГО} - S_{PB}}{S_{ГО}} = 382,71 \cdot \frac{13,5}{18,87} = 273,8 \text{ (кН)};$$

Вибираємо максимальну розрахункове навантаження на стабілізатор з отриманих:

$$P_{\text{ман}}^p > P_{\text{н.в.}}^p > P_{\text{ур}}^p, \text{ т.е.}$$

$$337,5 > 273,8 > 264,5 \text{ (кН)}.$$

В даному випадку навантаження горизонтального оперення розподіл навантаження по хорді згідно з рекомендаціями норм міцності матиме вигляд:



Малюнок 1.2 Схема навантаження ГО

За розмахом оперення навантаження розподіляється пропорційно його хордам. Результати розрахунку занесемо в таблицю 1.2.

Таблиця 1.2. Розрахунок розподіленої погонного навантаження ГО

Стабілізатор		Руль висоти					
$b(z), м$	$b_{корн.}$	$b_{конц.}$	$b_{корн.}$	b'	b''	b'''	$b_{конц.}$
	2,04	0,86	1,2	1,1	1,05	0,95	0,9
$q, кН/м$	51	21,5	28,25	26	24,72	22,37	21,2

Розрахунок поперечних сил, згинальних наведених моментів стабілізатора

Розрахунок буде проводитися по перетинах. Для розрахунку будемо враховувати кесонну аеродинамічну і масову навантаження, а також так само реакції в вузлах навішування керма висоти.

Визначимо значення $q_y^{возд}$ і $q_y^{см.}$ в перерізах. Виділимо за розмахом стабілізатора п'ять перетинів. При побудові епюр Q , $M_{изг.}$, $M_{прив}$ уздовж розмаху розподіляється пропорційно хордам перетинів.

$$q_y^{возд} = \bar{P}_{ст.конс}^p b(z), \text{ де } b(z)\text{-хорда стабілізатора.}$$

$q_y^{см.} = P_y^{см.} b(z)$, де $P_y^{см.}$ - складова уздовж осі y від рівнодіючої масової навантаження,

$$P_y^{см.} = \frac{G_{конс}^{см} n^3 f}{S_{конс}^{см}},$$

де $G_{конс}^{см}$ - вага стабілізатора (однієї консолі), $G_{конс}^{см} = 1740 Н$, $S_{конс}^{см} = 6,75 м^2$, $n^3 = 2,5$, $f = 2$.

$$P_y^{см.} = \frac{348 \times 2,5 \times 2}{13,5} = 1289 \frac{Н}{м}.$$

Сумарна погонне навантаження на консоль стабілізатора

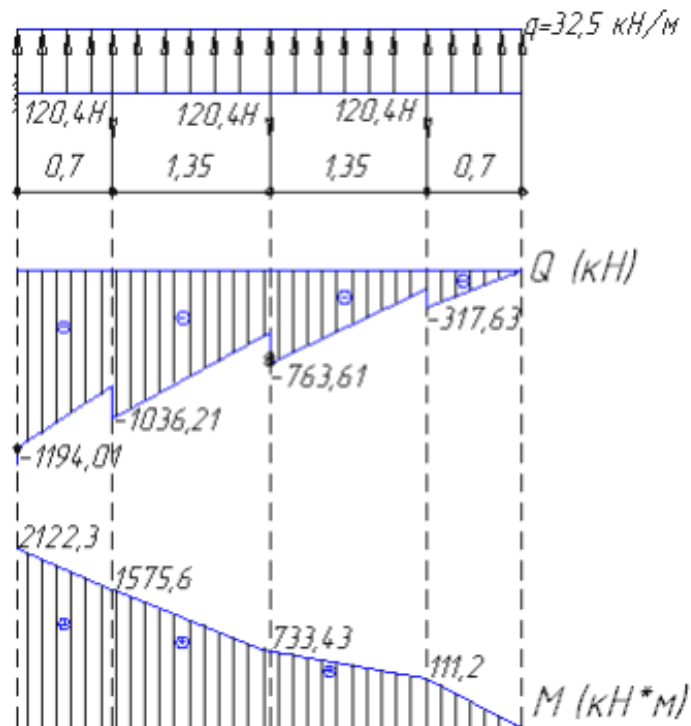
$$q_y^{\Sigma} = q_y^{возд} - q_y^{см.}$$

Побудуємо епюри перерізують сил і згинальних моментів, що діють на стабілізатор в польоті. Для цього всі розрахунки заносимо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3. Результати перерізують сил і згинальних моментів.

$l, (м)$	$b, (м)$	$q_y^{возд}, (кН/м)$	$q_y^{см.}, (кН/м)$	$q^{\Sigma}, (кН/м)$	$Q, (кН)$	$M, (кН\cdot м)$
0	2,04	688,3	2,5092	690,81	0	0
0,7	1,34	452,12	1,6482	453,76	317,63	111,172229
2,05	1,1	371,14	1,353	372,49	763,61	733,4259163
3,4	0,9	303,66	1,107	304,77	1036,21	1575,55026
4,1	0,86	290,16	1,0578	291,22	1194,01	2122,344229

Будуємо епюри перерізують сил і згинальних моментів (див. малюнок 1.3).



Малюнок 1.3 – Епюри поперечних сил і згинальних моментів стабілізатора.

1.3 Порівняльний ваговий аналіз збірної і стільникової панелей

Оцінимо вагову ефективність нової конструкції зі стільниковим заповнювачем щодо базової конструкції. Сумарна площа верхньої і нижньої панелей $F = 54250 \text{ см}^2 = 5.4250 \text{ м}^2$.

Маса базової панелі дорівнює 14.6 кг.

Визначимо масу модифікованої панелі:

$$m = \rho V, \text{ де}$$

ρ – щільність матеріалу, $\rho = 1.6 \text{ кг/м}^3$

V – площа панелі

$$m = 1.6 \times 5.4250 = 8.68 \approx 9 \text{ (кг)}$$

Вагова оцінка:

$$\Delta m = m_{\text{сб.пан}} - m_{\text{мод. пан}} = 14.6 - 9 = 5.6 \text{ (кг)}$$

1.4 Технічні умови на виготовлення стабілізатора

1. Теоретичне креслення 148.000.0080.032.100.ТЧ;
2. Форма і якість зовнішньої поверхні по 1.40000.311.002ТТ;
3. Допуск на розташування осей лонжеронів, нервюр щодо їх теоретичного положення $\pm 1 \text{ мм}$.
4. Допускається відхилення осі обертання РВ від прямої, що проходить через крайні опори: $\pm 0.05 \text{ мм}$.
5. Кріплення нервюр показано на кресленнях нервюр;
6. Герметизацію виробляють за інструкцією ТІ16-501-80. Перед установкою панелей.3105.000.000; .3106.000.000 і обшивок центральній частині нанести валик $\varnothing 2 \dots 3 \text{ мм}$, при цьому забезпечити з'ємність знімних панелей. Решта місць за кресленням.
Установка болтів на носовій частині по РТМ 1.4.1941-89 на смасці АМС-3 ГОСТ 2712-75. Решта на ґрунті ЕП-0215 ТУ 6-10-1966-84, при цьому покривати ґрунтом опорну поверхню головки болта, гладку і різбову його частини, посадочні поверхні шайби і різбову частину гайки;
8. Гарованого затягування гайок:
 $\varnothing 5 - M_{\text{кр}} = (5,6 \pm 0,6) \text{ Н} \cdot \text{м}; (0,57 \pm 0,06) \text{ кГс} \cdot \text{м};$
 $\varnothing 6 - M_{\text{кр}} = (5,8 \pm 0,58) \text{ Н} \cdot \text{м}; (0,6 \pm 0,06) \text{ кГс} \cdot \text{м};$
 $\varnothing 8 - M_{\text{кр}} = (14,5 \pm 1,45) \text{ Н} \cdot \text{м}; (1,48 \pm 0,15) \text{ кГс} \cdot \text{м};$
9. Клепати на сирому ґрунті по ТІ 36-53-94 и ПІ 249-2000;

10. Покриття головок заклепок ГрЭП-0215,470, ГОСТ 190055-85;
11. Металізація заклепками по ГОСТ 101025-85. Підготовка і захист місць металізації по ТІ 36-8-91;
12. Розташування, виконання і позначення реперних точок виробляти за кресленням 1.4000.0080.032.100.ТЧ;
13. Виготовлення та транспортування стабілізатора по інструкції 1.4000.3400.000.000.І;
14. Покриття зібраного стабілізатора за колірною схемою забарвлення виробу;
- 15.* Розміри для довідок;
16. Шліци по болтів Ø8 мм по поясах 1 і 2 лонжерона заповнити герметиком ВІТЭФ-1НТ поз. 230 по ТІ16-501-83.
17. У місцях установки кронштейнів навішування РВ нанести герметик ВІТЭФ - 1НТ по ТІ 16-501-02 згідно з кресленням інгібувати складами типу «Дінітрол» покрити внутрішню поверхню нижньої панелі, стінок лонжеронів і нервюр, а також зовнішні поверхні лонжеронів, бустерний відсік і опори згідно з інструкцією ПІ 1.2.449-91.

Після проведення обробки внутрішньої поверхні стабілізатора захисними складами, виконати очистку дренажних отворів.

При обробці поверхонь вжити заходів щодо захисту електротехнічних та інших монтажів від попадання на них захисних покриттів

1.5 Оцінка технологічності конструкції стабілізатора і його частин

Літак оцінюють, як за рівнем льотно-тактичних характеристик, так і за рівнем виробничих показників. Останні залежать від технологічного вдосконалення основного виробництва серійного заводу і технологічності конструкції об'єкта виробництва. Для підвищення ефективності виробництва вирішальне значення має технологічність конструкції.

Технологічність конструкції - це сукупність властивостей і характеристик конструкції, які дозволяють при мінімальній собівартості і трудомісткості, за умови забезпечення якості, застосовувати найбільш прогресивні технологічні процеси.

Технологічність конструкції закладається при проектуванні и дозволяє отримати виріб заданої якості і з високими техніко-економічними показниками виробництва.

Технологічними називають конструкції, які, забезпечуючи експлуатаційні якості виробу, в процесі виготовлення, експлуатації та ремонту дозволяють досягти меншої трудомісткості, простоти обробки і збірки, зниження вартості продукції і ін. Технологічність конструкції літака визначається цілою низкою чинників: формою деталей, вузлів, агрегатів; точністю виготовлення агрегатів; конструкцією стиків, способами з'єднання деталей, вузлів і відсіків між собою; матеріалом заготовок і точністю виготовлення деталей; застосуванням нормалізованих деталей і ін.

Розробляючи конструкцію виробу, конструктор пристосовує її до виготовлення найбільш економічними технологічними процесами. Велике значення при відпрацюванні технологічності виробу має тип виробництва і обсяг випуску, а також виробничі умови конкретного підприємства, на якому планується виробництво виробу.

Конструкція виробу, що збирається повинна забезпечувати можливість максимальної механізації складально-клепальних робіт.

Конструкції деталей повинні забезпечувати можливість застосування високопродуктивних технологічних процесів, складатися з легко оброблених матеріалів. Простота конструктивних форм деталей полегшує виготовлення заготівельної оснащення і скорочує її кількість.

Оцінка технологічності може бути якісною і кількісною. Якісна оцінка (за принципом «гірше-краще») використовується для порівняння різних варіантів конструкції, коли при виборі кращого конструктивного рішення не потрібно визначення ступеня відмінності порівнюваних варіантів. Для кількісної оцінки використовують основні показники технологічності (показники рівня технологічності конструкції по трудомісткості $k_{y,t}$ і за собівартістю $k_{y,c}$) і додаткові показники технологічності (коефіцієнти стандартизації виробу $k_{ст}$, коефіцієнт використання матеріалу $k_{и.м}$ та ін.).

Якісна оцінка технологічності:

Проведемо якісну оцінку технологічності стабілізатора і його частин:

1. Простота форм поверхонь агрегату.

Планер і його агрегати, утворені лінійними поверхнями, безумовно, простіше у виготовленні, ніж планер, у якого фюзеляж, крила, оперення освічені більш складними нелінійними поверхнями другого порядку.

Стабілізатор має досить просту форму поверхні.

2. Раціональне членування конструкції.

Доцільне членування агрегату істотно впливає на трудомісткість і собівартість виробництва. Раціональне членування має обумовлювати мінімальний цикл складально-монтажних робіт, малу трудомісткість робіт, мінімальну кількість робочих і виробничих площ.

Узагальненим показником ефективності раціональної схеми членування є питома трудомісткість, люд.ч/кг

$$\theta = \sum T_{и} / G$$

де $T_{и}$ – сумарна трудомісткість виготовлення;

G – маса виробу;

Чим нижче коефіцієнт θ , тим більш технологічною є обрана схема членування;

3. Застосування в конструкції стандартних вузлів і деталей.

У конструкції стабілізатора широко використовуються стандартні деталі кріплення: болти, шайби, гайки, заклепки. Застосовуються стандартні підшипники і прес-маслянки для кронштейнів навішування керма висоти. Також дуже широко використовуються стандартні пресовані профілю для виготовлення різних деталей, що в свою чергу впливає на технологічність конструкції.

4. Уніфікація елементів конструкції.

Уніфікація - це раціональне скорочення номенклатури деталей або матеріалів однакового функціонального призначення. Вона сприяє скороченню потреби оснастки, інструментів, обладнання, дозволяє розширити серійність виготовлення, знизити витрати на виробництво. У конструкції стабілізатора номенклатура деталей і матеріалів досить вузька, це добре видно зі схеми збірки-ув'язки (див. пункт 2.1.6.). Більшість деталей виробляються за схожими технологічних процесів, із застосуванням одного і того ж обладнання.

5. Максимальне використання в конструкції матеріалів з високими технологічними властивостями.

В основному всі матеріали, використовувані для виготовлення стабілізатора, є легко оброблюваним алюмінієвими сплавами. Також широко використовуються композиційні матеріали, які не поступаються за своїми технологічними і міцності властивостями металів, але мають набагато меншу вагу.

6. Відсутність надмірно високих вимог до точності розмірів і чистоти обробки поверхонь елементів конструкції.

Високі вимоги пред'являються тільки для деталей, що виходять в потік, до всіх інших немає завищених вимог точності і чистоти обробки поверхні.

7. Наявність достатніх підходів до місць з'єднань, що забезпечують зручність виконання і застосування компенсаторів.

Для зниження вимог точності ув'язки верхньої і нижньої панелей стабілізатора з нервюрами в конструкції нервюр передбачені компенсатори. В даному випадку нервюри приєднуються до панелі не через верхній і нижній пояси, а через компенсатори. Крім зниження вимог до точності сполучення компенсатори призначені і для забезпечення можливості здійснення збірки за місцем без підгонки.

Для поліпшення доступності зон ведення складально-монтажних робіт в конструкції стабілізатора передбачена знімна панель. У процесі складання саме вона забезпечить нам хороший підхід для установки і клепки всіх елементів конструкції стабілізатора.

Для кваліфікованого вибору базових показників технологічності конструкції використовують статистику по раніше випускається виробам авіаційної техніки. Для розрахунку трудо-ємності і технологічної собівартості знову проєктованої машини повинні бути використані відомі емпіричні розрахункові формули, в яких враховані різні укрупнені показники за питомими трудомісткістю і собівартістю окремих об'єктів конструкції літака.

Досягнення різного рівня технологічності конструкції на різних стадіях освоєння літака у виробництві також свідчить про відносність поняття технологічності конструкції. Зі збільшенням серійності виробництва підвищується рівень технологічності конструкції. Конкретні умови виробництва літака значно впливають на рівень технологічності виробів.

Висновок

Підведемо підсумки розрахунків бачимо, що при заміні матеріалу панель на більш міцніший матеріал, вона стає дорожчою але її маса зменшується на 5,6 кг. При заміні матеріалу обшивки вона стала легше на 38%.

2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Схема конструктивно-технологічного членування стабілізатора

1. Можливість вести розробку конструкції широким фронтом в спеціалізованих бригадах конструкторського бюро, що сприяє підвищенню якості та скорочення термінів проектування.
2. Забезпечення можливості транспортування великогабаритних літаків розчленованих на агрегати, залізничним транспортом.
3. Спрощення ремонту за рахунок поламаних складальних одиниць такими ж з запасного комплекту.
4. Підвищення надійності і ресурсу в результаті використання високо-ресурсних способів клепки, чи не застосовуються в разі складання «закритою» конструкції, а також шляхом здійснення більш якісного контролю з'єднань.

Велике значення має членування конструкції для виробництва. «Розкриття» конструкції шляхом розчленування відсіків на панелі покращує доступ до місць з'єднання та монтажу, забезпечуючи можливість механізації і автоматизації виготовлення складальних одиниць і монтажних одиниць, а також можливість виконання ручної роботи в зручній позі і при гарній освітленості.

Таким чином, членування дає виробництву наступні переваги:

1. Істотне підвищення продуктивності і поліпшення умов праці внаслідок механізації та автоматизації процесу виконання з'єднань, а також внаслідок проведення ручних робіт в зручній позі;
2. Скорочення виробничого циклу за рахунок підвищення продуктивності праці і використання паралельних схем складання;
3. Зниження собівартості продукції за рахунок підвищення продуктивності праці і зниження витрат на оснащення виробництва.

Поряд з перевагами надмірне членування конструкції має свої недоліки:

1. Збільшення маси;
2. Зниження надійності і ресурсу через збільшення числа з'єднань;
3. Погіршення техніко-економічних показників.

Ступінь членування залежить від економічних і виробничих умов.

Прийнята схема членування стабілізатора представлена на плакаті.

2.2 Схема складання стабілізатора і маршрутний (директивний) технологічний процес

Залежно від ступеня членування планера на об'єкті цикл складально-монтажних робіт можна виконувати за трьома типовими схемами складання: *послідовної, паралельної і паралельно-послідовної*. Розглянемо ці типові схеми і виконаємо їх техніко-економічний аналіз.

- **Послідовна схема складання.** Застосовують для складання конструкцій агрегатів літака в умовах дрібносерійного виробництва, коли в схемі членування не виділені панелі; деталі і дрібні складальні одиниці послідовно базують на базову деталь або базовий вузол. Потім послідовно збирають секції,

відсіки, агрегати, які стикаються в єдиний планер, а потім на ньому послідовно виконують всі монтажі, стикаються їх і на закінчення проводять їх відпрацювання і випробування

За цією схемою збірки роботи виконують в обмежених для збирача умовах де важко застосовувати продуктивну механізацію для утворення сполук, вузький фронт робіт, що значно розтягує цикл складально-монтажних робіт і збільшує трудомісткість такої нерозчленованої на панелі конструкції.

Послідовну схему зборки при серійному виробництві часто застосовують для складання невеликих технологічних вузлів.

- **Паралельна схема складання.** Використовується для складання агрегатів і відсіків літака, розчленованих на панелі, вузли та деталі. Збірку окремих панелей і вузлів виконують незалежно один від одного - паралельно в часі загального циклу збірки відсіку або агрегату в своїх складальних пристосуваннях. Монтажні роботи повністю або частково винесені на панелі або складальні вузли. При цьому на збірку панелей або вузлів в заданій послідовності з урахуванням схеми базування подають деталі і підвузли, їх кріплять між собою, а потім потрібні монтажі встановлюють і відчують на контрольних стендах.

Потім зібрані паралельно панелі і вузли стикаються в відсіки і агрегати, з яких збирають весь планер.

При паралельній схемі збірки різко збільшується фронт складально-монтажних робіт, складання клепаних і зварених панелей ведуть високопродуктивними механізмами і автоматами, поліпшуються умови праці і якість робіт. У цьому випадку значно скорочується і трудомісткість складально-монтажних робіт і загальний цикл збірки.

- **Паралельно-послідовна схема складання.** Вона відповідає збірці відсіків і агрегатів, розчленованих на панелі, які збирають паралельно в часі, потім стикаються в відсік (агрегат), послідовно подаючи на стиковку деякі вузли каркаса, а монтажні роботи проводять в остаточно зібраному агрегаті. Ця схема в порівнянні з послідовною має перевагу за сумарною трудомісткості складально-монтажних робіт і тривалості їх циклу, але істотно поступається паралельної схемою.

Таким чином, проаналізувавши всі перераховані вище схеми збірки для збірки стабілізатора, ми вибираємо паралельно-послідовну схему.

2.3 Обґрунтування методів складання і складу складальних пристосувань для стабілізатора і входять до нього підскладань

Збірка являє собою сукупність технологічних операцій, пов'язаних з установкою складальної одиниці в складальне становище, і з'єднання її в вузли, панелі, відсіки, агрегати. Послідовність виконання складальних операцій багато в чому залежить від виду конструкції, її габаритів і жорсткості зібраних

елементів. Залежно від способу базування деталей в процесі складання можливі дві різні групи методів збирання. У літакобудуванні найбільшого поширення набули такі методи збирання:

- 1) по складальним або базовим отворів;
- 2) по розмітці на базовій деталі;
- 3) в пристосуванні з базуванням деталей і вузлів на контури;
- 4) в пристосуванні з базуванням деталей і вузлів по спеціальним отворах (КФО, БФО).

Методи 1 і 2 характеризуються невеликими витратами на оснащення і порівняно малим циклом підготовки виробництва. Вони застосовуються, як правило, для малогабаритних виробів великий жорсткості. Недолік цих методів - низька точність в поєднанні з великою трудомісткістю збірки.

Методи 3 і 4 відрізняються більш високою точністю і продуктивністю, однак при цьому виникає потреба в складних пристроях високої точності (ускладнює конструкція фіксаторів), що призводить до збільшення витрат і циклу підготовки виробництва.

Оскільки стабілізатор є дуже відповідальним агрегатом, то і вимоги, що пред'являються до точності його виготовлення високі. Тому доводиться відмовлятися від більш дешевих методів збирання і використовувати метод складання в пристосуванні, комбінуючи базування по поверхнях і по спеціальним отворах для установки різних деталей і підборок.

Таким чином, використовуємо метод збирання в пристосуванні з базою «від каркаса».

Як баз прийнято:

- поверхню каркаса;
- внутрішня поверхня обшивки;
- отвори стикових болтів;
- базові отвори;
- стапельні плита по стику консолей стабілізатора центрально частиною;

Для забезпечення стабільної якості виготовлених в серійному виробництві літаків необхідно забезпечувати високий рівень взаємозамінності елементів конструкції, скорочуючи при цьому в основному виробництві обсяг підгінних робіт.

При виготовленні стабілізатора можливе використання наступних варіантів схем ув'язки оснащення: ПШМ, КШМ, ЕШМ, ПРИМ.

Використання ЕШМ дозволяє отримати найбільш високу точність ув'язки об'єктів оснастки і конструкції по обводам і стиках. Однак цикл підготовки виробництва виявляється найбільшим.

КШМ забезпечує високу точність оснащення по контурах, але менш точний при ув'язці обводів і стиків об'єктів конструкції ЛА. Цикл підготовки виробництва і витрати при цьому скорочуються.

ПШМ простий і дешевий, але менш точний.

Програмно-інструментальний метод (ПРИМ). Такий метод ув'язування відрізняється від всіх інших наявністю числових моделей форм виробу і його частин, достатніх для відтворення та контролю деталей, і технологічної оснастки. Прийміть дозволяє широко використовувати засоби автоматизації технологічних процесів на всіх етапах виготовлення оснастки і літакових деталей. При цьому паралельно виготовляють весь комплект оснащення і деталей, що призводить до скорочення термінів підготовки виробництва, а трудомісткість робочих зменшується в кілька разів. Цей метод значно підвищує точність виготовлення, а також скорочує кількість шаблонів близько 90%.

Для визначення того чи іншого методу складання вузла треба порівняти похибка збірки з допуском на вузол.

2.4 Вибір методу ув'язування оснащення. Розробка схеми ув'язування

Для досягнення заданих точностних і економічних показників при складально-монтажних роботах проектують об'єднані схеми складання і ув'язки. До складу таких схем входить блок структури послідовності складання агрегату з елементів прийнятого членування об'єкта і блок структури по геометричній ув'язці цих елементів.

Для визначення того чи іншого методу складання вузла треба порівняти похибка збірки з допуском на агрегат по ТУ.

Похибка складання агрегату в пристосуванні визначається наступними складовими:

1. Похибка δ_{np} носія розмірів, т. е. пристосування.

2. Похибка $\delta_{баз}$ базування встановлюється деталі.

Величина похибки базування характеризується зазором між рубильником пристосування і поверхнею деталі (нервюри, стрингери, обшивки і т.п.). Цей зазор можна зменшити, притиснувши деталь до поверхні рубильника. При цьому деталь фіксується заклепками або болтами.

3. Похибками $\delta_{проч}$ від поводок і зсувів, викликаних утворенням з'єднань, прогибами пристосування в процесі складання та іншими незалежними від методу складання причинами.

$$\delta_{сб} = \delta_{np} + \delta_{баз} + \delta_{проч}. \quad (2.1)$$

Тут $\delta_{проч}$ становить близько 40% загальної похибки, тобто $\delta_{проч} = 0.4\delta_{сб}$.

Оскільки зазор між лекалом і деталлю дорівнює похибці ув'язки пристосування і деталі $C_{\text{контур.пр-дет}}$, то без притиску

$$\delta_{\text{баз}_1} = C_{\text{контур.пр-дет}} \quad (2.2)$$

Фактичний же зазор (при наявності притиску) буде менше, тому

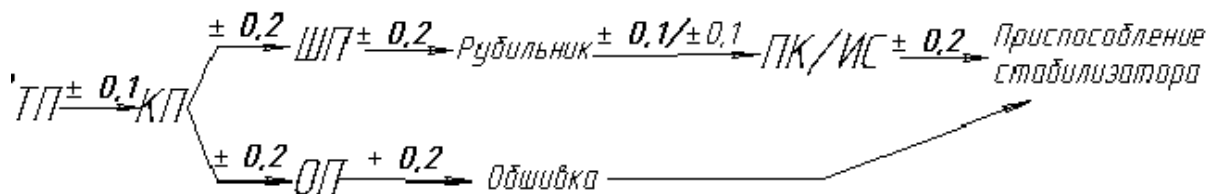
$$\Delta_{\text{баз}_2} = K_{\text{приж}} C_{\text{контур пр-дет}} \quad (2.3)$$

Величину $K_{\text{приж}}$ приймають в залежності від кроку притисків.

Отже, допуск на збірку в пристосуванні з компенсацією визначається за формулою

$$\delta_{\text{сб}} = \delta_{\text{пр}} + K_{\text{приж}} C_{\text{контур пр-дет}} + \delta_{\text{проч}} \quad (2.4)$$

Координатно-шаблонний метод



Малюнок 2.1 – Схема ув'язки стапеля зборки стабілізатора і деталі при КШМ

$$\frac{\delta_{\text{пр}}}{2} = \sqrt{\sum \left(\frac{\delta_{\text{ТП-присп}}}{2} \right)^2} = \sqrt{0,1^2 \cdot 3 + 0,2^2 \cdot 3} = \pm 0,387 \text{ мм}$$

$$C_{\text{конт.пр-дет}} = \pm \sqrt{\sum \left(\frac{\delta_{\text{несвязтапов}}}{2} \right)^2} = \pm \sqrt{0,2^2 \cdot 6 + 0,1^2 \cdot 2} = \pm 0,51 \text{ мм}$$

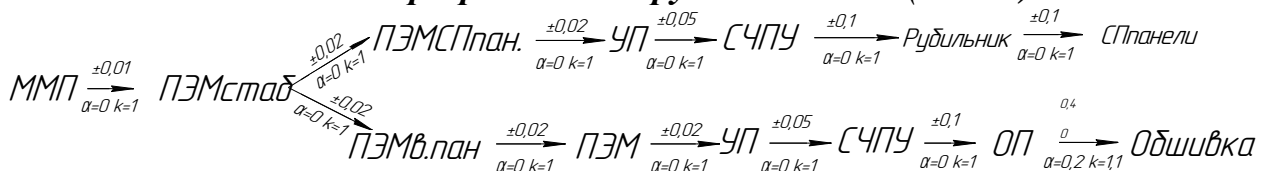
Враховуючи, що $\delta_{\text{проч}} = 0,4 \frac{\delta_{\text{сб}}}{2}$, отримаємо

$$\frac{\delta_{\text{сб}}}{2} = 0,387 + 0,51 k_{\text{приж}} + 0,4 \frac{\delta_{\text{сб}}}{2},$$

так як компенсація відсутня, то $k_{\text{приж}}=1$.

В результаті отримуємо $\delta_{\text{сб}}=1,495$ мм. Порівняємо даний допуск з допуском на вузол, має виконуватися умова $\delta_{\text{сб}} < \delta_{\text{узл.}}$, ($1,495 > 2$). Як видно умова виконується, значить, цей метод може бути застосований для збірки стабілізатора в пристосуванні без компенсації похибки.

Метод програмно-інструментальний (ПРИМ)



Малюнок 2.2 – Схема ув'язки стапеля зборки
стабілізатора і деталі при ПРІМ

Так як всі похибки підпорядковуються закону Гаусса, тоді отримаємо δ_{np} :

$$\delta_{np} = \pm\sqrt{0,02^2 + 2 \cdot 0,04^2 + 0,1^2 + 2 \cdot 0,2^2} = \pm 0,306 \text{ мм.}$$

Користуючись цими ж формулами, порахуємо погрішність на $C_{\text{контур (np-дет)}}$:

$$\Delta_{\Sigma} = (0,15 + 0,2 \frac{0,3}{2}) = 0,225 \text{ мм;}$$

$$\delta_{\Sigma} = \pm\sqrt{0,02^2 + 5 \cdot 0,04^2 + 2 \cdot 0,1^2 + 3 \cdot 0,2^2 + 1,1^2 \cdot 0,3^2} = \pm 0,6142 \text{ мм; ;}$$

$$C_{\text{конт(np-дет)}_g} = 0,8392 \text{ мм;}$$

$$C_{\text{конт(np-дет)}_H} = -0,3892 \text{ мм.}$$

$$\delta_{\text{совмбаз}} + \delta_{\text{фикс}} = k_{\text{приж}} \cdot C_{\text{конт(np-дет)}} = 0,1 \cdot \frac{0,8392}{-0,3892} = \frac{0,084}{-0,039};$$

враховуючи що $\delta_{\text{проц}} = 0,4\delta_{\text{сб}}$, то получим:

$$\delta_{\text{сб}} = \begin{pmatrix} 0,306 \\ -0,306 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0,084 \\ -0,039 \end{pmatrix} + 0,4\delta_{\text{сб}}$$

$$0,6\delta_{\text{сб}} = \begin{pmatrix} 0,306 \\ -0,306 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0,084 \\ -0,039 \end{pmatrix} \quad / :0,6$$

$$\delta_{\text{сб}} = \begin{pmatrix} 0,51 \\ -0,51 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0,14 \\ -0,065 \end{pmatrix}$$

$$\delta_{\text{сб}_g} = 0,65;$$

$$\delta_{\text{сб}_H} = -0,549.$$

$$\text{при } \delta_{\text{сб}} = \begin{pmatrix} +1,823 \\ -0,761 \end{pmatrix} \text{ мм } \delta_{\text{азр}} = \pm 1 \text{ мм}$$

$$\delta_{\text{сб}} = \begin{pmatrix} +1,823 \\ -0,761 \end{pmatrix} \text{ мм } \delta_{\text{азр}} = \pm 1 \text{ мм}$$

$$\delta_{\text{сб}} = \begin{pmatrix} +1,823 \\ -0,761 \end{pmatrix} \text{ мм } \delta_{\text{азр}} = \pm 1 \text{ мм ПРШМ.}$$

$$\delta_{\text{азр}} = \pm 1 \text{ мм}$$

Таким чином, метод ПРІМ також, як і КШМ повністю задовольняє вимоги точності складання, однак він більш простий і прогресивний.

Сутність цього методу полягає в тому, що елементи заготівельної і складальної оснастки, відповідні елементам конструкції виробу (контурам, обводам, поверхонь роз'ємів і стиків, системам технологічних отворів) виконуються на обладнанні з ЧПУ, програма роботи яких отримана на основі аналітично заданих даних. Першоджерелом ув'язки елементів оснастки і деталей є коректно розроблені математичні моделі поверхні частин планера і стиків виробу. Відсутні параметри, характерні тільки для даної конструкції, вводять у вигляді уточнюючих параметрів ММ. Дані ММ заносять в пам'ять ЕОМ, за допомогою якої і складають програми роботи обладнання з ЧПУ. Ці програми відтворення форм і розмірів служать першоджерелами незалежного

виготовлення і ув'язки оснащення, і деталей. При цьому за допомогою керуючих програм на верстатах з ЧПУ обробляю поверхні і контури деталей, заготівельної оснащення, рубильників складальних пристосувань.

Схема збірки і ув'язки заготівельної і складальної оснастки представлена додатку. Вихідною інформацією служать аналітично задані параметри конструкції і виконані на їх основі конструкторські креслення.

2.5 Визначення типових операцій і нормування маршрутно-операційного технологічного процесу складання верхньої панелі стабілізатора

Спроектований маршрутно-операційний технологічний процес складання панелі представлений в додатку.

Нормування операцій техпроцесу проводимо з урахуванням коефіцієнта посилення норм $K_{у.н}$. Для його визначення можна порівняти норми з довідника НІАТ за нормами часу (T_0) з нормами часу за базовим техпроцесу ($T_б$):

$$K_{у.н} = \frac{T_0}{T_б}$$

Нормування проведемо для трьох операцій, результати наведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Обчислення коефіцієнта посилення норм

№	Операція	Норма часу за стандартом у ТП (хв)	Норма часу по заводському ТП	Коеф-т ужесточення $K_{у.н}$	Середній коеф-т ужесточення норм
1	Закласти в стапель лонжерон, фіксувати по ОСБ	6.39	5.76	1.109	1.693
2	Свердління отворів	0.067	0.096	1.37	
3	Клепка заклепками Ø 3мм	0.1	0.26	2.6	

Середній коефіцієнт посилення дорівнює:

$$K_{уж.средн} = \frac{1.109+1.37+2.6}{3} = 1.693$$

Збільшене нормування проводиться з використанням цього коефіцієнта.

2.6 Технічні умови на постачання підскладань стабілізатора

Для здійснення розробленого техпроцесу необхідно оформити технічні умови на поставку входять деталей і підскладань.

У технічних умовах на поставку підскладань встановлюється ступінь завершеності при їх подачі в складальний цех: укомплектованість даного вузла, наявність стикувальних отворів на вузлі і їх готовність, припусків на деталях з листів і профілів або їх відсутність, наявність технологічних отворів і ін.

У технічних умовах на проектування складального пристосування вказують його призначення, перелік підборок, методи збирання та установчі бази, порядок складання, напрямок і засоби закладки підборок і виймання виробу, положення виробу, що збирається в пристосуванні, засоби ведення складальних робіт, необхідну механізацію пристосування і ін.

Технічні умови на проектування складального пристосування для збірки стабілізатора представлені нижче у формі таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічні умови на проектування складального пристосування

№	Параметри ТУ	Реалізація
1	Призначення складального пристосування	Пристосування призначене для збірки стабілізатора.
2	Підборки, що входять в проєктований виріб	Лонжерони 1 і 2; носок стабілізатора; хвостова частина; 15 нервюр; верхня і нижня панелі
3	Методи збирання, установчі бази	Метод збирання: паралельно-послідовний Установчі бази: ОСБ, БО, КФВ, поверхні фіксаторів і рубильників
4	Порядок складання	Установка 2 і 1 лонжеронів, нервюр, верхньої та нижньої панелей, компенсаторів по нервюрам, хвостовій частині, носової частини, закінцівки.
5	Напрямок закладки підбірок і виймання готового виробу.	Всі підбірки закладаються збоку від себе.
6	Засоби закладки та виймання підбірок	Електропідйомник; вручну.
7	Положення виробу, що збирається в пристосуванні	Вертикально.
8	Засоби ведення складальних робіт	Ручний механізований інструмент.
9	Механізація пристосування	Відсутній.

2.7 Розробити технологічний процес складання стабілізатора

Технологічний процес складання стабілізатора - це послідовність установки в складальне пристосування в потрібному положенні складальних одиниць, вузлів, деталей та панелей, їх фіксація і з'єднання між собою способами передбаченими кресленням, визначення спеціальності, розряду і кількості робочих, а також норм часу, вибір інструменту та обладнання .

Розробку робочого технологічного процесу складання для серійного виробництва з програмою запуску 63 комплектів на рік здійснюється відповідно до креслень конструкції виробу і схеми складання

1. Суть операцій і переходів техпроцесу. Послідовність їх повинна відповідати певним планом. У загальному випадку процес складання виконується в наступному порядку:

- підготовка деталей до складання;
- установка деталей в заданому кресленнями положенні;
- фіксація деталей;
- підготовка деталей до з'єднання і з'єднання;
- контроль точності і якості з'єднань;
- заключні роботи.

2. Інструмент та обладнання, необхідне для кожної операції.

3. Норми часу на виконувани види робіт. Нормування складальних робіт враховує умову збірки, вага і габарити виробу, а також деталей, що з'єднуються і вузлів. Нормування ведеться згідно нормативів НІАТ.

4. Спеціальність, кількість і розряд робітників. Визначення розряду виробляють по тарифно-кваліфікованого довідника.

5. Операції контролю. Технолог розробляє контроль на підставі креслення і технічних умов в наступній послідовності:

- відбір параметрів, що підлягають контролю;
- вибір засобів і методів контролю.

Технологічний процес складання стабілізатора представлений в «Додатку».

2.8 Розробка схеми базування деталей та вузлів, які надходять на складання стабілізатора в пристосування

База - сукупність точок, ліній, поверхонь, щодо яких визначається положення будь-яких інших точок, ліній, поверхонь, що відносяться до зібраних деталей або складальних одиниць. По області застосування бази підрозділяють на конструкторські, технологічні і вимірювальні. Далі будемо розглядати тільки технологічні бази, які в свою чергу поділяються на установчі і складальні.

Установчі бази - це поверхні, лінії, точки, які використовуються для надання деталі або виробу необхідного положення щодо обраної системи координат, інших деталей, оснастки.

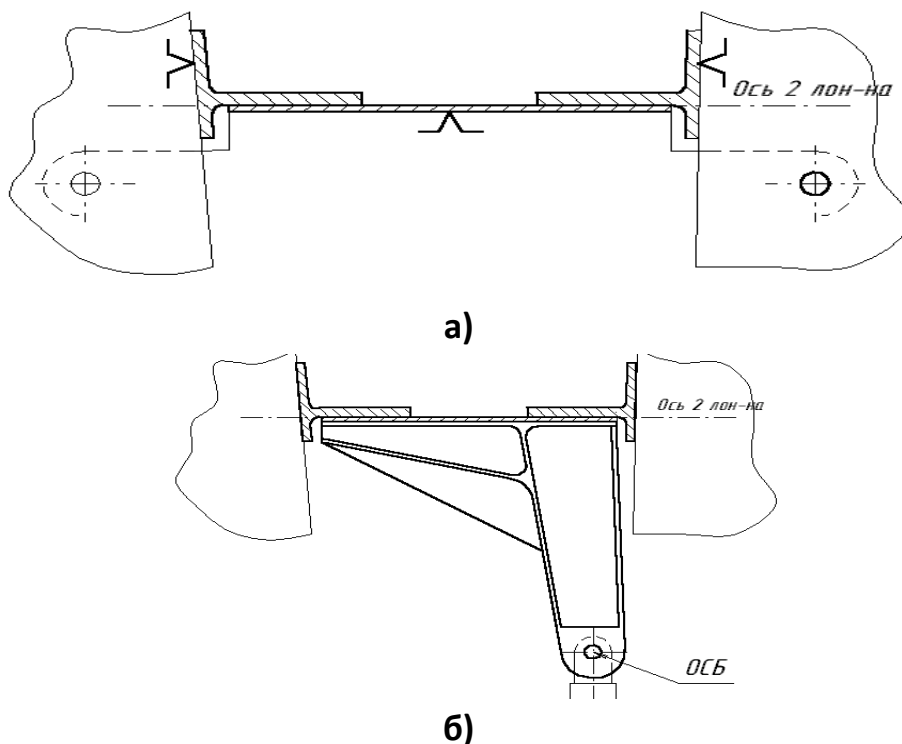
Складальні бази - це поверхні, лінії, точки, що належать зібраних деталей і безпосередньо беруть участь в утворенні сполуки. Від узгодження складальних баз залежить характер процесу складання (потрібно чи ні пригонка деталей).

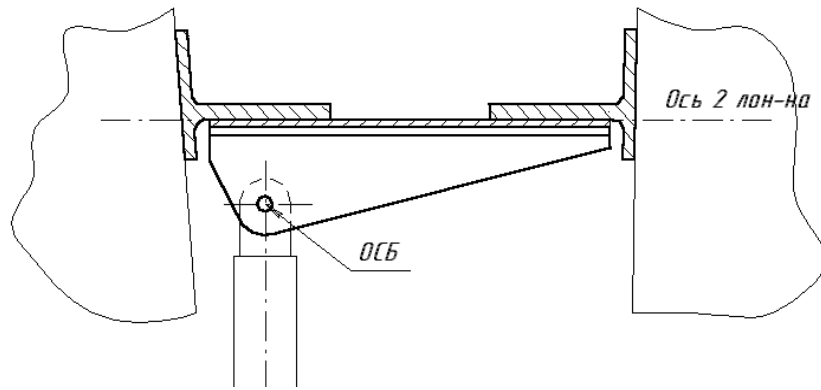
Вибираючи бази, необхідно прагнути до дотримання принципів єдності, постійності і збіги баз.

Стапель збірки повинен бути обладнаний:

- 1) рубильник по зовнішньому контуру з урахуванням контуру носової і хвостової частин і законцовки;
- 2) еквідистантним шаблонами для контролю форми і якості зовнішньої поверхні;
- 3) ложементів для установки 1 і 2 лонжеронів;
- 4) фіксаторів кронштейнів навішування керма висоти;
- 5) Кондуктор для освіти реперних точок, що забезпечують нівелювання стабілізатора.
- 6) Пристроями для підвіски, підкату і відкату підборок стабілізатора в стапелі.
- 7) Настилів, драбин, тумбами, верстаками і т.д.

Базування другого лонжерона здійснюється по ложементів, встановленим по всьому рубильників пристосування; по ОСБ кронштейнів навішування керма висоти і бустерного відсіку; (див. малюнок 2.3.).

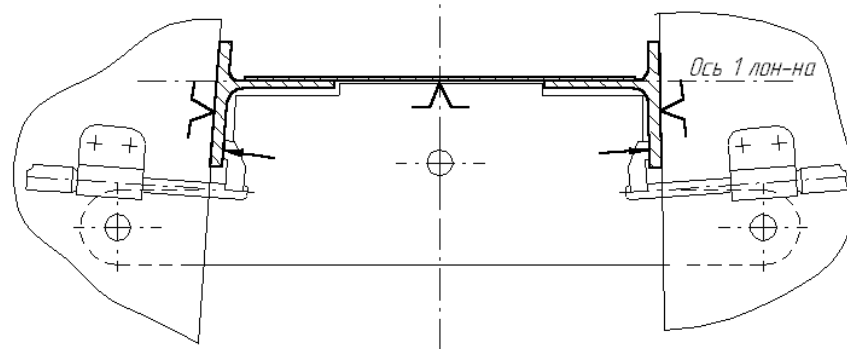




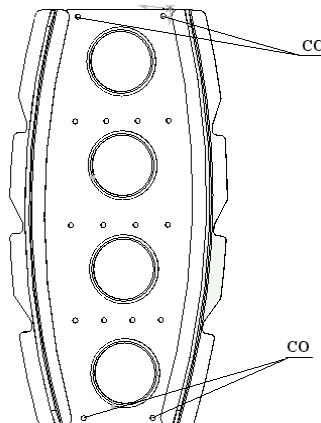
в)

Малюнок 2.3 – Схема базування 2 лонжерона:
 а – базування лонжерона по ложементів; б – базування по
 ОСБ кронштейнів навішування РВ; в - б – базування по ОСБ
 кронштейнів кріплення бустерного відсіку

Перший лонжерон стабілізатора встановлюється по ложементів всіх рубильників і притискається фіксаторами (див. малюнок 2.4.).

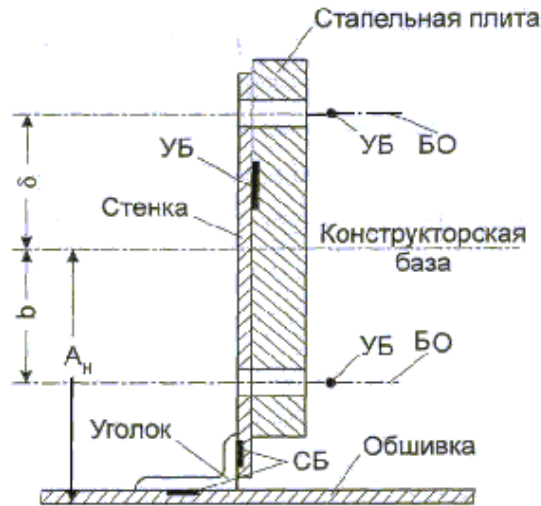


Малюнок 2.4 – Схема базування 1 лонжерона
 Нервюри встановлюються на лонжерони по СО (див. малюнок 2.5.).



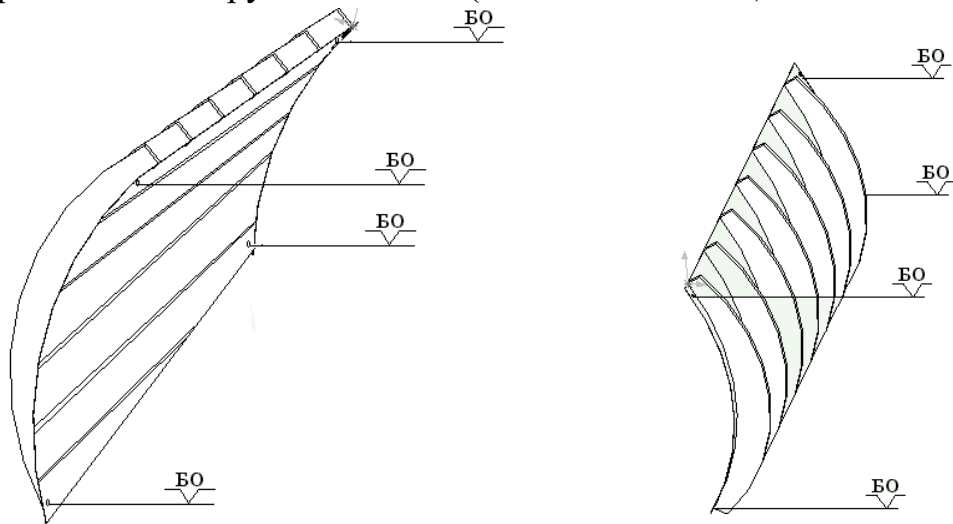
Малюнок 2.5 – Схема базування нервюр

Коренева нервюра базується по стапельній плиті (див. малюнок 2.6).



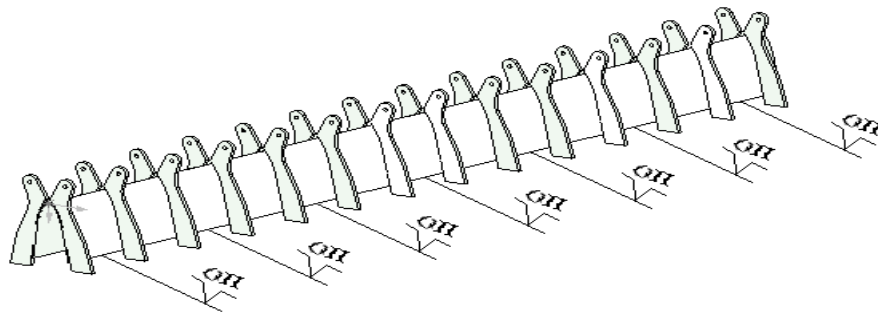
Малюнок 2.6 – Базування кореневої нервюри

Верхня і нижня панелі встановлюються по БО, установка контролюється по контур, притискаються рубильниками (див. малюнок 2.7).

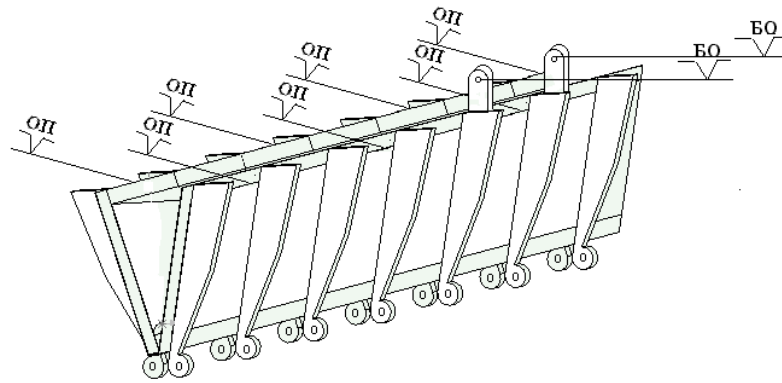


Малюнок 2.7 – Схема базування панелей

Хвостова частина і носова частина при установці підганяються по поясах лонжеронів (ОП) і фіксуються рубильниками. Хвостова частина також базується по кронштейнів кріплення бустерного відсіку по ОСБ (див. малюнок 2.8.).



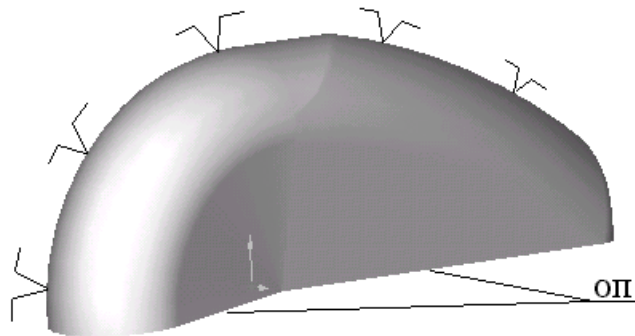
а)



б)

Малюнок 2.8 – Схема базування а – носової частини; б - хвостовій частині

Закінцівка при установці підганяється по поясах 15 нервюри і фіксується останнім рубильником (див. малюнок 2.9.).



Малюнок 2.9. Схема базування закінцівки

2.9 Розробка конструкції складального пристосування

Каркасні і настановні елементи пристосування можуть і повинні бути стандартними або виготовленими зі стандартних заготовок.

Стандартизація елементів складальної оснастки дозволяє багаторазово використовувати одні і ті ж елементи для компонування різних складальних пристосувань. Оборотноість оснастки надзвичайно важлива з урахуванням зміни об'єктів збірки в результаті модифікації і модернізації випускається літака або переходу на новий виріб. Агрегативання дозволяє різко скоротити витрати часу, праці і коштів на проектування і виготовлення складальної оснастки, а в кінцевому підсумку на всю підготовку серійного виробництва нового літака.

Точність складального пристосування при достатній жорсткості його каркаса визначається точністю виготовлення окремих фіксаторів і точністю їх взаємної установки при монтажі.

Стабілізатор складається з деталей, що характеризуються порівняно невеликими габаритами, деякі з них мають невелику жорсткість. Після складання в пристосуванні вони повинні відповідати заданій точності. Тому одним з основних призначень складального пристосування є забезпечення необхідної точності та взаємозамінності виробу, що збирається. Точність збірки в складальному пристосуванні забезпечується фіксаторами і зажимами, що встановлюються в певному положенні щодо конструктивних осей на елементах каркаса пристосування. Система каркас - фіксатори повинна мати достатню твердість, витримувати виникають в процесі складання навантаження і вага виробу, що збирається. Досягнення високої продуктивності праці і зручності складальних робіт - друге призначення складального пристосування. З цією метою складальне пристосування повинно забезпечувати: вільні підходи до робочих зон; швидкість установки і закріплення деталей; зручне для збірки розташування деталей і ін. Технологічне оснащення повинна бути нормалізована. Керуючись вимогами викладеними вище і іншими рекомендаціями була розроблена схема пристосування для збірки рами вантажного люка.

У нашому випадку складальне пристосування буде складатися з: каркаса, на якому монтується всі елементи пристосування, рубильників і фіксаторів для установки, і закріплення деталей в складальному положенні.

Каркас складального пристосування пов'язує всі елементи конструкції в єдине ціле. Від жорсткості його залежить точність положення всіх вузлів пристосування, однак, при цьому він не повинен закривати собою робочі зони. Каркас складається з наступних елементів: дві вертикальні і дві горизонтальні балки. Горизонтальні балки несуть на собі вузли кріплення рубильників. Рубильники служать для завдання зовнішнього обводу стабілізатора.

Відповідно до прийнятої схеми ув'язування монтаж СП проводиться в системі ІС (інструментальний стенд) і ПК (плазми-кондуктор).

Зібрані за кресленням каркаси пристосувань або балка з привареними під фіксатори склянками встановлюють на столі ІС. Каркас спирається на ті ж поверхні, що і при монтажі стапеля або його установці в цеху. Положення каркаса або балки регулюється домкратами. Якщо опорні площини необроблені, то між каркасом і площиною столу залишають зазор 3-5мм, який заливають цементним розчином. Після затвердіння цементу каркас кріплять до столу, не допускаючи деформації каркаса в місцях кріплення. Перевіривши положення каркаса на столі стенда, поєднують початок відліку настановних розмірів вилок з початком відліку лінійок форматування. Для цього використовують дистанційний упор.

Щоб утримати встановлюється вилку фіксатора в заданому

положенні, застосовують перехідні фітинги, які кріплять в пазах лінійок форматування. Підтримуваний фітингом фіксатор пристосування закріплюють, заливаючи цементом НІАТ-МЦ. Після витримки протягом 7-12 хв фітинг звільняють і перенастроюють стіл для установки наступних фіксаторів.

Плазми-кондуктор призначений для ув'язки осей отворів для кріплення фіксуєчих елементів (рубильників та ін.) з їх робочим контуром. Плазми-кондуктор має координатні лінійки, в отворах яких запресовані розжарені втулки $\varnothing 8A$ з кроком $50 \pm 0,01$ мм. Поперечні лінійки переміщаються щодо поздовжніх; при цьому забезпечується збіг отворів лінійок.

Ув'язка осей кріпильних втулок фіксуєчих елементів з їх обводами досягається наступним чином. На столі плазми-кондуктора по БО двох поперечних лінійок каліброваними штирями кріплять шаблон. До нього притискають рубильник або ложемент. Перевіряють щупом зазор і фіксують положення шаблону і рубильника болтами або притискними планками. За кресленнями рубильника визначають міжосьові відстані втулок рубильників і через отвори в лінійках розсвердлюють місця отворів в рубильниках. У ці отвори запресовують втулки - і рубильники готові.

За допомогою плазми-кондуктора свердлять також базові і місця отворів в стапельних і монтажних плитах, а по майстер-плитам заливають втулки або розгортають отвори в стапельних плитах.

Після ув'язки на плазми-кондуктора положень настановних отворів і обводів фіксуєчих елементів (рубильників) виконують монтаж фіксаторів.

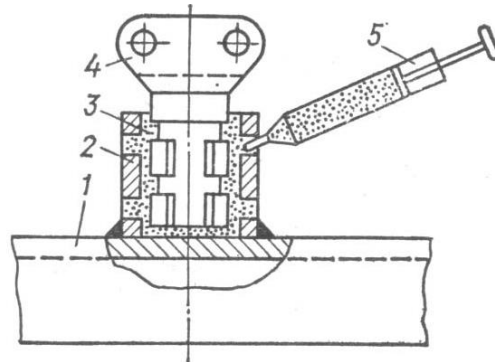
Фіксатори визначають і закріплюють у потрібному положенні деталі зібраного стабілізатора. Їх розташування, кількість і конструкція визначають точність і взаємозамінність складальної одиниці. Фіксатори повинні відповідати таким вимогам:

- забезпечувати швидкість фіксації деталей, що збираються;
- гарантувати надійність дії затиску і неможливість самовільного відходу його під впливом зовнішніх сил, що обурюють, що супроводжують процес складання;
- виключати можливість пошкодження поверхонь або деформування закріплюються деталей;
- відрізнитися конструктивною простотою і технологічністю виготовлення при достатній міцності і жорсткості, а також можливістю повторного використання;
- включати максимальну кількість нормалізованих елементів в конструкціях;
- забезпечувати мінімальне затінення робочих зон.

Для забезпечення необхідної точності установки фіксаторів використовують плазми - кондуктор (монтаж фіксаторів через компенсатор заливанням цементом НІАТ - МЦ).

Склад цементу НІАТ - МЦ за вагою:

1. цемент марки 500 - $65 \pm 5\%$;
2. гіпс будівельний - $35 \pm 5\%$;
3. вода - 35% від сумарної ваги цементу і гіпсу;
4. хлористий літій (присадка - 0,1 - 0,5% від ваги цементу).



Малюнок 2.10 – Схема заливки вилок в стакани балки стапеля:

- 1 - балка стапеля; 2 - стакан; 3 - цемент НІАТ - МЦ; 4 - вилка; 5 - шприц.

Витримка від заливки до розфіксації - 7 - 12 хв., час затвердіння - 2 - 3 доби.

Вже після виконання монтажу на інструментальному стенді фіксаторів збирають пристосування.

Креслення складального пристосування, призначеного для збирання стабілізатора, представлений в додатку до даної пояснювальної записці.

При проектуванні складального пристосування конструктор повинен забезпечити:

- простоту і легкість підходів до всіх вузлів, агрегатів і систем при мінімальних розмірах пристосування;
- точність аеродинамічного контуру $\pm 0,05$ мм;
- взаємозамінність по аеродинамічним обводам, роз'ємів і стиках;
- легке (від руки) про штрикання всіх фіксаторів і навішування рубильників;
- наявність підходів для роботи в стапелі;
- оснастити стапель вбудованої свердлильно-зенковальною установкою (ВСЗУ), подачею стисненого повітря, електроенергією, світлом;
- легке і швидке виймання готового агрегату;

Конструкція стапеля зборки стабілізатора представлена на кресленні

2.10 Розробка конструкції представника оснащення другого порядку (відповідно до схеми ув'язування)

Оснащення 2-го порядку є фізичним носієм розмірів і форми, з яким в встановлених межах точності повинна відповідати виробнича оснащення. Виробнича оснащення в свою чергу є фізичним носієм розмірів і форм, якої повинна також з певною точністю відповідати деталь або виріб.

Еталоном форми і розмірів є комплект взаємно відстикувався калібрів роз'єму. Калібром роз'єму складальної одиниці називають особливий шаблон, який відтворює геометрію всіх поверхонь (відсіку, агрегату), сполучених при стикуванні з відповідними поверхнями (складальними базами) іншої взаємозбираємості складальної одиниці.

Взаємно відстикувався називають два калібру роз'єму, все поверхні, що сполучаються яких узгоджені (ув'язані) між собою з необхідною точністю. Таку відстикування виконують слюсарно-інструментальним способом в процесі побудови калібру і копіювання розміру на контркалибрів.

До калібрами плоского стику відносять майстер-плиту, яка є макетом такого стику, і що надходить методом розмітки і побудови розмірів (наприклад, центрів базових отворів або стикових отворів) на плазми-кондуктора із застосуванням шаблону пристосування (ШП) або шаблону монтажно-фіксуєчого (ШМФ). Форму і розміри майстер-плити методом копіювання переносять на стапельні плити складального пристосування

Таке оснащення є носієм розмірів і форми для виготовлення і контролю виробничої оснастки, за яким встановлюється співвідношення між отворами, поверхнями або обводами певного вузла.

Калібри вузлів використовують для виготовлення елементів конструкції стиків, а також для координації стиків при монтажі фіксаторів роз'єму в складальних пристосуваннях.

Оснащення другого порядку застосовується:

1) Забезпечення взаємозамінності між деталями або вузлами конструкції літака в тих випадках, коли необхідні допуски не можуть бути забезпечені при звичайних методах виробництва;

2) виготовлення і перевірки застосовуваної в літакобудуванні виробничої та контрольної оснастки, особливо в тих випадках, коли потрібно дублюєча оснащення;

3) визначення розташування отворів, обводів, поверхонь і критичних точок кріплення; зазвичай оснащення відтворює одну або більше деталей контрольованого вузла;

4) ув'язки між собою еталонів стикуються або пов'язаних конструкцій.

Оснащення другого порядку коштує досить дорого і не застосовується безпосередньо при виготовленні деталі. Якщо розміри заданої деталі не є критичними або якщо виробництво обмежується декількома деталями, то використання оснастки другого порядку не виправдовується. Однак для задовільного виготовлення навіть однієї деталі, розміри якої повинні бути витримані з великою точністю, може знадобитися еталон.

Застосування такого оснащення дає наступні переваги:

- 1) вартість виробничої оснастки знижується при використанні контрольної оснастки;
- 2) зменшуються витрати по обслуговуванню при перевірці виробничої оснастки;
- 3) загальна стандартизація дозволяє розділити виробничі операції між різними підприємствами (двері або кришка люка можуть виготовлятися на одному заводі, а конструкція, до якої вони кріпляться, на іншому);
- 4) усувається індивідуальне тлумачення технічних параметрів;
- 5) забезпечується дублювання в вузьких межах.

До недоліків при використанні оснащення другого порядку потрібно віднести наступні:

- 1) зростають початкові витрати на оснащення (збільшується кількість оснащення);
- 2) збільшується початкова тривалість виробничого процесу;
- 3) необхідні перевезення та обслуговування;
- 4) для внесення змін потрібно переробляти більшу кількість оснащення;
- 5) при виготовленні кількох (або сполучаються) еталонів частина загальних допусків на виробництво поглинається (іноді це може виявитися перевагою).

Конструктор повинен брати до уваги загальні допуски для деталей або вузлів кінцевого виробу, зумовлені допусками для окремих деталей або матеріалів. Вплив допусків на номінальну розташування критичних поверхонь або точок потрібно брати до уваги при виборі матеріалів для оснащення другого порядку.

Вибір матеріалів. При виборі матеріалу для оснащення другого порядку потрібно ретельно враховувати розміри, вага, допуски в матеріал, що застосовуються для виготовленого виробу. При виборі матеріалу необхідно також передбачати міцність на знос при тривалому використанні, і щоб еталон і оснащення або еталон і деталь мали однакове розширення при нагріванні.

Виготовлення оснащення другого порядку

Фіксація отворів є першочерговим функцією еталонів. Розміри отворів в ідеалі не обов'язково повинні збігатися з розмірами технологічних отворів. Метод фіксації отворів повинен дозволяти користуватися змінними втулками, де це тільки можливо.

Для фіксації отворів переважно користуватися у всіх стандартах напрямними втулками, причому з таким внутрішнім діаметром, щоб вони підходили для набору змінних втулок. Це дозволить застосовувати прямі або ступінчасті шпильки для установки деталей у виробничій оснащенні за зразком. Направляючі втулки забезпечують більший термін служби отворів в стандартах з м'якої сталі і майже обов'язково застосовуються в стандартах з алюмінію і магнію.

Для розмітки отворів за зразком часто замість направляючих втулок застосовуються запресовані втулки.

Креслення оснащення другого порядку - контр -калібр стику центральної та консольної частини стабілізатора наводиться в графічній частині дипломного проекту під номером.

2.11 Уточнення типу виробництва

Тип виробництва як загальна організаційно-технічна характеристика виробництва визначається головним чином ступенем спеціалізації робочих місць, величиною і сталістю деталей і складальних одиниць, а також формою руху деталей по робочих місцях.

Залежно від обсягу виробництва і програми випуску продукції розрізняють три основних типи виробництва: масове, серійне і одиничне.

Масове виробництво - характеризується вузькою номенклатурою і великим обсягом випуску виробів, безперервно виготовляються або ремонтуються протягом тривалого часу.

Серійне виробництво - характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються або ремонтуються періодично повторюваними партіями, і порівняно, великим обсягом випуску виробів.

Одиничне виробництво - характеризується широкою номенклатурою виготовлених або ремонтуються виробів і малим обсягом випуску.

Таким чином, для збірки стабілізатора з програмою випуску 65 виробів в рік найбільш підходящим є серійне виробництво.

Для нього характерне:

- поопераційна розробка технологічних процесів;
- на кожному робочому місці виконується кілька

- періодично повторюваних операцій;
- обладнання на виробничій ділянці розташовано згідно з послідовністю виконання етапів технологічного процесу по групам операцій.

У серійному виробництві використовуються робочі переважно середньої кваліфікації і застосовується в основному універсальне устаткування, що пояснюється необхідністю переналадок.

2.12 Розробка циклового графіка складання стабілізатора

Циклової графік є основним технологічним і організаційним документом операційної та потокової лінії складання. Він складається з переліку складальних завдань і об'єднань, складених на підставі технологічного процесу.

Складальне завдання – група операцій, що виконуються одним робітником або кількома (бригадою) на одному робочому місці за період часу, кратний такту. Якщо циклової графік складається не для потоку, то тривалість завдання може бути будь-який в залежності від кількості операцій, об'єднаних в ньому.

Складальне об'єднання – група складальних завдань, які виконуються декількома робітниками або бригадами на одному стенді потокової лінії за час, кратне такту.

Його призначення - регламентувати порядок виконання завдань і об'єднань в часі і просторі, нести інформацію про необхідні ресурси і їх якості при реалізації технології; встановлювати розрахунковий такт роботи потоку і задавати постійний технологічний цикл складально-монтажних робіт на лінії.

Побудуємо циклової графік збірки стабілізатора на основі раніше спроектованого технологічного процесу складання.

Такт - тривалість рівних проміжків часу між випуском наступних один за одним виробів.

$$\tau = \frac{\Phi_p}{N}; \quad (2.5)$$

де Φ_p - розрахунковий фонд робочого часу на рік;

N - програма випуску виробів за рік (65 виробів за рік).

$$\Phi_p = s \cdot t \cdot m \quad (2.6)$$

де m – кількість робочих днів в році;

s – кількість робочих змін у добі;

t – тривалість однієї зміни.

Приймаємо: $s=1, t=8$ (год.),

$$m=365-105=260; (105 – кількість вихідних днів).$$

Тоді $\Phi_p = 1 \cdot 8 \cdot 260 = 2080$ (год.)

Такт випуску: $\tau = \frac{2080}{65} = 32$ (год / шт)

Циклової графік характеризується тривалістю циклу складання виробу.

Технологічний цикл - робочий час, протягом якого виріб виготовляється від початку до кінця (частка від ділення трудомісткості виготовлення об'єкта на кількість одночасно працюючих). Результати розрахунків відобразимо в цикловому графіку.

$$Ц = \frac{T}{n}; \quad (2.7)$$

$T=192$ (н/год) – трудомісткість виготовлення об'єкта, враховуючи специфіку операцій клепки;

$n=4$ – кількість одночасно працюючих на складанні об'єкта.

$$Ц = \frac{192}{4} = 64 \text{ (н/год)};$$

Таким чином за результатами розрахунку готовий виріб має бути зібрано за 8 змін.

Виконання заданої програми випуску виробу має бути забезпечено необхідною кількістю пристосувань і робітників. Як показано в п. 2. 4, для виконання заданої програми необхідно 2 пристосування.

Циклової графік збірки стабілізатора представлений на кресленні

Відповідно до даних циклового графіка технологічний цикл збірки стабілізатора складає $Ц = 64$ год. Значення такту випуску отримали кратне значенню циклу: $64/32 = 2$

2.13 Технологічний розрахунок і структурний склад цеху складання стабілізатора

Проектування цехів авіабудівних заводів є складним творчим процесом, в якому необхідно знаходити раціональні рішення різноманітних технічних питань. Воно базується на сучасних науково-технічні досягнення, вимагає комплексу знань з різних галузей науки і техніки. На основі цих знань повинні бути знайдені оптимальні рішення питань, необхідні для практичних цілей проектування.

Проектувальнику-технологу доводиться вирішувати широке коло питань, пов'язаних з розрахунком виробничої потужності і пристроєм цеху. В процесі проектування визначають необхідні для виробництва матеріальні і технічні ресурси - тип і кількість обладнання, кількість виробничих робітників, розміри площ, енергетичні потужності, ступінь автоматизації виробничих процесів, а

також створюють технології переміщення основних вантажопотоків - матеріалів, напівфабрикатів, деталей, вузлів, панелей, агрегатів - на всіх етапах виробничого процесу.

Основними вихідними даними для проектування агрегатно-складального цеху є:

- виробнича програма випуску агрегатів;
- креслення загального виду агрегату;
- директивна технологія виготовлення агрегату;
- схема технологічних і експлуатаційних членувань агрегату на секції, панелі і вузли;
- креслення комплекту складальних пристосувань;
- технічні умови на складання агрегату;
- маса агрегату;
- трудомісткість складальних робіт з розбивкою за видами по обладнанню та стапелі.

2.13.1 Розрахунок необхідної кількості робочих, кількості оснащення та обладнання

До складу працюючих в агрегатно-складальному цеху входять: виробничі робітники-збирачі, допоміжні робітники, молодший обслуговуючий персонал, інженерно-технічні працівники, лічильно-конторський персонал.

Кількість виробничих робітників залежить від трудомісткості складальних робіт і дійсного річного фонду часу роботи робітника, і визначається за формулою:

$$n = \frac{T \cdot N}{\Phi_{\text{д.р}}} \quad (2.8)$$

Розрахунок кількості стапелів визначається по кожному стапелю окремо відповідно до номенклатури, прийнятої для проектованого цеху.

$$K_p = \frac{T \cdot N}{\Phi_{\text{д.р}} \cdot m \cdot n} \quad (2.9)$$

де T - трудомісткість виконуваних робіт н/г;

N - річна програма випуску агрегатів або вузлів в комплекті;

$\Phi_{\text{д.р}}$ - дійсний (розрахунковий) річний фонд часу роботи робочого, г;

$$\Phi_{\text{д.р}} = 1840 \text{ (г)}$$

n - число робочих, що одночасно працюють на стапелі, або щільність робіт; приймається відповідно до техпроцесом.

$m = 1$ - число змін;

Дані по необхідній кількості пристосувань по всім видам робіт занесені в таблицю 1.

З огляду на, що стабілізатор складається з двох консолей: правою і лівою, які збираються в окремих пристроях, то кількість і питому площу пристосувань для складання однієї консолі ми множимо на 2, а також число робочих (зауваження не стосується внестапельній збірки стабілізатора). Також на один стабілізатор навішуються 2 керма висоти, тобто кількість пристосувань, робочих і потрібні площі множимо на 2.

Коефіцієнт завантаження пристосувань за часом може бути визначений як відношення розрахункової кількості пристосувань до прийнятого:

$$\eta_{np} = \frac{C_p}{C_{np}} \text{ (див. табл. 1);}$$

Механізований інструмент в агрегатно-складальних цехах розраховується в процентному відношенні від числа виробничих робітників (табл. 2.6.)

Таблиця 2.6 – Розрахунок механізованого інструменту

Найменування інструменту	Кількість інструменту в % від числа виробничих робітників	Розрахункова кількість інструменту, шт.	Прийнята кількість інструменту, шт.
Пневмодрилі	27	35,64	36
Пневмомолотки	24	31,68	32
Пневмоотвертки	9	11,88	12
Пневмргайковерти	6	7,92	8

У агрегатно-складальних цехах крім основного технологічного обладнання, що визначається розрахунком, вживаються додаткові нерозрахункові верстати, преси і верстати, необхідні для кінцевих операцій.

До категорії допоміжного обладнання в агрегатно-складальних цехах відносяться верстати, комплектуючі групу цехового механіка по ремонту обладнання і пристосувань.

Склад додаткового нерозрахованих і допоміжного обладнання приймається відповідно до статистичних даних в залежності від кількості виробничих робітників у цеху:

Нерозрахованих обладнання:

	<i>Кількість</i>	<i>Площа</i>
• Настольно-свердлильний верстат	3 шт.	
• Клепальний прес	2 шт.	18м ² ;
• Точило наждачне	1 шт.	
Верстат з ящиками для інструменту до стапеля, до внестапельним місцях доопрацювання та монтажу великих агрегатів	6 шт.	4м ²
• Свердлильно-зенковальня установка	1 шт.	20м ² ;

Допоміжне обладнання для майстерні цехового механіка і ремонту пристосувань:

• Токарно-гвинторізний верстат	1 шт.	14м ²
• Токарно-гвинторізний верстат	1 шт.	15м ²
• Універсально-фрезерний верстат	1 шт.	19м ²
• Точило наждачне	2 шт.	
• Плита дорожня	1 шт.	
• Верстат слюсарний	10 шт. .	2м ²
Разом	29 шт.	92м ² .

За даними таблиці 1 можна визначити загальну кількість виробничих робітників у цеху збірки хвостового оперення

Помноживши число робочих на кількість пристосувань по кожному виду робіт і підсумувавши, отримуємо кількість виробничих робітників у цеху:

$$P=135 \text{ люд.}$$

Зазвичай кількість допоміжних робітників, ІТП, КСХ і МОП приймається за штатним розкладом. На базі сформованого досвіду приймати цю групу працюючих можна в процентному відношенні від числа виробничих робітників. Причому відсоток в залежності від рівня механізації та автоматизації виробничих процесів повинен коригуватися.

У нашому випадку приймаємо, що при чисельності виробничих робітників у цеху до 200 осіб:

Допоміжні робітники:

$$P_{ec} = \frac{P}{100} \cdot 25\% = \frac{135}{100} \cdot 25\% = 33; \quad (2.11)$$

приймаємо $P_{ec} = 33$ люд.

Уточнимо кількість допоміжних робітників цеху за посадами в залежності від норми обслуговування (таблиця 2.7.).

Таблиця 2.7 – Розрахунок допоміжних робітників за посадами

№ п/п	Посада	норма обслуговування	Кіл-ть робочих, люд	Розряд
1	Слюсар по обл. обладнання	120	4	4
2	Електромонтер	100	3	3
3	Слюсар ПРІН	80	4	4
4	Верстатник ПРІН	200	2	4
5	Комірник ІРК	120	2	4
6	Роздавальник креслень	20	1	4
7	Комірник ПРОСК	30	4	4
8	Транспортні робочі	25	4	4
9	Кранівник	15	1	4
10	Контролер	18	6	4
11	Комплектовщик	15	3	4
12	Прибиральник цеху	10	2	2
	Разом		36	

Кількість ІТП, службовців і МОП може визначатися по-різному:

- за нормами чисельності;
- за нормами керованості і обслуговування;
- по емпіричній залежності або укрупнено у відсотках від кількості виробничих робітників.

Розрахуємо кількість ІТП, службовців і МОП в процентному відношенні до виробничих працівників.

$$ІТР: P_{ИТР} = \frac{P}{100} \cdot 20\% = \frac{135}{100} \cdot 20\% = 27; \quad (2.12)$$

приймаємо $P_{ИТР} = 27$ люд

$$КСХ: P_{КСХ} = \frac{P}{100} \cdot 3\% = \frac{135}{100} \cdot 3\% = 4,05; \quad (2.13)$$

приймаємо $P_{КСХ} = 4$ люд.

$$МОП: P_{МОП} = \frac{P}{100} \cdot 1,5\% = \frac{135}{100} \cdot 1,5\% = 2,02; \quad (2.14)$$

приймаємо $P_{МОП} = 2$ люд.

Отримані розрахункові дані кількості працівників ІТП, службовців і МОП відкоректуємо розрахувавши їх за посадами (див. таблиці 2.8.).

Таблиця 2.8 – Чисельність ІТП, службовців і МОП в цеху

	Посада	п, люд
<i>Керівники</i>	Начальник цеху	1
	Зам. начальника цеха з виробництва	1
	Зам. нач. цеха по підготовці виробництва	1
<i>Фахівці</i>	Старший змінний майстер	2
	Начальник техбюро	1
	Технолог	6
	Інженер з інструменту	1
	Майстер ПРІН	1
	Зав. ІРК	1
	Начальник ПДБ	1
	Плановик	3
	Технолог по матеріалам	1
	Начальник БТЗ	1
	Нормувальник	2
	Механік цеха	1
	Майстер по обладнанню	1
	Начальник БТК	1
	Старший контрольний майстер	1
Контрольний майстер	2	
Змінний майстер	8	
<i>Службовці</i>	Нарядчик	1
	Бухгалтер	1
	Архіваріус	1
	Табельник	1
<i>МОП</i>	Прибиральник конторських приміщень	2
Разом		43

Тоді загальне число робітників у цеху дорівнює:

$$P_{\Sigma} = 135 + 36 + 40 + 7 + 2 = 220 \text{ (люд).}$$

2.13.2 Розрахунок потрібних площ

Після визначення необхідної кількості обладнання та виробничих робітників приступають до розрахунку площ ділянок цеху.

Площі цеху по функціональному призначенню класифікують на виробничі та допоміжні.

Розрахунок виробничих площ:

Виробнича площа - це площа, яку займає складальним устаткуванням, стендами, верстакми, майданчиками для зберігання вузлів і деталей, робочими місцями для майстрів і контролерів з урахуванням проходів і головного проїзду.

У виробничу площу включаються також площі зайняті лабораторним обладнанням, місцями для приготування розчинів, лаків, фарб, клеїв.

При попередній опрацювання планувальної схеми виробничу площу цеху $F_{\text{произв}}$ визначаємо по таблиці 1, куди занесені статистичні норми питомих площ $F_{\text{уд}}$.

Так як в нашому цеху використовується велика кількість різноманітних складальних пристосувань, щоб порахувати повну виробничу площу цеху, ми вважаємо площі, що припадають на конкретні види пристосувань, враховуючи їх кількість.

Сумарна площа по кожному виду пристосувань і устаткування:

$$F_{\sum \text{уд}} = F_{\text{уд}} \cdot C_{\text{пр}} \quad (2.15)$$

Потім підсумовуємо отримані величини площ, з огляду на площі нерозрахованих і допоміжного обладнання, і отримуємо сумарну виробничу площу цеху:

$$F_{\Sigma} = \sum F_{\Sigma \text{уд}} = 1412 + 92 = 1504(\text{м}^2)$$

Потім підсумовуємо отримані величини площ, з огляду на площі нерозрахованих і допоміжного обладнання, і отримуємо сумарну виробничу площу цеху.

Норми питомих виробничих площ на одне робоче місце або одиницю обладнання в агрегатно-складальних цехах визначається за графіками.

Таким чином виробнича площа, необхідна для розміщення пристроїв та обладнання дорівнює тисячі п'ятсот п'ятдесят два м². Для того щоб врахувати проходи і проїзди між пристосуванням, отриману площу множимо на 1,2.

Тоді отримуємо:

$$F_{\text{произв}} = F \cdot 1,2 = 1504 \cdot 1,2 \approx 1805(\text{м}^2);$$

Остаточний розмір площі визначають після планування обладнання робочих місць і транспортних пристроїв з урахуванням відстаней між пристроями і шириною проходів та проїздів, а також після розміщення всіх

допоміжних служб відповідно до правил безпеки і нормами технологічного проектування.

Розрахунок допоміжних площ:

Після розрахунку виробничої та загальної площі приступають до розподілу площ, необхідних для допоміжних і складських служб.

До допоміжних відносяться площі, займані ділянками для ремонту обладнання і оснастки, майстернями по ремонту пристосувань, інструменту; приміщеннями для чергових слюсарів, електромонтерів і т.д. ; для контролю; для цехових енергетичних і санітарно-технічних установок; магістральними проїздами.

Допоміжні площі становлять 25-27% від виробничої площі:

Визначимо допоміжну площу:

$$F_{вспом} = \frac{F_{произв}}{100} \cdot 25\% = \frac{1805}{100} \cdot 25\% = 451(м^2) \quad (2.16)$$

Тоді загальна площа цеху розміщена в виробничому корпусі дорівнює:

$$F_{общ} = F_{вспом} + F_{произв} = 1805 + 451 = 2256(м^2).$$

Як правило, розподіл допоміжних площ виконуються так:

- майстерня цехового механіка: $60м^2$;
- матеріальні склади: $50м^2$;
- ІРК: $0,25м^2$ на одного виробничого робітника.

Для нашого цеху: $F_{ИРК} = 0,25 \cdot 135 = 34(м^2)$;

Всі ці площі складаються і суму вираховують із допоміжних і складських площ.

$$F_{ИРК} + F_{МЦМ} + F_{МС} = 60 + 50 + 34 = 144(м^2)$$

Отриману різницю розподіляють в таких пропорціях:

$$F = 451 - 144 = 307(м^2);$$

- склад нормалей - 5%;

$$F_{скл.норм} = \frac{307}{100} \cdot 5\% = 15,3(м^2) \quad (2.17)$$

- склад деталей (ПРОСК) – 65%;

$$F_{ПРОСК} = \frac{307}{100} \cdot 65\% = 200(м^2) \quad (2.18)$$

- комора дрібної технологічної оснастки – 10%;

$$F_{кл.м.техн.осн} = \frac{307}{100} \cdot 10\% = 30(м^2) \quad (2.19)$$

- місця підборок – 20%

$$F_{м.подсб.} = \frac{307}{100} \cdot 20\% = 62(м^2) \quad (2.20)$$

Розрахунок площ адміністративно-технічних приміщень:

Склад адміністративно-технічних приміщень визначається на підставі попередньо розроблених схем управління. Розміри площ цих приміщень залежать від складу і штатів адміністративно-технічних служб цеху.

До складу адміністративно-технічних входять приміщення технологічного, конструкторського, планово-диспетчерського та інших бюро, цехової лабораторії, приміщення для змінних майстрів, табельної, кабінет начальника, його заступників, представника замовника і ін.

Площі адміністративно-технічних приміщень приймаються в залежності від кількості працюючих в найбільш численну зміну.

Розрахунок площ побутових приміщень:

При розрахунку площ побутових приміщень виходять з необхідності створення для працівників не тільки нормальних умов праці, а й нормальних побутових умов на виробництві. Це знаходить своє вираження в розширенні складу побутових приміщень, зростанні нормативів площі на одного працівника, в зручність приміщень і їх взаємного розташування. Побутові приміщення цеху необхідні для санітарно-гігієнічного, медичного, культурного та іншого обслуговування, а також для служб харчування.

Розміри, склад та обладнання побутових приміщень встановлюються санітарними нормами проектування промислових підприємств. До складу санітарно-гігієнічних служб входять умивальники, гардеробні, душові, кімнати гігієни жінок, приміщення для сушіння, знешкодження і знепилювання одягу, пральні, курильні приміщення і т.д.

На першому поверсі розміщують вбиральні, душові, умивальні, медпункти. Другий, третій поверхи використовують для гардеробних, адміністративно-технічних приміщень, червоних куточків, кімнат для прийому їжі і т.д.

Умивальні кімнати розміщуються в окремих приміщеннях суміжних з вбиральнями.

Вбиральні розташовують таким чином, щоб відстань від найбільш віддалених місць не перевищує.

Курильні передбачаються в тих випадках, коли за умовами виробництва і протипожежної безпеки куріння в виробничих кімнатах не допускається. Курильню розташовують в суміжному з вбиральні приміщенні на відстані не більше 75 м від робочого місця.

Для розрахунку площ побутових приміщень можна приймати норми, наведені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Співвідношення працюючих за статтю та місцем роботи для розрахунку площ побутових і конторських приміщень агрегатно-складального цеху

Категорія працюючих	Чоловіки	Жінки	У конторі	У цеху
Виробничі робітники	80	52	—	135
Допоміжні робітники	2	13	—	37
ІТР	24	16	30	10
КСП	2	5	6	1
МОП	—	2	2	

З огляду на всі вимоги і норми пред'являються до розрахунку побутових приміщень, виконуємо розрахунок площі побутових приміщень (див.таблицю 2.10.).

Таблиця 2.10 – Розрахунок площ побутових приміщень

Назва приміщення		Питома площа	Прийнята норма	Розрахункова кількість людей	Р, люд	Площ. приміщення, м ²
Гардеробні з закритим способом зберігання		0,6	На одного робочого	Загальна кількість робочих	217	131
Умивальні		1,2	На один кран	Кількість працюючих в найбільш численній зміні - 15 чоловік на 1 кран	217	18
Вбиральні:	жіночі	2,8	на один унітаз	один унітаз на 15чел., кількість жінок в найбільш численній зміні	17	16
	чоловічі	3,3	на один унітаз	один унітаз і один пісуар на 30 чол., кількість чоловіків в найбільш численній зміні.	29	27
Душові		2,5	на один душ (з урахуванням тамбура)	15 осіб на один душ. Кількість працюючих у найчисельнішу зміну	217	37
Курильні		0,02	на одного працюючого	Кількість працюючих в найбільш численній зміні	217	5 приймаємо 8
Сумарна площа, м ²						240

2.13.3 Структурний склад цеху стабілізатора

До складу цеху складання хвостового оперення входять:

- відділення вузлової зборки: збираються нервюри, діафрагми, лонжерони, і інші дрібні складальні одиниці (кронштейни, фітинги, кришки і ін.).
- відділення збірки дрібних агрегатів і панелей в складі ділянки збірки панелей, ділянки збірки лонжеронів, ділянки збірки носової, хвостовій частині і закінцівок;
- відділення агрегатної, яке виконує складання стабілізатора, кіля, збірку керма напряду і рулів висоти;
- відділення внестапельной доопрацювання;

Управління цеху побудовано на основі принципів, що забезпечують чіткість і оперативність керівництва. Основні з них:

- Єдиноначальність,
- Пряма підпорядкованість,
- Оперативна самостійність ділянок.

Під організаційною структурою апарату управління слід розуміти форми побудови ланок управління з визначенням їх функцій, взаємовідносин і підпорядкованості.

Правильна побудова організаційної структури повинна сприяти злагодженій і чіткій роботі всього апарату, не бути багатоступеневим, знижувати витрати на управління виробництвом.

Начальник цеху є повноправним керівником, що відповідає за адміністративну, господарську, технічну роботу цеху.

Начальник цеху повинен мобілізувати колектив цеху на виконання виробничого плану, виявлення внутрішніх резервів, вдосконалення організації виробництва.

Заступник начальника цеху з виробництва забезпечує керівництво виробництвом, керує роботою майстрів.

Заступник начальника цеху з підготовки виробництва забезпечує своєчасну підготовку виробництва. У його підпорядкуванні знаходиться техбюро і інструментальне господарство.

Техбюро розробляє технологічні процеси, удосконалює і впроваджує у виробництво більш прогресивні з них, здійснює постійний контроль за дотриманням технологічної дисципліни.

Бюро праці та зарплати (БТЗ) займається нормуванням, тарифікацією, розробкою форм оплати праці, нарахуванням заробітної плати, організацією госпрозрахунку, розробкою і аналізом техніко-економічних показників роботи цеху і його ділянок.

Планово-диспетчерське бюро (ПДБ) розробляє виробничих дільниць календарні плани - завдання, перевіряє забезпеченість плану і вживає заходів для його виконання, організовує видачу матеріалу на робочі місця і здачу готової продукції, виписує робочу документацію виробничих дільниць, здійснює оперативне регулювання виробництвом.

Механік цеху здійснює нагляд за експлуатацією, обслуговуванням і поточним ремонтом обладнання в цеху. Під його керівництвом знаходиться майстерня механіка.

Бюро технічного контролю виробляє нагляд за якістю виконуваних робіт.

2.14 Розробка компоновки складального цеху стабілізатора і агрегатно-складального цеху зі схемою вантажопотоків

Компонування - це схема (креслення) із зображенням на плані ділянок і відділень виробничих, допоміжних, складських, енергетичних, побутових адміністративно-технічних приміщень цеху або цехів в корпусі.

Принципова технологічна схема агрегатно-складального цеху повинна відповідати ряду вимог:

- повинна бути підпорядкована вимогам організації поточного виробництва;
- геометрична форма цеху повинна бути витягнута у вигляді прямокутника в напрямку ходу технологічного процесу;
- виробничі відділення повинні розміщуватися по прямій в такій технологічній послідовності: відділення вузлових зборок, відділення збірки панелей та секцій, відділення збірки агрегату в стапелях, лінії внестапельного доопрацювання агрегатів і монтажу систем, камери перевірки агрегатів на відсутність сторонніх предметів, камери забарвлення і камери сушки агрегатів після фарбування.
- все технологічне обладнання - СЗУ, клепальні преси, зварювальні апарати, обладнання для пайки, склеювання літакових конструкцій, ґрунтування і фарбування агрегатів - повинна розміщуватись по ходу технологічного процесу.

У компоновочном плані цеху пов'язують виробничі і допоміжні відділення цеху, враховують його розташування щодо інших цехів. На план наносять магістральні і цехові проїзди і проходи; вибирають ширину прольоту, крок колон, довжину прольоту, висоту корпусу до підкранових колій або до нижнього поясу ферм; намічають вантажопідйомність і кількість кранових засобів, призначених для обслуговування виробництва; викреслюють вертикальні розрізи будівель, для того щоб показати вибрану висоту виробничого цеху (корпусу) і транспортні засоби.

Перш ніж приступати до вирішення планувальних завдань агрегатно-складального цеху, необхідно розглянути завдання в цілому, т. е. Вирішити компоновку даного цеху з надавалося до нього складами,

Агрегатно-складальні цехи на генеральному плані можуть розташовуватися в таких випадках:

Так як в складі літакобудівного заводу є кілька агрегатних цехів, компоновальні рішення необхідно приймати для всіх цехів одночасно і тим самим вирішувати задачу компонування агрегатно-складального комплексу-блоку. Примикання комплексу до цеху остаточного складання в єдиному будівельному рішенні найбільш правильно:

- технологічний процес виробництва агрегатів відбувається в одному корпусі, під одним дахом без перепаду температур на виробі, що неминуче при перевезенні агрегатів через відкриті двори.
- сталість температурних режимів значно зменшує непродуктивні втрати площі, необхідні для «відстою» агрегатів, т. е. Прогріву їх перед передачею на наступну операцію.
- є можливість добре вирішити питання транспортування агрегатів на головний складальний конвеєр

1. При суцільній забудові генерального плану - в певній зоні корпусу-блоку.
2. При павільйонної забудові в одному окремому корпусі, призначеному для розміщення тільки даного технологічного комплексу.
3. У кількох корпусах - за технологічними ознаками.

Аналіз розміщення цеху на генеральному плані заводу показує, що перший варіант компонування найбільш вигідний, тому що виключає зайві перевалки кольорових металів і можливість їх пошкодження, скорочує кількість транспортних засобів, підвищує рівень механізації важких вантажно-розвантажувальних робіт, зменшує транспортні шляхи руху готових виробів. Однак такий блок передбачає уніфіковану сітку колон, при виборі сітки колон і висоти до зятягування ферм упор робиться на цеху агрегатної і остаточного складання.

2.14.1 Схема вантажопотоків цеху

При переміщенні заготовок, деталей, вузлів, панелей і агрегатів відповідно до технологічними процесами підприємство має в своєму розпорядженні необхідним транспортом: зовнішнім, міжцеховим, цеховим. Цехової транспорт обслуговує цехові і складські приміщення, робочі місця, обладнання. Основне призначення підйомно-транспортного устаткування - це механізація і автоматизація вантажно-розвантажувальних робіт в цеху: установка і з'їм вузлів і агрегатів в пристосування, обслуговування підйомно-транспортними

операціями допоміжних служб цеху, між-операційні транспортування зібраних виробів і т.п. Вибір цехового підйомно-транспортного устаткування залежить від характеру продукції, що виготовляється, її маси та габаритів, виду виробництва, кількості вантажу і типу будівлі.

Для забезпечення ритмічного ходу виробничого процесу в агрегатно-складальних цехах повинно бути передбачено безперебійне, сучасне і раціональне постачання робочих місць предметами праці.

Виробничі ділянки в агрегатно-складальних цехах організуються за технологічною ознакою - стадій складання агрегату.

Можна виділити три основні групи виробничих ділянок агрегатно-складальних цехів, які відрізняються між собою по організації транспортних робіт. Це групи складання вузлів, стапельні і внестапельна збірка.

Наявність довгомірних матеріалів - листів, профілів, а також агрегатів, що мають великі габарити і масу обумовлює розміщення всього технологічного процесу в проєктованому цеху по одній лінії.

Таке розміщення ділянок і служб повинно виключити невиправдані пробіги матеріалів і деталей, вузлів і агрегатів, незручні повороти, петлі, зворотний рух, рух заготовок і деталей назустріч руху людей і готових вузлів, підборок і агрегатів.

Аналізуючи технологічний процес, намічають маршрут руху виробів.

Підйомно-транспортним засобом, застосовуваним для транспортування деталей, вузлів, підборок і дрібних агрегатів (лонжерони, носова і хвостова частини) є електрокари. Для транспортування зібраних агрегатів застосовують мостовий кран, вантажопідйомністю.

2.14.2 Архітектурно-будівельне рішення цеху

Під цех збірки хвостового оперення виділяємо один проліт в корпусу агрегатно-складальних цехів. Сітка колон вибирається з уніфікованих варіантів і становить 24×12 м; висота будівлі до затягування ферм - 12 м. Довжина цеху кратна кроку колон. Розміри колон вибираємо в залежності від несучої навантаження, так як в цеху передбачено мостовий кран, з вантажопідйомністю понад 100 кН, розміри колон будуть рівними 600×1900 мм. Адміністративно-технічні приміщення розташовані в двоповерховій прибудові висотою 8 м, з сіткою колон бхб м, перпендикулярно основним прольотам.

Для забезпечення природного освітлення і вентиляції в цеху передбачено покриття цеху з ліхтарем прямокутної форми шириною 12 м. Несучі конструкції покриття (плити, ферми) виконані із залізобетону.

Для провезення вантажів в цех передбачені двостулкові автоматично відкриваються ворота розміром 3×3 м.

Так як цех розташований у капітальній стіні, крім ліхтаря, природне освітлення та вентиляція забезпечується за допомогою вікон шириною 4 м, і висотою 4.8 м.

2.15 Планування цеху

Планування — графічне зображення на плані цеху у відповідному масштабі всього обладнання, автоматичних ліній, стапелів (пристроїв), підйомно-транспортних засобів, інженерних мереж, складських, побутових, адміністративно-технічних і інших приміщень.

У планувальних роботах збираються воедино всі питання, пов'язані із здійсненням технологічних процесів, організацією виробництва і економікою, технікою безпеки та санітарією.

Основні принципи при виконанні планувань:

1. Кожна ділянка цеху повинен безпосередньо прилягати до одного з корпусних транспортних проїздів.
2. Схема корпусних, цехових проходів, проїздів повинна забезпечувати організацію вантажних і людських потоків, при якій виключається їх перетин і протитечії.
3. Обладнання, підйомно-транспортні засоби, будівельні елементи, енергомережі зображують умовними позначеннями.
4. Розташування обладнання, проходів, проїздів повинно виконуватися з дотриманням відповідних норм.
5. Розміщення обладнання в цеху повинне строго відповідати розробленому або типовому техпроцесу, кожен верстат і робочі місця розташовуються в порядку виконання технологічних операцій, операцій контролю і здачі деталей.
6. Виробничі відділення та допоміжні служби повинні бути розміщені так, щоб експлуатація їх обходилася якомога дешевше.
7. Всі рішення планування повинні підкорятися одній меті-створенню зручностей для робітника, а, отже, підвищення продуктивності праці.
8. Планування повинна сприяти безперебійному надходженню матеріалів і деталей на робочі місця.
9. Повинні бути передбачені найкоротші шляхи руху заготовок, деталей.
10. Необхідно, щоб вироби, що випускаються цехом, що не піддавалися багаторазовим перевалки.
11. Необхідно передбачати системи зберігання матеріалів і деталей на робочих місцях, проміжні склади і їх місця на плануванні.

При виконанні планування цеху необхідно прагне до найбільш економному використанню площі. Для прийняття єдиного рішення, при подібних

технологічних варіантах планувань, встановлені норми мінімально допустимих розривів між елементами будівельних конструкцій (стіни, колони, опалювальні прилади) і складальними стапелями, пристосуваннями для збирання вузлів, панелей і відсіків, а також відстань між специфічним обладнанням (клепальний прес груповий клепки КП-204м, КП-503М, СЗУ). Однак слід мати на увазі, що ці відстані можуть коригуватися в залежності від габаритів оброблюваних вузлів і агрегатів. У габарити стапеля включати габарити піднятих рубильників. Відстань між стапелями необхідно перевіряти за габаритами вузлів і агрегатів. Верстати, дрібне обладнання та пристосування можуть стояти впритул до будівельних конструкцій. Витяжні шафи також можна встановити впритул до будівельних конструкцій. Електрошафи повинні бути встановлені на відстані 0,7 м. Від виступаючих елементів будівельної конструкції.

Ширина проходів для робітників повинна становити 1,2 - 1,6 м. ширина проїздів для транспортування дрібних вузлів агрегату 2 - 2,5 м; ширина проходів та проїздів при транспортуванні агрегатів верхнім транспортом для одностороннього руху повинна прийматися 2,5 - 3 м.

Планування цеху складання хвостового оперення представлена на кресленні К134.ДП.1-96А.750.000.

Устаткування й оснащення розташовані по ходу технологічного процесу.

До складальним пристосуванням, СЗУ і клепальні пресів підводяться колонки зі стисненим повітрям, так щоб їх кількість забезпечувало виконання технологічного процесу з використанням різного пневмо-інструменту і в той же час, щоб гумові шланги не заважали вільному переміщенню робітників.

Транспортування деталей, вузлів, а також готових вузлів може здійснюватися як на електрокарах по корпусним проїздам, так і за допомогою кран-балки. Готові агрегати переміщують по цеху за допомогою кран-балки.

2.16 Схема управління виробництва в цеху і елементи АСУП

Однією з основних завдань управління виробництвом є забезпечення ритмічності роботи цеху і пов'язаного з цим зростання ефективності виробництва в цілому. Як природної верхньої оцінки ритмічності виробництва може служити ритмічність безперервного виробництва, динаміка якого в основному визначається функціонуванням технологічного обладнання і майже не залежить від процесів резервування і переміщення продуктів виробництва поза технологічних агрегатів. В умовах дискретного виробництва, навпаки, технологічні режими обробки характеризуються великою стабільністю, а матеріальні потоки в силу їх неоднорідності і дискретності мають складну структуру. У безперервному виробництві управління зводиться до оптимізації технологічних режимів обробки.

Управління дискретним виробництвом носить яскраво виражений організаційно-технологічний характер. У дискретному виробництві велике значення набуває управління матеріальними потоками. Управління ж технологічними процесами, хоча і не втрачає своєї актуальності і значущості, часто грає підлеглу роль.

У загальному випадку дискретне виробництво включає заготівельні і складальні операції. Процеси збирання можливі тільки в разі поставки заготівельним виробництвом в строго певні моменти часу і в необхідних кількостях всієї необхідної номенклатури деталей. Невиконання цієї умови може призвести до порушення ритму виробництва за рахунок виникнення дефіциту деталей на складанні. Для усунення дефіциту в першу чергу організовується випуск деталей для складальних операцій, а це, як правило, викликає порушення нормального ритму роботи заготівельних ділянок і створює передумови для нового виникнення дефіциту в складальному виробництві.

Дана обставина породжує проблеми синхронізації, типові для дискретного виробництва. Устаткування заготівельних ділянок повинно працювати в узгодженому темпі зі складальними операціями. Цим обумовлені переналагодження виробничих ланок з випуску одних типів деталей на інші, виробництво деталей партіями, що забезпечують комплексність на збірці, створення необхідних виробничих заділів. Частота переналадок, розміри партій зберігання, транспортування та обробки, обсяги заділів деталей на переходах, обумовлені синхронізацією заготівельних умов мінливої виробничої обстановки (зміна обсягів продукції, що випускається кінцевої продукції), визначаються в результаті рішення задач оперативного управління.

Порушення нормального ритму виробництва може бути викликано і помилками планування, яке в умовах дискретного виробництва пов'язане з визначенням порядку і тривалості виконання операцій обробки в рамках кожної застосовуваної технології, розрахунком завантаження устаткування, налаштуванням і узгодженням забезпечують процесів, утворенням запасів і розподілом ресурсів і т.п.

Завдання управління виробництвом можна представити у вигляді ієрархічної системи, на нижньому рівні якої знаходяться завдання оптимізації технологічних режимів виробничих ланок, а наступні рівні утворюють завдання оперативного диспетчування матеріальними потоками і завдання оптимального планування виробництва.

Безперервне виробництво відрізняється тим, що матеріальний потік, що проходить через технологічне обладнання і зазнає там в кожен момент часу зміни своїх властивостей, є безперервним.

У дискретному виробництві перетворення вихідних компонентів здійснюється циклічно, і готова продукція випускається партіями. Кожен цикл отримання вихідного продукту або партії включає час, що витрачається на приведення технологічного обладнання в початковий стан. Протягом цього періоду технологічне устаткування простоє, і ці втрати є неповернутими.

З точки зору співвідношення витрат часу на технологічну підготовку виробництва t_{mn} , перехідний режим пуску t_n і на корисну завантаження технологічного обладнання, яка визначається часом випуску продукції t_m , для безперервного виробництва $t_n \gg t_{mn} + t_n$, а для дискретної $t_n \sim t_{mn} + t_n$. Таким чином, основна відмінність між не безперервно і дискретним виробництвом полягає в завантаженні основного обладнання. Якщо в безперервному виробництві відсутні простої (в режимі нормального функціонування), то в дискретно коефіцієнт завантаження устаткування завжди менше одиниці.

Шляхом розбиття дискретного виробництва на виробничі процеси можна знайти такі комплекси технологічних операцій, в яких отримання кінцевого продукту є безперервним у часі і за рівнем. Однак ця безперервність матеріального потоку на кінцевому підмножині операцій і по відношенню до решти операцій, проходження яких необхідно для отримання кінцевого продукту, не забезпечує нерозривності матеріального потоку.

Дискретне виробництво в свою чергу по частій зміні складу кількості найменувань продукції, що випускається в одиницю часу розділяється на масове, серійне і одиничне.

Однією з характеристик дискретності є коефіцієнт серійності виробництва (K_c).

Коефіцієнт серійності іноді визначається як відношення повного обсягу номенклатури до обсягу однієї партії:

$$K_c = \frac{\text{Кількість видів дискретної продукції виробництва}}{\text{Число застосовуваних у виробництві технологічних ліній}} .$$

Для безперервного виробництва $K_c=1$, для дискретного $K_c>1$. Залежно від величини коефіцієнта серійності

розрізняють виробництва:

масове: $K_c=2-3$ (Випускається незначна кількість видів кінцевої продукції; використовуються вузькоспеціалізовані виробничі ланки і технологічні лінії)

серійне: $K_c=3-50$ (Випускається досить широка номенклатура готової продукції). Виробництво здійснюється повторюваними партіями (серіями). Використовуються виробничі ланки і технологічні лінії, для яких допускається переналагоджування програм (режимів) виконання операцій обробки;

— одиничне: $K_c = 50$ (Число видів кінцевої продукції може бути дуже великим, кожне найменування кінцевої продукції випускається в одиничному кількості, використовується універсальне технологічне обладнання).

Таким чином, управління матеріальними потоками в дискретному виробництві реалізується в умовах одиничного, серійного або масового випуску продукції і в силу цього пов'язано з відповідними організаційними обмеженнями.

Окремий випадок масового виробництва - потокове - характеризується постійною і обмеженою номенклатурою виробів, що випускаються, послідовним виконанням технологічних операцій і по своїм динамічним властивостям в сенсі витрат часу на технологічну підготовку і переналагодження обладнання наближається до безперервного.

Інший крайній випадок дискретного виробництва - одиничне - відрізняється високою частотою зміни найменування виробів, що випускаються окремими партіями, і пов'язаний з великими витратами на переналагодження обладнання та технологічну підготовку виробництва.

Найбільші успіхи в автоматизації пов'язані з безперервними технологічними процесами, а в разі дискретного виробництва - з масовим і головним чином з поточним виробництвом однорідної продукції. Характерним прикладом такого виробництва є автоматичні і роторні лінії. З точки зору організації і реалізації систем управління основна причина отримання значних результатів на базі порівняно обмежених коштів автоматизації криється в тому, що структура керованих процесів в таких виробництвах є фіксованою і чи близькою до такої.

Тому організаційно-технологічні заходи в управлінні дрібносерійним і серійним виробництвом спрямовані на наближення характеру виробничих процесів в цих системах до масового (або поточного) шляхом використання принципу групової технології. Складність і взаємна обумовленість завдань управління виробництвом призвели до необхідності створення та використання на практиці автоматизованих систем управління: виробництвом (АСУП), технологічними процесами (АСУТП), технологічною підготовкою виробництва (АСТПП), промисловими дослідженнями (АСП), проектуванням (САПР).

При створенні автоматизованих систем управління проектувальники ставлять певні цілі, причому їх може бути кілька. Такими цілями C_i можуть бути:

- економія палива, сировини, матеріалів та інших виробничих ресурсів;
- забезпечення безпеки функціонування об'єкта;
- підвищення якості кінцевого продукту (вироби) або забезпечення заданих значень параметрів кінцевого продукту (вироби);
- досягнення оптимального завантаження (використання) обладнання;
- зниження витрат живої праці;

- оптимізація режимів роботи технологічного обладнання (в тому числі маршрутів обробки в дискретних виробництвах) і т.д.

Автоматичне керуючий пристрій об'єднує комплекс елементів, за допомогою яких здійснюється автоматичне, без участі людини, управління процесом. Управління виробництвом може вестися без урахування або з урахуванням дійсного значення параметрів, що визначають характер його протікання

2.17 Структура і функції служби підготовки виробництва і служби технічного контролю. Служби технічного контролю

Технологічна підготовка виробництва складальних робіт повинна забезпечити повну технологічну готовність складального виробництва до випуску виробів вищої якості відповідно до заданих техніко-економічними показниками, що визначають технічний рівень і мінімальні трудові і матеріальні витрати.

Начальником служби підготовки виробництва є заступник начальника цеху з підготовки виробництва, в підпорядкуванні якого знаходяться технологічне бюро і інструментальне господарство.

В обов'язки служби підготовки виробництва входить:

- освоєння збірки нового виробу за мінімальні терміни;
- постачання складального виробництва всіма видами технологічного оснащення та технологічної документації в задані терміни;
- забезпечення мінімальної матеріаломісткості і трудомісткості збірки;
- підвищення технологічного рівня цеху;

Служба (бюро) технічного контролю складається з начальника БТК, старшого контрольного майстра, контрольних майстрів і контролерів.

Ця служба відповідає за випуск продукції, якість якої відповідає конструкторської документації. Також вони відповідають за проведення попереджувального планового ремонту обладнання та інструменту, за виробничу дисципліну, за виконання всіх вимог технологічних процесів складання агрегатів і вузлів і т.д.

На ділянках, де виконується складання нескладних складальних одиниць, і технологічні процеси їх складання не передбачають спеціальних складних процесів контроль і приймання готових виробів здійснюється контролерами.

А в тих випадках, коли технологічний процес пов'язаний з виконанням складних операцій, вимагає високої точності зібраних виробів, при складанні відповідальних агрегатів і їх стикування контроль повинен здійснюватися контрольним або старшим контрольним майстром.

3.ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення порядку розрахунків статей калькуляції витрат на виготовлення заданої одиниці

Планова калькуляція собівартості окремої продукції являє собою розрахунок витрат по калькуляційних статтях витрат на виробництво одиниці відповідного виду продукції. Розрахунок собівартості виробу і його оптової ціни виконується в наступному порядку:

1. Визначення цехової собівартості:

- витрати на сировину і матеріали;
- зменшення або збільшення витрат;
- основна зарплата виробничих робітників;
- додаткова зарплата виробничих робітників
- нарахування на заробітну плату виробничих робітників;
- відшкодування зносу спеціального інструменту;
- витрати на освоєння виробництва;
- витрати на утримання та експлуатацію обладнання.

2. Заводська собівартість:

- загальнозаводські витрати;
- витрати на страхування майна;
- витрати на медичне страхування;
- інші виробничі витрати.

3. Повна собівартість:

- позавиробничі витрати.

4. Ціна виробу (оптова).

3.2 Розрахунок кількості матеріалів, необхідних для виготовлення композитної верхньої знімної панелі пасажирського літака середнього класу Ан-148

Площа верхньої знімної панелі: $S=5,4250 \text{ м}^2$ (див. конструкторський розділ).

Кількість плівки SUN SKIN дорівнює площі панелей, помноженому на коефіцієнт технологічних втрат $k=1,175$ і помноженому на кількість необхідних шарів (1 шар):

$$S_{\text{SUN SKIN}}=1,175 \cdot 5,4250 \approx 6,4 \text{ м}^2, m=0,095 \text{ кг.}$$

Кількість стрічок УОЛ-300-1А для виготовлення верхньої та нижньої обшивки виходячи з геометрії панелі площа дорівнює:

$$S= 0,029664 \cdot 4 + 0,029664 + 0,032492 + 0,035104 = 0,215916 \text{ м}^2, m=0,125 \text{ кг.}$$

Кількість стрічок УТ-900-2.5-240ЕД для виготовлення зовнішніх шарів верхній панелі:

$$S=3 \cdot 0,05147 + 3 \cdot 0,039872 + 2 \cdot 0,04217 + 2 \cdot 0,044364 = 0,447124 \text{ м}^2, m=0,181 \text{ кг.}$$

$$\text{Кількість окантовки пасти ВПЗ-1: } S= 0,028076 \text{ м}^2.$$

$$\text{Кількість сотоблока полімеросотопласт ПСП-1-2: } S=0,01898 \text{ м}^2, m=0,141 \text{ кг.}$$

$$\text{кількість клею ВК-9: } m=0,05 \text{ кг.}$$

Сполучна ЕДТ-69Н врахований з масою верхньої і внутрішньої обшивки (див. конструкторський розділ).

$$\text{Плівка клейова ВК-51: } S=0,5788 \text{ м}^2, m=0,12 \text{ кг.}$$

3.3 Визначення собівартості композитної верхньої знімної панелі пасажирського літака середнього класу Ан-148

Собівартість продукції - це виражені в грошовій формі витрати підприємства на її випуск і реалізацію.

Показники собівартості широко застосовуються при оцінці виробничо-господарської діяльності підприємств, при визначенні економічної ефективності капітальних вкладень, впровадження нової техніки, технологічного процесу, нових матеріалів, виборі конструкції нової машини, видів заводського транспорту і вдосконалення організації.

Залежно від складу враховуються витрат розрізняють технологічну, цехову, виробничу і повну собівартість продукції.

Калькуляція планової собівартості виробів або робіт цеху враховує тільки ті витрати, які виробляються в даному цеху, без урахування витрат іншого цеху. Повна калькуляція готового виробу проводиться централізовано шляхом підсумовування витрат всіх цехів, що виготовляють цей виріб.

Розглянемо порядок проведення розрахунків з найважливіших статей калькуляцій:

- а) У статтю «Сировина і матеріали» включають витрати на основні матеріали, які входять до складу продукції, що випускається, а також витрати на допоміжні матеріали, які використовуються для забезпечення технологічного процесу. Вартість основних і допоміжних матеріалів визначається за формулою:

$$P_M = 1,05 \cdot \sum_i^M H_{MI} \cdot C_{MI}, \quad (3.1)$$

де H_{MI} - норма витрати і-го матеріалу на виріб,

C_{MI} - ціна одиниці і-го матеріалу,

m - кількість видів матеріалів.

Коефіцієнт 1,05 враховує транспортно-заготівельні витрати.

За даними прейскуранта цін, що діє на 2023 р, складена таблиця 3.1 вартості матеріалів, необхідних для виготовлення верхнього знімної панелі.

Таблиця 3.1 – Вартості матеріалів

№ п/п	Матеріал	Од. вим.	Кіл-сь	Ціна за од., грн.	Вартість, грн.	
Основні матеріали	1	SUN SKIN	м ²	6,4	973,20	6 228,48
	2	Полотно ПМ-0.08	м ²	0,5788	374	216,47
	3	УОЛ-300-1А	кг	0,125	11 800	1 475
	4	УТ-900-2.5-240ЭД	м ²	0,447124	3 840	1 716,95
	5	Сотоблока ПСП-1-2	кг	0,0141	961,30	13,55
	6	Окантовка ВПЗ-1	кг	0,0181	591	10,70
	7	Сполучна ЭДТ-69Н	кг	0,0273	628,90	17,16
	8	Плівка клейова ВК-51	м ²	0,5788	280	162,064

Допоміжні. матеріали	9	Клей ВК-9	л	0,011	870,10	9,57
	10	Бензин	кг	0,1	41,0	4,10
	11	Рукав с х/б	шт	2	15	30
	12	Ацетон технічний	л	0,15	41,86	6,30
	13	Тканина серветкова	м	0,6	13,9	8,34
	14	Антиадгез. рідина	л	0,2	1 299	259,8

Згідно з розрахунками загальна вартість витрачених матеріалів складає:

$P_{\text{ОСН}} = 9\,849,95$ грн - основні матеріали;

$P_{\text{ВМ}} = 308,54$ грн - допоміжні матеріали.

б) Стаття «Куплені комплектуючі вироби і напівфабрикати» відображає витрати з комплектуючі вироби, що надходять по кооперації з інших підприємств, на придбання заготовок і оплату послуг інших підприємств щодо часткової збірці. У нашому випадку покупні комплектуючі вироби відсутні, а напівфабрикати враховані в статті «Сировина і матеріали». Тому ця стаття при розрахунку до уваги береться.

в) Стаття «Зворотні відходи» включає вартість тих залишків вихідних матеріалів і напівфабрикатів, які в подальшому можуть бути будь-яким чином утилізовані. В середньому вартість відходів становить 10% від вартості основних матеріалів.

$$P_{\text{ВО}} = 0,1 \times 984,995 = 98,4995 \text{ грн.} \quad (3.2)$$

г) У статті «Пряма заробітна плата виробничих робітників» враховується тарифний фонд заробітної плати робітників, зайнятих безпосередньо виконанням виробничого процесу. У цю статтю входять і такі види доплат, як доплати за керівництво бригадою, а також премії з фонду заробітної плати за перевиконання технічно обґрунтованих норм, виконання плану та високу якість продукції.

Пряму заробітну плату основних робітників розраховують за формулою:

$$P_{\text{ЗОР}} = \frac{T \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{\bar{K}_{\text{ym}} + \bar{K}_{\text{um}}}{100} \right)}{K_{\text{ОД}}}, \quad (3.3)$$

де T - трудомісткість робіт з виготовлення виробу, нормовані, люд.-год;

1 - відрядна годинна ставка на відрядні та погодинні роботи з виготовлення виробу, грн. / год;

$\bar{K}_{\text{ym}}, \bar{K}_{\text{um}}$ - середні по виробу доплати за умови та інтенсивність праці - $\bar{K}_{\text{ym}} + \bar{K}_{\text{um}} = 20\%$.

$K_{\text{ОД}}$ - кількість одночасно зайнятих робочих, $K_{\text{ОД}} = 3$.

д) За «Питомим нормам для розрахунку трудомісткості виготовлення деталей з КМ при опрацюванні КД для запуску у виробництво» для каркасних вугле-пластикових конструкцій призначається трудомісткість в розмірі 85-90 н / ч на 1 кг виробу. З огляду на масу верхньої знімної панелі пасажирського літака середнього класу АН-148 (0,4779 кг), визначимо трудомісткість її виготовлення:

$$T = 0,4779 \times 90 \approx 43,011 \text{ н/г.} \quad (3.4)$$

Всі роботи виконують робітники 4 розряду, відрядна годинна ставка яких на почасові роботи на ДП «Антонов» становить 52,7 грн / год.

$$ПЗОР = \frac{43,011 \cdot 52,7 \cdot \left(1 + \frac{20\%}{100\%}\right)}{3} = 906,67188 \text{ грн.}$$

- е) Стаття «Основна заробітна плата виробничих робітників» відображає доплати, передбачені законодавством про працю за опрацьованим час: оплата чергових і додаткових відпусток, пільгових годин підліткам і матерям, що годують, за виконання державним обов'язків і ін.

Додаткова заробітна плата розраховується за формулою:

$$ДЗОР = ПЗОР \cdot \frac{K_{\text{час}} + K_{\text{дн}} + K_{\text{мес}}}{100\%}, \quad (3.5)$$

де $K_{\text{час}}, K_{\text{дн}}, K_{\text{мес}}$ – прийняті нормативи часових, денних і місячних доплат, $K_{\text{час}} = 10\%, K_{\text{дн}} = 12\%, K_{\text{мес}} = 16\%$.

$$ДЗОР = 906,67188 \cdot \frac{10\% + 12\% + 16\%}{100\%} = 101,7073 \text{ грн.}$$

- ж) Стаття «Відрахування в фонди» враховує відрахування на соціальне страхування, військовий і пенсійний фонд із заробітної плати.

Фонд оплати праці основних робітників (ΦOT_{op}):

$$\Phi OT_{op} = ПЗОР + ДЗОР \quad (3.6)$$

$$\Phi OT_{op} = ПЗОР + ДЗОР = 906,67188 + 101,7073 = 1\,008,3792 \text{ грн.}$$

$$P_{CM} = \Phi OT_{op} \times \frac{H_{CM}}{100\%} = 1\,008,3792 \cdot \frac{37,5}{100} = 378,1422 \text{ грн.} \quad (3.7)$$

- з) У статтю «Витрати на підготовку і підстава виробництва» входять витрати на заснування нових підприємств, цеху і агрегатів, нових видів продукції і технологічних процесів; відрахування до фонду преміювання за створення і освоєння нової техніки і деякі інші одноразові витрати. При укрупнених розрахунках величина цих витрат приймається в розмірі 10% від фонду оплати праці виробничих робітників:

$$0,1\Phi OT_{op} = 0,1 \cdot 1\,008,3792 = 100,8379 \text{ грн.} \quad (3.8)$$

- и) Стаття «Знос інструменту і пристосувань цільового призначення (спец-оснащення)» враховує витрати на виготовлення, придбання та ремонт спеціального інструменту і пристосувань. При укрупнених розрахунках величину цих витрат приймають 15% від фонду оплати праці виробничих робітників:

$$0,15\Phi OT_{op} = 0,15 \cdot 1\,008,3792 = 151,2569 \text{ грн.} \quad (3.9)$$

- к) Стаття «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання» є комплексною і включає наступні види витрат:

- амортизаційні відрахування на ремонт обладнання і транспортувальних засобів;

- витрати по експлуатації обладнання;

- витрати на ремонт обладнання і транспортувальних засобів;

- витрати на внутрішньозаводські переміщення вантажів;

- Інші витрати.

Для проектованого виробу норматив витрат за цією статтею становить 110% від фонду оплати праці виробничих робітників. Дані витрати складають:

$$1,1\Phi OT_{op} = 1,1 \cdot 1\,008,3792 = 1\,109,21712 \text{ грн.} \quad (3.10)$$

- л) Стаття «Цехові витрати» також комплекції. Вона включає в укрупненому вигляді наступні витрати по управлінню виробництва:
- витрати на утримання апарату управління цеху та інше іншого цехового персоналу;
 - амортизаційні відрахування на повне відновлення завдань, споруд та інвентарю загального призначення;
 - витрати на зміст завдань і споруд та їх поточний ремонтно-витратний по забезпечуванню безпеки труда в цеху;
 - інші витрати, пов'язані з управлінням і обслуговуванням виробництва.

Витрати на управління цеху визначаються як відсоток від фонду оплати праці виробничих робітників і становить 80% від них. Для проектованого виробу ці витрати складають:

$$0,8\Phi OT_{op} = 0,8 \cdot 1\,008,3792 = 806,7034 \text{ грн.} \quad (3.11)$$

- м) Стаття «Витрати на медичне страхування» складають 2,6% від фонду оплати праці виробничих робітників:

$$0,026\Phi OT_{op} = 0,026 \cdot 1\,008,3792 = 26,2178 \text{ грн.} \quad (3.12)$$

- н) Стаття «Витрати на обов'язкове страхування майна». Складають 6,5% від фонду оплати праці виробничих робітників:

$$0,065\Phi OT_{op} = 0,065 \cdot 1\,008,3792 = 65,5447 \text{ грн.} \quad (3.13)$$

- о) Стаття «Загальнозаводські витрати» входять витрати по управлінню підприємством і організацією виробництва в цілому;
- заробітна плата апарату управління підприємства;
 - амортизаційні відрахування, витрати на утримання та поточний ремонт будівель, споруд та інвентарю загальнозаводського призначення;
 - витрати на відрядження працівників управління;
 - витрати по всіх видах охорони підприємства;
 - витрати, спрямовані на підготовку кадрів;
 - інші витрати.

Ці витрати складають 80% від фонду оплати праці виробничих робітників

$$0,8\Phi OT_{op} = 0,8 \cdot 1\,008,3792 = 806,7034 \text{ грн.} \quad (3.14)$$

Розрахунок цехової собівартості виробу полягає у визначенні наступних статей витрат:

$$СЦ = P_M - P_{BO} + P_{ЭЭ} + ПОЗР + ДЗОР + НЗВР + ЗПЦП + ВУЕО + ЗВ + ВМС + ВОСМ + ОР, \quad (3.15)$$

де НЗВР – нарахування на зарплату виробничих робітників, грн.;

ВУЕО – витрати на утримання та експлуатацію обладнання, грн.;

ЗПЦП - знос інструменту і пристосувань цільового призначення, грн.;

ЦВ- цехові витрати, грн.;

ВМС - витрати на медичне страхування, грн.;

ВОСМ - витрати на обов'язкове страхування майна, грн.;

ЗВ- загальнозаводські витрати, грн.

Результати за статтями калькуляції і розрахунок ціни одного комплекту представлений в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок ціни композитної верхньої знімної панелі Ан-148

№ п/п	Статті витрат	Величина витрат на рік, грн.
1	Сировина і матеріали	9 849,95
2	Покупні комплектуючі вироби і напівфабрикати	–
3	Зменшення або збільшення витрат	98,4995
4	Паливо і енергія на технологічні цілі	1 320
5	Пряма заробітна плата виробничих робітників	906,67188
6	Питомою нормам для розрахунку трудомісткості виготовлення деталей з КМ при опрацюванні КД для запуску у виробництво	43,011
7	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	101,7073
8	Відрахування до фондів	378,1422
9	Витрати на підготовку і підстава виробництва	100,8379
10	Знос інструменту і пристосувань цільового призначення (спец-оснащення)	151,2569
11	Витрата на утримання та експлуатацію обладнання	1 109,21712
12	Цехові витрати	806,7034
13	Витрати на медичне страхування	26,2178
14	Витрати на обов'язкове страхування майна	65,5447
15	Загальнозаводські витрати	806,7034

3.4 Визначення собівартості металевої верхньої знімної панелі пасажирського літака середнього класу Ан-148

Початкові дані:

- маса верхньої знімної панелі АН-148 становить 0,601 кг;
- середня вартість матеріалу. становить 123 грн/кг;
- трудомісткість становить в сумі 5 люд.-г., включає в себе (таблиця 3.3).
- норма додаткової заробітної плати основних робітників становить 20...25%;
- норма обчислення в фонд становить 37,5%;

- норма витрат на утримання і експлуатацію устаткування становить 110%;
- норма витрат на управління цеху становить 80%;
- норма позапланових витрат – 5%;
- годинна ставка 52,7 грн.

Таблиця 3.3 – Трудомісткість для різних видів устаткування

Найменування обладнання	Трудомісткість, люд.-год	Розряд робіт
Верстати з ЧПУ	1	4
Універсальне пристосування для збірки верхньої знімної панелі	2	4
Оснащення та обладнання	2	4

Метою економічної частини є визначення планової собівартості і ціни виготовлення верхньої знімної панелі. Розрахунки статей калькуляції витрат, на виготовлення верхньої знімної панелі включають в себе такі витрати: річні амортизаційні відрахування, витрати на експлуатацію обладнання, витрати цеху на поточний ремонт обладнання, витрати цеху на внутрішньозаводські переміщення вантажів, витрати на відновлення малоцінних і швидкозношуваних інструментів і пристосувань універсального призначення, витрати цеху на утримання і експлуатації обладнання.

Розрахунок цехової собівартості виробу полягає у визначенні наступних статей витрат:

$$СЦ = ВМ - ПВ + ОЗВР + ДЗВР + НЗВР + ВУЕО + ЗЦВ + ЗСП + ВОВ, \quad (3.16)$$

де ВМ – витрати на сировину, матеріали, комплектуючі вироби, грн.;

ПВ – поворотні відходи, грн.;

ОЗВР – основна зарплата виробничих робітників, грн.;

ДЗВР – додаткова зарплата виробничих робітників, грн.;

НЗВР – нарахування на зарплату виробничих робітників, грн.;

ВУЕО – витрати на утримання та експлуатацію обладнання, грн.;

ЗЦВ – загальноцехові витрати, грн.;

ЗСП – величина зносу спеціальних пристосувань, грн.;

ВОВ – витрати на освоєння виробництва, грн.

Поворотний відхід:

$$ПВ = -(НВ - НГ) \times ЦВД, \quad (3.17)$$

де НВ = 0,7 - норма витрат на виріб;

ЦВД = 115 грн/кг – ціна відходів на 1 виріб.

$$ПВ = -(0,7 - 0,00601) \times 115 = -79,8089 \text{ грн.}$$

Витрати на сировину і матеріали ВМ для виробу обчислюють таким чином:

$$ВМ = НГ \times ВМ, \quad (3.18)$$

де ВМ = 123 грн./кг – середня вартість додаткових матеріалів;

$$ВМ = 0,601 \times 123 = 73,923 \text{ грн.}$$

Обчислюємо основну заробітну плату виробничих робітників ОЗПВ для виробу:

$$\text{ОЗПВ} = (1 + (\text{НУП} + \text{НІП}) / 100) \times T \times \text{СГС}, \quad (3.19)$$

де НУП=5% – норматив доплат за умови праці;

НІП=10% – норматив доплат за інтенсивність праці;

$T=1+2+2=5$ люд.-г. – трудомісткість виготовлення виробу визначаємо за даними таблиці 3.3;

СГС – середня годинна ставка основних робітників, грн. / люд.-год.

Знаходимо середню годинну ставку:

$$\text{СГС} = \sum(\text{ЧПР} \times \text{ГС}) / \sum \text{ЧПР}, \quad (3.20)$$

де ЧПР=2 люд. – кількість робочих;

ГС – годинна ставка;

$\text{СГС} = (2 \times 52,7) / 2 = 52,7$ грн.люд.-г.

Основну заробітну плату обчислимо:

$$\text{ОЗВР} = (1 + (5 + 10) / 100) \times 5 \times 52,7 = 303,025 \text{ грн.}$$

Додаткову заробітну плату виробничих робітників обчислюють таким чином:

$$\text{ДЗВР} = 0,2 \times \text{ОЗВР} = 0,2 \times 303,025 = 60,605 \text{ грн.} \quad (3.21)$$

Нарахування на заробітну плату виробничих робітників, що включаються в собівартість виробу, розраховуємо у відсотках від ОЗВР і ДЗВР:

$$\text{НЗВР} = (\text{ОЗВР} + \text{ДЗВР}) \times \text{ННЗП} / 100, \quad (3.22)$$

де ННЗП – норматив нарахувань (37,5%);

$$\text{НЗВР} = (303,025 + 60,605) \times 37,5 / 100 = 136,3612 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання РУЕО для виробу:

$$\text{РУЕО} = \text{ОЗВР} \times \text{НРСЕО} / 100, \quad (3.23)$$

де НРСЕО=110% – відповідний норматив;

$$\text{РУЕО} = 303,025 \times 110 / 100 = 333,3275 \text{ грн.}$$

Загальноцехові витрати ЗЦР:

$$\text{ЗЦР} = \text{ОЗВР} \times \text{НОЦР} / 100, \quad (3.24)$$

де НОЦР=80% – відповідний норматив;

$$\text{ЗЦР} = 303,025 \times 80 / 100 = 242,42 \text{ грн.}$$

Відшкодування зносу пристосувань у відсотках від ОЗВР:

$$\text{ЗСП} = \text{ОЗВР} \times \text{НСО} / 100, \quad (3.25)$$

де НСО=15% – норматив витрат на спеціальне оснащення (8, табл.2.7.).

$$\text{ЗСП} = 303,025 \times 15 / 100 = 45,4538 \text{ грн.}$$

Витрати на освоєння виробництва виробів ВОВ визначають нормативом від матеріальних витрат і основної зарплати виробничих робітників для виробів:

$$\text{ВОВ} = (\text{РМ} + \text{ОЗВР}) \times \text{НОВ} / 100, \quad (3.26)$$

де НОВ=5% - норматив витрат на освоєння виробництва.

$$\text{ВОВ} = (73,923 + 303,025) \times 5 / 100 = 18,8474 \text{ грн.}$$

Цехова собівартість виробу дорівнює (формула 3.18):

$$\text{СЦ} = 73,923 - 79,8089 + 303,025 + 60,605 + 136,3612 + 333,3275 + 242,42 + 45,4538 + 18,8474 = 1\,134,154 \text{ грн.}$$

Визначення ціни виробу

Для визначення ціни виробу необхідно до повної собівартості додати прибуток, яка становить 25% від собівартості верхньої знімною панелі і ПДВ, величина якого вказана в законодавстві України.

$$\text{ЦВ}=\text{СП}+\text{П}+\text{ПДВ}, \quad (3.27)$$

где СП – повна собівартість визначається за формулою:

$$\text{СП}=\text{СЗ}+\text{ВВР}, \quad (3.28)$$

де ВВР – позавиробничі витрати, які приходять на один виріб розраховуються за формулою:

$$\text{ВВР}=\text{СЗ}\times\text{НВВР}/100, \quad (3.29)$$

де НВВР=5% – норматив позавиробничих витрат.

СЗ – заводська собівартість розраховується по формулі:

$$\text{СЗ}=\text{ЦВ}+\text{ЗЗВ}+\text{СМ}+\text{МС}+\text{ПВР}, \quad (3.30)$$

Загальнозаводські витрати ЗЗВ визначаються нормативом НЗЗВ від основних заробітних плат виробничих робітників по виробу:

$$\text{ЗЗВ}=\text{ОЗВР}+\text{НОЗВР}/100, \quad (3.31)$$

де НЗЗВ=80% – норматив загальнозаводських витрат.

$$\text{ЗЗВ}=\mathbf{303,025\times 80/100=242,42 \text{ грн.}}$$

Витрати на обов'язкове страхування майна СМ знаходять за нормативом НС наступним чином:

$$\text{СМ}=\text{ОЗВР}\times\text{НСМ}/100, \quad (3.32)$$

де НСМ=6,5% – норматив витрат на страхування майна.

$$\text{СМ}=\mathbf{303,025\times 6,5/100=19,6966 \text{ грн.}}$$

Витрати на обов'язкове медичне страхування персоналу МС обчислюють за нормативом НМС:

$$\text{МС}=\text{ОЗВР}\times\text{НМС}/100, \quad (3.33)$$

де НМС=2,6% – норматив обов'язкового медичного страхування персоналу:

$$\text{МС}=\mathbf{303,025\times 2,6/100=7,8787 \text{ грн.}}$$

Інші виробничі витрати ІВВ розраховують за нормативом НІВ від основної зарплати виробничих робітників:

$$\text{ІВВ}=\text{ОЗВР}\times\text{НІВ}/100, \quad (3.34)$$

де НІВ=10% – норматив інших витрат.

$$\text{ІВВ}=\mathbf{303,025\times 10/100=30,3025 \text{ грн.}}$$

Заводська собівартість розраховуємо за формулою 3.14:

$$\text{СЗ}=\mathbf{1\,134,154+242,42+19,6966+7,8787+30,3025=1\,434,4518 \text{ грн.}}$$

Позавиробничі витрати розраховуємо:

$$\text{ВВР}=\mathbf{1\,434,4518\times 5/100=71,7225 \text{ грн.}}$$

Повну собівартість розраховуємо за формулою 3.15:

$$\text{СП}=\mathbf{1\,434,4518+71,7225=1\,506,1743 \text{ грн.}}$$

Прибуток:

$$\text{П}=\mathbf{25\%\text{СП}=0,25\times 1\,506,1743=376,5435 \text{ грн.}} \quad (3.35)$$

Податок на додану вартість:

$$\text{ПДВ}=\mathbf{20\%\text{СП}=0,2\times 1\,506,1743=301,2348 \text{ грн.}} \quad (3.36)$$

Ціна виробу без ПДВ:

$$\text{ЦВ(безПДВ)}=\mathbf{\text{СП}+\text{П}=1\,506,1743+376,5435=1\,882,7178 \text{ грн.}} \quad (3.37)$$

Ціна виробу розраховується:

ЦВ=1 506,1743+376,5435+301,2348=2 183,9526 грн.

Розрахунок собівартості і цін металевої верхньої знімної панелі пасажирського літака середнього класу АН-148 предоставлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Показники собівартості і цін.

№ п/п	Найменування показників	Вартість в грн.
1	Витрати на сировину і матеріали ВМ	73,923
2	Зменшення або збільшення витрат ПВ	- 79,8089
3	Основна зарплата виробничих робітників ОЗВР	303,025
4	Додаткова зарплата виробничих робітників ДЗВР	60,605
5	Нарахування на зарплату виробничих робітників НЗВР	136,3612
6	Витрати на освоєння виробництва ВОВ	18,8474
7	Витрати на утримання і експлуатацію обладнання РУЕО	333,3275
8	Загально цехові витрати ЗЦР	242,42
Разом: цехова собівартість СЦ		1 134,154
9	Загальнозаводські витрати ЗЗР	242,42
10	Витрати на страхування майна СМ	19,6966
11	Витрати на медичне страхування МС	7,8787
12	Інші виробничі витрати ІВВ	30,3025
13	Разом: заводська собівартість СЗ	1 434,4518
14	Позавиробничі витрати ПВР	71,7225
Разом: повна собівартість СП		1 506,1743
15	Ціна виробу без ПДВ ЦВ (без ПДВ)	1 882,7178
16	ПДВ	301,2348
17	Прибуток на одиницю виробу	376,5435
Ціна виробу ЦВ		2 183,9526

3.5 Порівняльний аналіз розрахунків

Порівняльний аналіз собівартості виготовлення верхнього знімної панелі з композитних матеріалів і металів наведено в таблиці 3.5, а також порівняльний аналіз наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.5 – Порівняльний аналіз собівартості верхньої знімної панелі АН-148 з КМ і металів.

	Найменування	Вартість в грн.
Цехова собівартість	Металева верхня знімна панель	1 134,154
	КМ верхня знімна панель	

Заводська собівартість	Металева верхня знімна панель	806,7034
	КМ верхня знімна панель	

Таблиця 3.6 – Порівняльний аналіз панелей по масі

Матеріал верхньої знімною панелі	Маса, кг
КМ	9
Метал	14.6

З таблиці 3.5 видно, що верхня панель стабілізатора АН-148 з КМ дорожче, але виходячи з механічних властивостей, вона міцніша, а також забезпечує зниження маси (див. табл.3.6) на 38%, підвищує аеродинамічний якість, корозійна стійкість, істотно зменшує кількість деталей і відповідно, трудомісткість складальних робіт, збільшення корисного навантаження (дальності польоту) і економію палива.

3.6 Техніко-економічні показники цеху

Техніко-економічні показники розраховуються наступним чином:

1. Річний дохід від реалізації продукції визначають множенням річної програми випуску виробу на відпускну ціну виробу.

2. Кошторис витрат на виробництво береться з результатів відповідних розрахунків.

3. Балансовий прибуток розраховується як різниця між річним доходом від реалізації продукції і повної собівартості річного випуску продукції.

4. Вартість основних фондів-величина нормованих оборотних коштів, чисельність працюючих, річний фонд оплати праці, площа будівель виробництва.

5. Середню місячну заробітну плату працівника категорії розраховується за формулою

$$ЗП_{\text{смі}} = \frac{\text{ФОТ}_i}{12n_i},$$

де ФОТ_i - річний фонд оплати праці працівників i -ої категорії, грн .; n_i - кількість працівників i -ї категорії, люд.

6. Вироблення на одного працівника характеризує рівень продуктивність праці і визначають діленням річного доходу від реалізації продукції на кількість працівників підприємства.

7. Фонд-вітдачу обчислюють діленням річного випуску продукції на вартість основних фондів підприємства. Укрупнено вважаємо рівним річний випуск продукції і річний дохід від реалізації продукції.

8. Рентабельність капіталу визначають діленням балансового прибутку на суму вартості основних фондів і величини нормованих оборотних коштів.

9. Рентабельність обороту розраховують діленням балансового прибутку на річний дохід від реалізації продукції.

10. Оборотність капіталу обчислюють діленням річного доходу від реалізації продукції на суму вартості основних фондів і величини нормованих оборотних коштів.

11. Прибутковість розраховують діленням річного доходу реалізації продукції на повну собівартість річного випуску продукції.

Після розрахунку всі техніко-економічні показники підприємства зводяться в таблицю 3.7.

Таблиця-3.7 Техніко-економічні показники цеху

№	Величина	Од. вимірювання	Показник
1	Річний дохід від реалізації	Грн.	47617,05
2	Кошторис витрат на виробництво	Грн.	32825
3	Бал. прибуток	Грн.	14792,05
4	Вартість осн. фондів	Грн.	7465
5	Чисельність працівників	Люд.	2
6	Річний фонд оплати праці	Грн.	172,2
7	Площа будівлі підприємства	м ²	1552
	Середня місячна зарплата:		
	а) основних робочих:	Грн.	100,6
8	б) допоміжних робітників:	Грн.	20,125
9	Продуктивність праці	Грн. / Люд.	11904,26
10	Фондоодача	Грн. / Грн.	2,6
11	Рентабельність обороту	Грн. / Грн.	0,156
12	Прибутковість	Грн. / Грн.	1,45

3.7 Визначення точки безбитковості

Точка безбитковості - це мінімальний розмір партії продукції, що випускається продукції, при якому забезпечується «нульовий прибуток» (тобто дохід від продажу дорівнює витрат виробництва). Визначається аналітично за формулою:

$$PKP = \frac{П}{Ц_{\text{вир}} - G_{\text{змін}}} = \frac{1\ 840,36}{2\ 183,95 - 529,4} = 1,12 \quad (3.38)$$

Постійні витрати визначають за кошторисом витрат на виробництво на дової обсяг робіт. У них включають такі витрати: на утримання і цехові, експлуатацію обладнання, загальнозаводські, спеціальні, поза-виробничі і інші.

Змінні витрати (питомі) встановлюють за статтями калькуляції собівартості виробу. У них входять всі статті калькуляції, які не враховано в постійних витратах. Для розрахунків використовують калькуляцію при повному освоєнні виробництва виробів і виході підприємства на проектну потужність

П-постійні затрати

Цвир - ціна виробу;

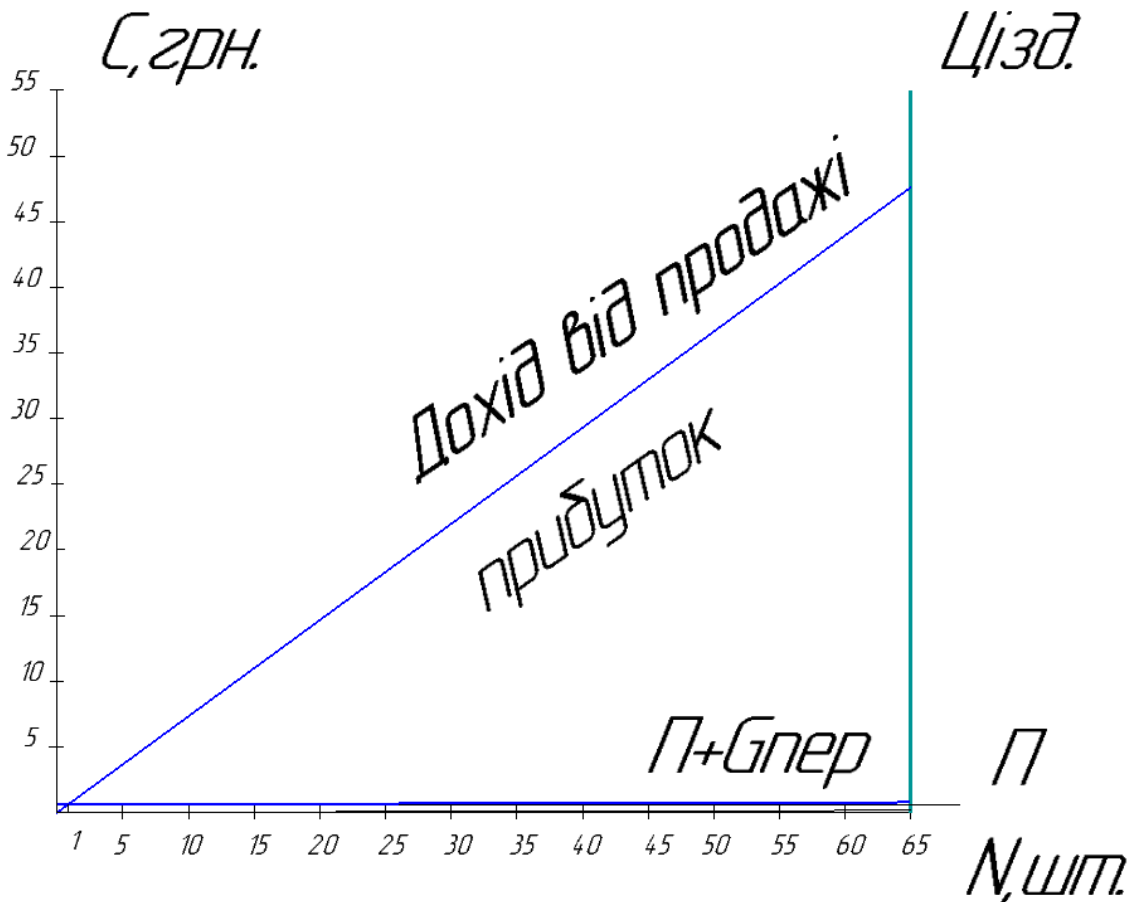
Гзмін - змінні витрати.

$$П = (333,32 + 242,42 + 242,42 + 71,72 + 30,30) \times 2 = 1\,840,36 \text{ грн}$$

$$Цвир = 2\,183,95 \text{ грн}$$

$$Гзмін = 73,92 + 303,02 + 60,60 + 19,7 + 18,84 + 45,45 + 7,87 = 529,4$$

При випуску більше 1 шт. виробництво стає беззбитковим. На рисунку показано графік беззбитковості.



Висновок

Висновки в економічній частині дипломної роботи була визначено основні техніко-економічні показники створення композитної верхньої знімною панелі спроектована пасажирського літака середнього класу Ан-148, конструкторському розділі і розрахована собівартість її в двох варіантах з металу ІКМ, а також порівняльний аналіз вартості і маси панелі. З таблиці 3.5 видно, що верхня панель стабілізатора Ан-148 КМ дорожче, але виходячи з механічних властивостей, вона міцніша, а також забезпечує зниження маси (див. табл.3.6) на

38%, підвищує аеродинамічний якість, корозійна стійкість, істотно зменшує кількість деталей і відповідно, трудомісткість складальних робіт, збільшення корисного навантаження (дальності польоту) і економію палива. Також було розраховано точку беззбитковості. При випуску більш 1 шт. виробництво стає яка беззбитковим.. Підсумуємо, стабілізатор краще виготовляти з КМ він дорожче но більш ефективними, треба націлюватися на центральний ринок в Україні і країн СНД. це оптимальний спосіб створення своєї авіації.

4. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

Вступ

Основними способами виробництва нероз'ємних з'єднань в авіаційній техніці є клепка, склеювання і зварювання. До теперішнього часу клепка є одним з найбільш поширених способів отримання нероз'ємних з'єднань, особливо - з алюмінієвих сплавів малої товщини (0,8 ... 3,0 мм).

Процес клепки полягає в осадженні виступаючої частини стержня заклепки і формуванні з неї замикає головки необхідної форми і розміру. Технологія з'єднання деталей заклепками складається з наступних основних операцій: свердління отворів під заклепки, зенкування або штампування гнізд під заставу головку заклепки (при потайний клепки); вставка заклепки в отвір; натяжка склепувальних деталей і утворення замикає головки, тобто власне клепки, і контроль якості з'єднань. Для з'єднання деталей з алюмінієвих і магнієвих сплавів застосовують холодну клепку, при якій заклепки не нагрівається.

Традиційна ручна клепка в сучасних реаліях авіабудування є нерациональною з точки зору технологічності, надійності, якості, і як наслідок, в кінцевому підсумку негативно позначається на кінцевій вартості готових виробів. Проте чи можна повністю відмовитися від клепки з точки зору конструкції літака. Тому дана операція постійно допрацьовується і удосконалюється, з метою усунення існуючих недоліків ручної клепки і підвищення продуктивності робіт.

В даному розділі розглянуто найбільш сучасний метод - автоматична клепка. Зокрема, розглянуто існуючі методи отримання клепаних з'єднань, обладнання, переваги і недоліки методу, перспективи розвитку та впровадження на підприємствах.

4.1 Автоматична клепка

Це найбільш прогресивний з точки зору підвищення продуктивності, стабільності якості, надійності і ресурсу вид пресової клепки. Він забезпечує в автоматичному циклі виконання наступних операцій:

- стиснення пакету;
- свердління отвору, подачу герметизуючого матеріалу в отвір;
- вставку заклепки в отвір (з автоматичною подачею);
- расклепиванієм заклепки;
- зачистку потайних заставних головок;
- зняття зусилля стиснення;
- переміщення інструменту в наступну позицію (для автоматів з ЧПУ).

Зазначені операції виконуються спеціальними агрегатами - клепальними автоматами, які в залежності від габаритів, форми та інших конструктивних особливостей оброблюваних панелей і вузлів можуть використовуватися

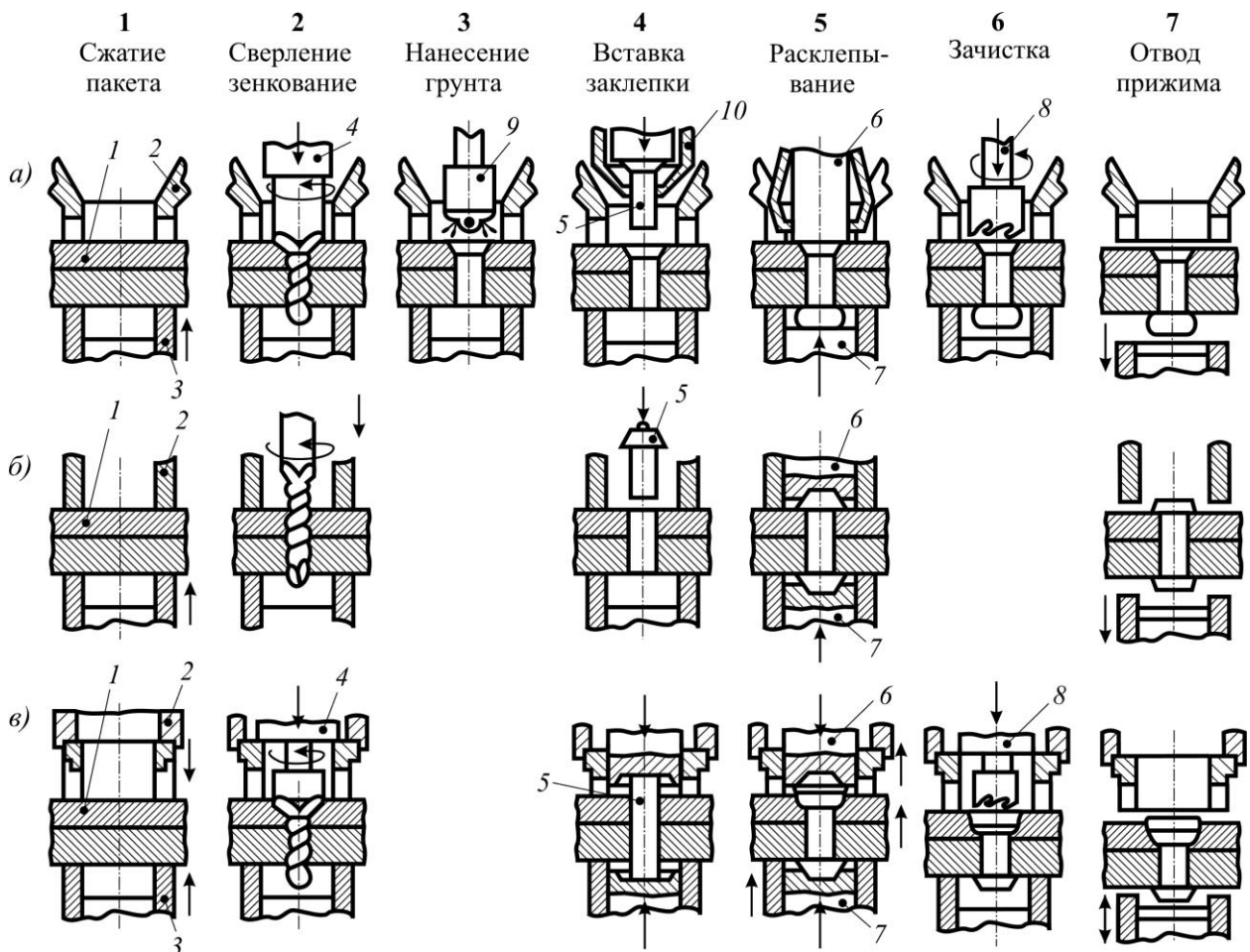
самостійно або комплектуватися з агрегатами позиціонування і утворювати автоматичні установки.

4.2 Схеми і технологічні процеси автоматичної клепки

Досвід впровадження клепальних автоматів підтверджує, що вони ефективно експлуатуються на підприємствах, оснащених досконалими позиціонують і орієнтують пристроями, де створені ділянки, які об'єднують даний вид обладнання.

Технологічний процес внестапельной збірки з використанням свердлильно-клепальних автоматів побудований таким чином, а його технологічне оснащення системи управління і активного контролю так забезпечують задані режими складання, що виключається необхідність в проміжній розбирання та збирання об'єкта виробництва.

На малюнку 4.1 представлені існуючі схеми технологічних процесів освіти клепаних з'єднань на автоматизованому свердлильно-клепальні обладнанні.



Малюнок 4.1 - Схеми автоматичної клепки

Відмінними рисами процесу автоматизованої клепки є: постійне стиснення з'єднуються пакета 1 за допомогою втулки верхнього притиску 2 і нижнього притискного елемента 3 в процесі виконання всіх технологічних операцій; освіту отвори і гнізда під потайну головку заклепки комбінованим інструментом у вигляді свердла-зенковки 4; ідентичність виконання всіх розмірних параметрів з'єднання за рахунок стабільності роботи елементів автоматики по операціях технологічного процесу.

При автоматизованої клепанні звичайними заклепками (мал.4.1, а) для утворення точки з'єднання необхідно виконати сім операцій: стиснення пакету, свердління отвору і обробка гнізда під заставу головку, нанесення ґрунту або герметика на оброблену поверхню, вставка заклепки, клепання (освіта замикає головки заклепки), зачистка виступаючої частини заставної головки, відведення притисків.

На малюнок 4.1, б показано виконання з'єднань в автоматичному циклі заклепками з компенсатором 5, що відрізняються від звичайних заклепок наявністю на торцевій поверхні головки компенсатора.

Замикає головка заклепки утворюється за рахунок надання їй форми, відповідної формі робочої поверхні клепально пуансона 7, що має фасонну лунку. Для заклепок з виступаючою заставної головою підтримує клепальний інструмент 6 також має поглиблення, що відповідає формі заставної головки.

Процес утворення з'єднань стрижневими заклепками (мал.4.1, в) полягає в створенні нероз'ємного з'єднання спеціальним видом заклепувального з'єднання - циліндричним стрижнем 5.

З метою отримання максимального ефекту до всіх операцій технологічного процесу утворення з'єднання пред'являються підвищені вимоги, пов'язані, в основному, з отриманням необхідної шорсткості і точності геометричних параметрів гнізда і отвори, а також із забезпеченням необхідних механічних властивостей матеріалу заклепки, його зовнішнього вигляду, стану поверхні і т.п.

Форма зенкування гнізда для потайного виду з'єднання стрижневими заклепками виконується у вигляді подвійного конуса і підлягає ретельному контролю.

У процесі формування замикаючих головок оброблюваний виріб піднімається на глибину зенкування гнізда (операція №5), при цьому зберігається сталість стиснення пакету між верхнім 2 і нижнім 3 притисками. Верхній пуансон 6 під час операції залишається нерухомим. Після закінчення формування головок виріб зайняв свою попередню позицію.

Заключною стадією освіти Заклепувальний-потайного з'єднання з високими аеродинамічними якостями є видалення виступаючої частини кріплення над поверхнею пакета після формоутворення заставної головки не більше 0,05-0,15 мм (операція №6).

4.3 Устаткування й оснащення

Необхідність автоматичного клепально обладнання обумовлена високими вимогами, що пред'являються до якості клепаних з'єднань сучасних літаків. В першу чергу, це надійність з'єднань і зовнішній або товарний вигляд.

Фірми GEMCOR є одними з лідерів в області розробки і виробництва спеціального автоматичного обладнання для установки різного виду кріплення заклепок, болтів, болт-заклепок, одностороннього кріплення. Фірма має сертифікат ISO-9001.

Клепальні автомати GEMCOR дозволяють виробляти в автоматичному режимі всі операції технологічного циклу освіти заклепувального з'єднання:

- стиснення склепується пакета;
- свердління (зенкування) отвори;
- впорскування ґрунту або герметика в отвір (при необхідності);
- вставку заклепки;
- расклепиванієм заклепки;
- фрезерування заставної головки після клепки;
- переміщення в наступну позицію.

Причому всі ці операції виконуються точно відповідно до програми, що дозволяє домогтися високоякісного з'єднання із заданими параметрами. І все це відбувається при високій продуктивності (4-6 заклепок в хвилину), що приблизно в 4 рази вище існуючої технології.

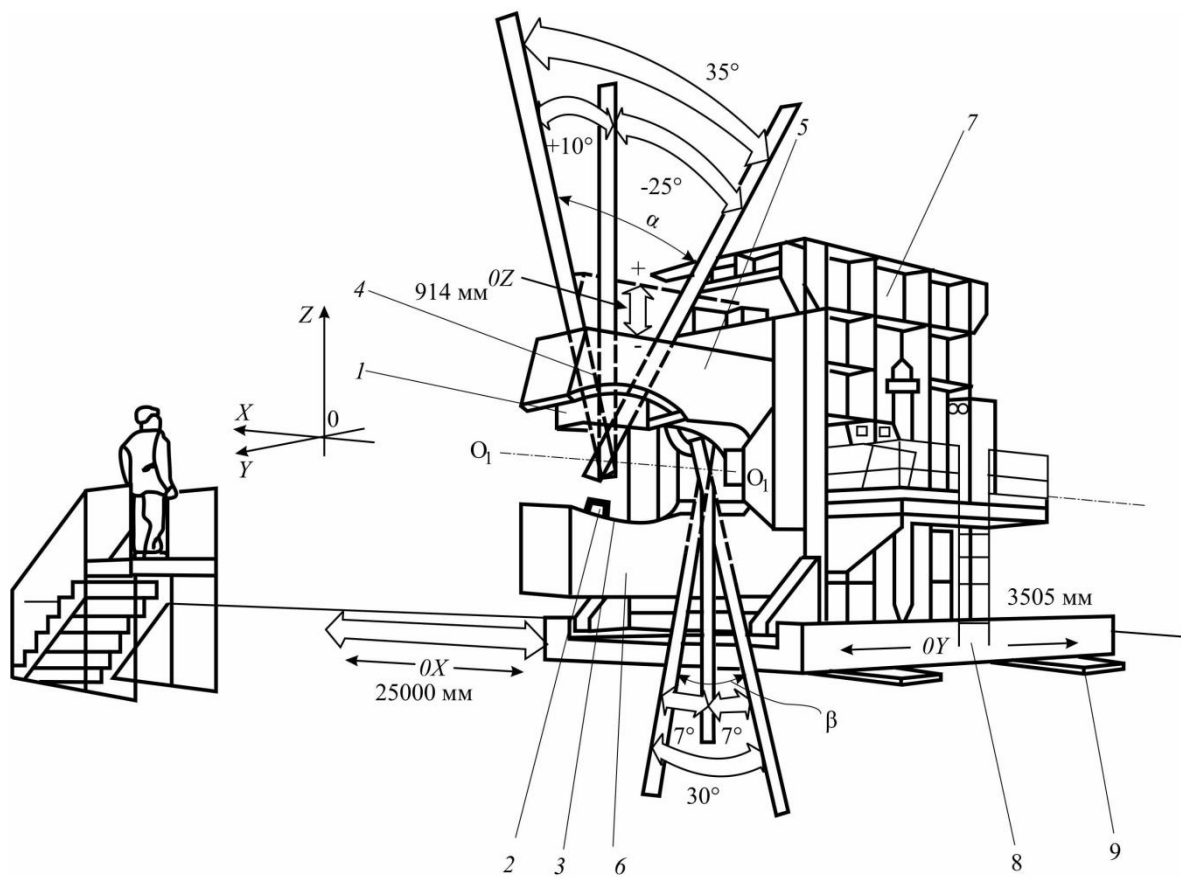
До нового покоління автоматичного свердлильно-клепальні обладнання фірми Gemcor відносяться установки з п'ятикоординатне системою позиціонування, до складу яких входять СКА і ПВУ з єдиною системою ЧПУ моделі G 86 і його модифікацій. Такі установки, побудовані з використанням унікальних технологій низького центру ваги і скороченого зазору, забезпечують швидку подачу, високу точність і стабільність позиціонування.

Модель G 86 витримує корисне навантаження 5443 кг, включаючи оснащення. Модульність конструкції дає можливість забезпечити швидку збірку на місці і високу виробничу гнучкість при подальшому розвитку системи для реалізації різних проектів, які потребують клепки. Конструкції з низьким центром ваги збільшують швидкість переміщення, покращують стабільність і точність, знижують рівень висоти, на якій проводиться клепка, спрощують завантаження і контроль пакета.

Система ЧПУ має стандартні програми, а також програми з підвищеною точністю позиціонування по кроку і ряду клепки і орієнтації збирається панелі, інструменту в просторі при автоматичному складанні клепаних панелей і вузлів.

Нижче представлена схема установки для автоматизованого складання крильєвих панелей системи G86. Установка складається з свердлильно-клепальні

автомата (СКА) і підтримуюче-вирівнюючого пристрою (ПВУ), об'єднаних системою ЧПУ (мал. 4.2).



Малюнок 4.2 - Свердильно-клепальний автомат фірми Getzoge системи G-86 (крильевой): 1 - верхня головка; 2 - нижня головка; 3,4 - напрямні; 5 - верхній портал СКА; 6 - нижній портал СКА; 7 - вертикальна станина; 8 - платформа; 9 - рейкові шляхи.

СКА виконує в автоматичному режимі повний цикл постановки стрижневий заклепки:

- стиснення пакету;
- свердління отвору під заклепки з утворенням гнізда під заставу головку;
- подачу герметика в просвердлений отвір;
- вставку заклепки;
- клепку;
- фрезерування виступаючої частини заставної головки заклепки;
- відведення притисків.

Характеристики системи позиціонування наведені в таблиці 4.1.

При цьому автоматично контролюється спеціальними системами стан свердла-зенковки, наявність заклепки в отворі перед її клепкою, зусилля стиснення пакету і клепки.

Таблиця 4.1 - Характеристики системи позиціонування

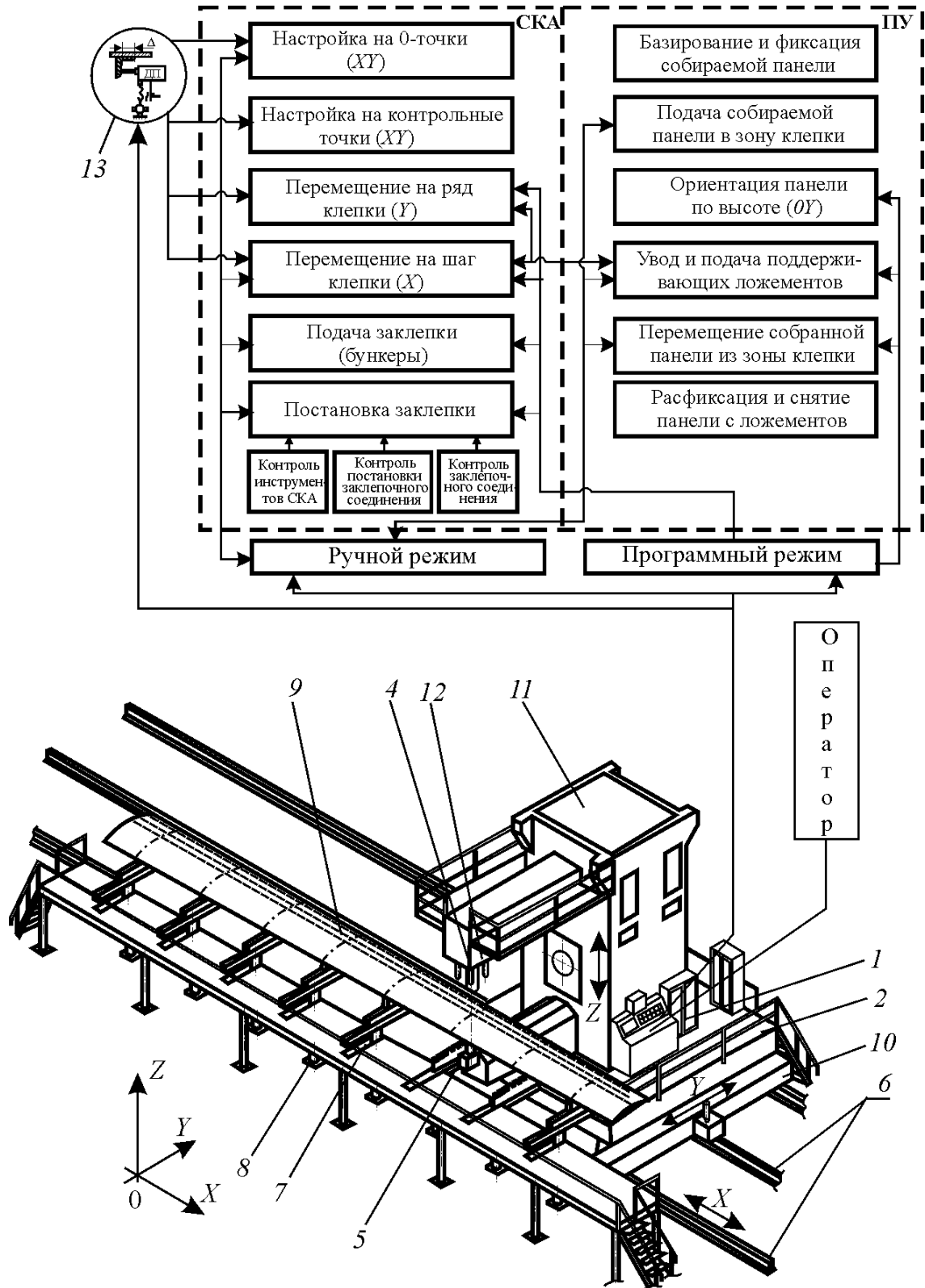
Найменування	вісь OX	ось OY	ось OZ	α	b
максимальне переміщення	25 м	3505 мм	914 мм	$+10^{\circ} -25^{\circ}$	$\pm 7^{\circ}$
Максимальна швидкість ручного переміщення	5,08 м / хв	5,08 м / хв	1,27 м / хв	1 град / с	3 град / с
Точність переміщення від точки до точки	± 254 мм	± 254 мм	-	-	-
повторюваність	-	-	$\pm 3,81$ мм	± 10 хв	± 10 хв
Максимальна акумульована помилка	± 508 мм	-	-	-	-
швидкість ЧПУ	19 мм / с	19 мм	-	-	-

В процесі виконання операцій покрокового і порядного позиціонування автоматично здійснюється контроль і управління розміром перемички за допомогою контакту датчиками перемички 13, а також перпендикулярність поверхні збирається панелі 9 і осі силових головок 4 і 5 СКА за допомогою тактильних стежать щупів 12 системи орієнтації силових головок.

На малюнку 4.3 представлена структурно-функціональна схема установки для автоматизованого складання крильових клепаних панелей системи G86 компанії Gemcor.

Попередньо зібрана панель 9 базується на ложементів 7 ПУ, що знаходяться поза робочої позиції, і фіксується за допомогою спеціальних затискних пристроїв, після чого переміщується разом з ложементів 7 у вертикальному напрямку (OZ) в робочу позицію за допомогою 15 синхронно спрацьовують гідроциліндрів 8. Далі за допомогою пневмогідролічних механізмів 3 переміщення ложементів 7 збирається панель 9 подається в робочу зону СКА (координата OX).

Після подачі панелі 9 в робочу зону клепки оператор в ручному режимі, переміщуючи СКА за координатами OX і OY, поєднує вісь силових головок 4 і 5 СКА з 0-точкою, від якої починається позиціонування на крок клепки з одночасним процесом виконання автоматичного циклу постановки заклепувального з'єднання в програмному режимі. Цей процес здійснюється за допомогою відеокамери, що передає зображення знаків осі заклепки на монітор пульта управління. При цьому СКА переміщається з оператором по координаті OY уздовж рухомої платформи 10, а остання з СКА по рейкових шляхах 6 (координата OX).



Малюнок 4.3 - Структурно-функціональна схема автоматизованої системи G-86 (крильової)

В процесі покрокового переміщення і позиціонування СКА ложементи при підході до робочій зоні клежки на відстані менше 120 мм за допомогою гідроциліндрів 8 підйому панелі опускаються автоматично в нижнє положення, після чого відводяться з робочої зони механізмами переміщення ложементів 3.

Після остаточного складання панелі остання синхронною роботою гідроциліндрів 8 і механізмів 3 видаляється з робочої зони клепки СКА.

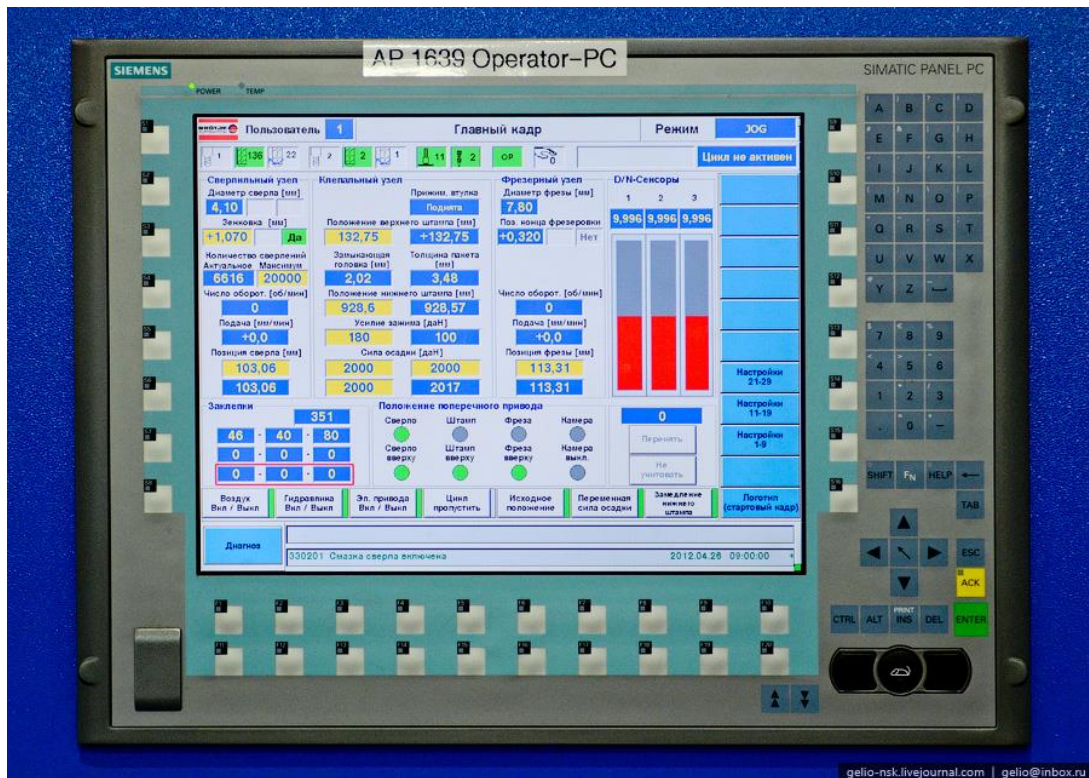
Технічні характеристики установки наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Технічні характеристики установки G-86

Найменування характеристики	кількісний показник
Висота, повна	6,512 мм
Глибина, повна (з робочої рамою)	10,109 мм
Ширина, повна (з робочої рамою)	8,156 мм
глибина зіву	2,438 мм
Висота зіву	1625 мм
Просвіт між верхнім і нижнім інструментом при повністю опущеній нижній опорі	280,3 мм
Висота робочої площини	3,251 мм
Діапазон зусилля опади	від 1,344 до 13,345
Діапазон зусилля стиснення пакету	від 227,3 до 1136,4 кг
Діапазон швидкостей обертання шпинделя	від 500 до 6000 об / хв
Діапазон швидкостей подачі шпинделя свердла	від 50,8 до 2,439 мм / хв
Діапазон швидкостей обертання фрези	від 500 до 6,000 об / хв
Діапазон швидкостей подачі шпинделя фрези	від 50,8 до 2,439 мм / хв
Регулювання глибини свердління і фрезерування	крок 0,0127 мм в діапазоні 6,35 мм
Відведення (підйом) верхньої втулки	від 25 до 12,7 мм
швидкість циклу	6 заклепок / хв при діаметрі 4,8 мм і товщині 9,5 мм

Вище вказані режими роботи СКА і ПУ можуть здійснюватися в ручному і програмному режимах або їх поєднанням в залежності від конкретних умов і особливостей складального процесу. Операції СКА і ПУ і їх послідовність управляються системою GE FANUC Programmable Logic Controller (Системою програмованого логічного управління (СПЛУ) GE FANUC). Операції позиціонера управляються СЧПУ GE FANUC. Ці дві програми керують операціями СКА, переміщеннями ПУ по командам оператора або по керуючій програмі (КП). СЧПУ забезпечує введення і зберігання УП, відображення помилок і діагностичних повідомлень на дисплеї, встановленому на панелі управління. Два контролера аналізують сигнали, одержувані з інтерактивного монітора (ІМ), з пульта управління, кінцевих вимикачів, датчиків тиску, датчиків сили притиску, датчика контролю перемички і тахометрів.

Система ПЛК (програмованого логічного контролю), яка управляє системою програмування осей (ПО) DELTA TAU, координує взаємодію між ЧПУ, ІМ і СПЛУ.



Малюнок 4.4 - Інтерфейс робочого екрану СПЛУ

4.4 Параметри надійності свердильно-клепальних автоматів

Як показав досвід експлуатації СКА, вони ефективно працюють на тих підприємствах, де створені необхідні умови для їх обслуговування і експлуатації, ремонтно-діагностичні ділянки, відповідні підрозділи технологічної підготовки виробництва з урахуванням складності і специфіки автоматизованого складання клепаных панелей і вузлів.

Необхідним чинником ефективного використання СКА є проведення планових діагностичних, ремонтно-відновлювальних та регламентних робіт. Для вирішення цих завдань розроблена методика дослідження і оцінки надійності СКА.

Свердильно-клепальні автомат являє собою сім послідовно функціонуючих систем, об'єднаних єдиною системою управління:

- подачі заклепок з бункера в позицію вставки;
- стиснення пакету;
- свердління отвору;
- вставки заклепки в цангу;
- вставки заклепки в отвір;
- клепки;

- фрезерування виступаючої частини заставної головки заклепки.

Кожна з систем складається з одного або декількох виконавчих механізмів, а також має свою оснастку та інструмент (мал.4.5). Функціонально вони з'єднані системою управління таким чином, що кожна наступна система починає працювати після закінчення функціонування попередньої. Час від початку роботи першої системи до закінчення останньої є часом робочого циклу постановки заклепки. СКА відмовляє при відмові будь-який з зазначених систем.

СКА є технічним об'єктом, відновлюваних в процесі експлуатації. Протягом певного часу роботи можливі відмови СКА і викликані ними короткострокові перерви в роботі. Для об'єктів цієї групи велике значення має готовність (здатність) перебувати в працездатному стані в процесі експлуатації значну частку часу.

Відмова СКА - невиконання функції однієї або декількох систем, що входять до його складу. Відмови можна розділити на три основні групи. До першої групи належать відмови виконавчих механізмів: механічні пошкодження і знос поверхонь тертя, що викликають заклинювання; освіту люфтів, розміри яких перевищують гранично допустимі, і ряд інших.

До другої групи належать відмови оснащення та інструменту, пов'язані з їх зносом і відхиленням від їх початкового налаштованого взаємного положення в просторі щодо базових осей, що виникають із-за вібрації і динамічних навантажень в процесі експлуатації СКА.

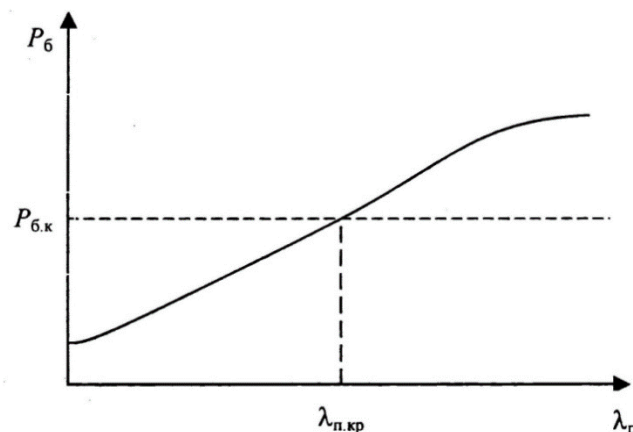
третья група - це відмови, викликані похибками настройки і регулювання виконавчих механізмів, оснащення та інструменту, а також відмови через порушення режимів експлуатації СКА (відсутність мастила на тертьових поверхнях, похибки при регулюванні зазорів в рухомих ланках виконавчих механізмів і ін.).



Малюнок 4.5 - Функціонально-структурна схема СКА:
 1-7 - системи СКА; 8-9 - виконавчі механізми СКА;
 15-21 - оснащення і інструмент.

Перераховані вище відмови СКА, в свою чергу, поділяються на параметричні та відмови функціонування. Якщо стійкі відмови і збої в системах СКА, що спостерігаються оператором в процесі експлуатації, призводять до відмов функціонування, то відмови і збої, що виникають із-за зносу інструменту, напрямних і ін., а також похибки регулювань призводять до параметричних відмов.

Інтенсивність параметричного відмови λ_p зростає в процесі експлуатації СКА, внаслідок чого збільшується ймовірність виникнення шлюбу Рб, і при деякому значенні Рб.кр призводить до відмови функціонування (мал. 4.6).



Малюнок 4.6 - Імовірність виникнення браку при інтенсивності зміни параметричного навантаження

Висновки по спеціальним розділом

Традиційний процес клепки, при якому спочатку свердлять всі отвори, а потім в них вставляють заклепки із заставними головками, має вельми істотні недоліки. При постановці заклепок в попередньо просвердлені в великій кількості отвори часто має місце розбіжність отворів за рахунок взаємного переміщення деталей в пакеті, освіта хлопунів, розпирають зусиль, що виникають при утворенні замикаючих головок заклепок і т.д. Клепані з'єднання досить складно герметизувати. В процесі експлуатації відбувається розбобтування клепаних з'єднань, що призводить до витоків повітря або робочих рідин. Причому, витік через заклепочні шви відбувається не тільки через зазори між деталями, а й через зазори між отвором і стрижнем заклепки.

Застосування клепаних з'єднань збільшує вагу конструкцій внаслідок наявності заставних і замикаючих головок заклепок, загальна кількість яких у виробках обчислюється тисячами і навіть мільйонами. При застосуванні клепаних з'єднань практично неможливо отримати гладку поверхню зовнішніх обводів виробів. При виготовленні конструкцій з алюмінієвих сплавів клепка анодованих деталей веде до утворення навколо заклепки сітки дрібних радіальних тріщин в анодній плівці, в результаті чого знижується корозійна стійкість і експлуатаційна надійність виробів. Необхідна для клепки свердління отворів в обшивці і каркасі підвищує концентрацію напружень в з'єднанні. У зв'язку з цим клепані конструкції, виконані по вищерозгляденому технології, значно поступаються клейовим і зварних по працездатності, особливо при циклічних навантаженнях.

Враховуючи вищезазначене, традиційна клепка, з усіма властивими їй недоліками на сучасному рівні розвитку техніки, не може повністю задовольняти зрослим експлуатаційно-технічним вимогам.

У зв'язку з цим в останні роки в зарубіжній і у вітчизняній практиці все більш широке застосування знаходить нова технологія клепки - так звана клепка стрижнями або заклепками з компенсатором. Основи цих процесів були розроблені американською фірмою "Джемкор". З цього процесу весь цикл постановки заклепок повністю автоматизований. На спеціально розроблених автоматах послідовно здійснюється свердління, зенкування, постановка стержня, його расклепиванієм з двох сторін і видалення надлишків матеріалу стержня урівень із зовнішньою поверхнею обшивки. Цикл постановки однієї заклепки не перевищує 4 ... 6 с.

Застосування клепки стрижнями або заклепками з компенсатором забезпечує значне підвищення циклічної міцності (від 2 ... 3-х разів) в порівнянні з раніше призначеними технологією клепки, крім того, різко підвищується надійність герметизації з'єднань.

Нова технологія клепки, підвищуючи окремі характеристики з'єднання, не усуває ряд недоліків, властивих клепанні як процесу з'єднання деталей. Крім того, з'являються нові недоліки. Зокрема, вартість обладнання для автоматичної клепки стрижнями вельми висока і становить від 150 до 700 тисяч доларів за одиницю. Потрібен спеціальний високоточний інструмент і вельми кваліфіковане обслуговування. Стрижень не має захисних хімічних покриттів, що погіршує антикорозійний захист клепаних з'єднань. Повністю видалити надлишки металу стрижня після його розклепування з навантаженої боку з'єднання врівень з обшивкою не вдається, тому отримати гладку поверхню зовнішніх обводів неможливо. Клепка стрижнями практично здійсненна тільки на деталях з товщиною більше 1,5 ... 1,8 мм.

Проте, автоматичної клепки поступово витісняє ручну працю в авіаційній галузі, особливо на підприємствах серійного виробництва. Незважаючи на високу вартість обладнання і необхідність у кваліфікованому персоналі при виконанні робіт, клепка на автоматах значно перевершує інші види в продуктивності, якості та надійності з'єднань, а також в цілому збільшує такт складання виробів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Евсеев Л.А. «Расчет на прочность крыла большого удлинения», Харьков, ХАИ, 1985.
2. Арсон Л.Д., Тимченко А.М. «Проектирование трёхслойных конструкций с сотовым наполнителем», Харьков, ХАИ, 1980.
3. Арсон Л.Д., Рябков В.И., Цепляева Т.П. «Проектирование лонжеронов», Харьков, ХАИ, 1984.
4. Войт Е.С., Ендогур А.И. «Проектирование конструкций самолётов», Москва, Машиностроение, 1987.
5. «Справочник конструктора-машиностроителя», под редакцией Анурьева В.И., - Москва, Машиностроение, 1979.
6. «Технология производства летательных аппаратов», под редакцией Кононенко В.Г., -Киев, Виша школа, 1974, 224с.
7. Гихомиров В.А. «Основы проектирование самолётостроительных заводов и цехов», Москва, Машиностроение, 1975
8. Константинов Ю.С. «Экономическое планирование цехов», Харьков, ХАИ, 1993
9. Бабушкин А. И., Кравченко Гавва В.Н. «Экономическое проектирование производственного подразделения предприятия», Харьков, ХАИ, 1999.
10. Азаревич А.Я., Кобрин В.Н. «Безопасность производственной деятельности», Харьков, ХАИ, 1993.
11. Долгов А.С. «Анализ факторов опасности в Чрезвычайных ситуациях», Харьков, ХАИ, 2000.
12. Исаченков Е. И. Штамповка резиной и жидкостью-М.: Машиностроение, 1967.- 367 с.
13. Технология самолетостроения / Под. ред. Абибова А. Л. Машиностроение, 1982.-551с.
14. Горбунов М. Н. Штамповка деталей из трубчатых заготовок Машиностроение, 1960.-188 с.
15. Современные технологии авиастроения / Под. ред. Братухина А. Г. -М.: Машиностроение, 1999.-832 с.
16. Формообразование нормализованных элементов трубопроводных систем на универсальных гидропрессах: Технологические рекомендации / Харьк. авиац. 3-д. - Х., 1985.- 84 с.

ДОДАТКИ