

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
відсіку Ф3 літака типу АН-140»

ХАІ.104.1-96А.23О.134.9-9/22-1ф 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
ремонт літальних апаратів»
(найменування)

Волощук Олександр Олександрович

(прізвище та ініціали здобувача (ки))
Керівник: Юрій ВОРОБІЙОВ
(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**

_____ Волощук Олександр Олександрович _____

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи «Технологічна підготовка виробництва відсіку
Ф3 літака типу АН-140» _____

керівник кваліфікаційної роботи _____ Воробйов Юрій Анатолійович, д.т.н.,
професор _____

(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 Ф3, операційні карти технологічного процесу складання, креслення стапелю складання.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати) _____
конструкторський розділ: конструктивно-технологічний аналіз, технічні умови на виготовлення, аналіз технологічності об'єкта складання; технологічний розділ: розробка схеми конструктивно-технологічного членування Ф3, схеми складання Ф3 і укрупнений технологічний процес складання, розробка схеми ув'язування заготівельного і складального оснащення для Ф3, розробка схем базування при складанні підзбірок, розробка технічних умов на проектування і конструкцію складального пристрою, технологічні розрахунки цеху і обґрунтування структурного складу цеху, технологічне планування цеха; економічний розділ: визначення основних техніко-економічних показників цеху.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) складальне креслення хвостової частини фюзеляжу літака, схема членування хвостової частини, схема складання відсіку ФЗ, відсік фюзеляжу хвостовий, пневмоскоба, панель нижня шп.28-38, модифікація панелі нижньої шп. 28-38, еталон відсіка кріплення оперення, планування і допоміжні приміщення цеху складання ФЗ.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Конструкторський розділ	Воробйов Ю. А., професор	04.12.2023	08.01.2024
Технологічний розділ	Воробйов Ю. А., професор	04.12.2023	08.01.2024
Економічний розділ	Воробйов Ю. А., професор	04.12.2023	08.01.2024
Спеціальний розділ	Воробйов Ю. А., професор	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)

Волощук О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Юрій ВОРОБЙОВ

(ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Конструкторська частина	
1.1.Конструктивно-технологічний аналіз хвостової частини фізеляжу та визначення шляхів її модернізації.....	7
1.2.Розробка модернізованого варіанта конструкції, обґрунтування рішення розрахунками.....	17
1.3.Технічні умови для виготовлення хвостової частини фізеляжу.....	29
1.4.Аналіз технологічності об'єкта складання.....	30
2. Технологічна частина	
2.1.Аналіз існуючого виробництва та заходи по підвищенню якості виробу та ефективності виробництва.....	36
2.2.Розробка схеми конструктивно-технологічного членування ФЗ.....	38
2.3.Розробка схеми складання ФЗ і укрупнений технологічний процес складання. Обґрунтування метода складання для агрегату і вхідних підзбірок.....	40
2.4.Розробка схеми ув'язування заготівельного і складального оснащення для ФЗ, обґрунтування прийнятих методів і засобів забезпечення взаємозамінності розрахунком точності	45
2.5.Нормування маршрутно-операційного технологічного процесу складання ФЗ	52
2.6.Обґрунтування засобів ведення складального процесу, його механізації і автоматизації	52
2.7.Розробка операційного технологічного процесу для вхідної підзбірки.....	54
2.8.Розробка схему базування при складанні підзбірок	54
2.9.Розробка технічних умов на проектування і конструкцію складального пристрою	55
2.10.Розробка конструкції представника оснащення другого порядку.....	58

2.11.Технічний проект оснащення або устаткування для механізації (автоматизації) процесу складання.....	58
2.12.Уточнення типу виробництва.....	59
2.13.Вибір організаційної форми складання агрегату ФЗ.....	60
2.14.Розробка циклового графіка складання агрегату ФЗ	61
2.15.Технологічні розрахунки цеху і обґрунтування структурного складу цеху агрегатного складання	64
2.16.Розробка компонування зони складальних цехів і компонування цеху агрегатного складання зі схемою вантажопотоків.....	70
2.17.Технологічне планування цеха	74
2.18.Розробка заходів щодо організації робочих місць, механізації та автоматизації робіт	76
2.19.Обґрунтування організаційної структури і система управління виробництвом у цеху.....	77
2.20.Структурна система управління якістю продукції.....	79
2.21.Висновки по розділу.....	80
3. Економічна частина	
3.1. Визначення основних техніко-економічних показників цеху, який проектується	84
3.2. Аналіз ринку збуту.....	101
3.3. Стратегія маркетингу	102
4. Спеціальна частина	
4.1.Застосування інтегрованих САЕ/CAD систем в процесі обробки монолітних панелей.....	106
4.2.Обладнання з ЧПУ для обробки монолітних панелей	109
4.3.Етапи розробки програмного забезпечення(УП) для станків з ЧПУ	
Висновок по проекту.....	114
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	120
Додатки.....	122

ВСТУП

У наш час у всьому світі все більше значення набуває авіаційна промисловість. Створення нових зразків літаків, які мають високі тактико-технічні характеристики, привело до ускладнення їх конструкції. Постійно зростаюча складність продукції, що випускається зумовлює розробку принципово нових технологій виготовлення. Застосування прогресивних матеріалів, які дозволяють знизити собівартість виробу та підвищити якість продукції. Рівень та термін технологічної підготовки виробництва, завдають великий вплив на економічну ефективність авіаційної техніки. На технологічну підготовку виробництва літаків в залежності від типу, витрачається кілька років. Темп росту матеріально-технічної бази є серйозним гальмом науково-технічного прогресу в галузі літакобудування.

У нашій країні та за кордоном проводяться серйозні дослідження, направлені на підвищення рівня та зниження термінів технологічної підготовки виробництва. Під впливом науково технічного прогресу проходять значні зміни у характері факторів, які впливають на розвиток авіаційних технологій.

Велике значення має інтенсифікація виробництва, яка досягається механізацією та автоматизацією технологічних процесів, організацією потокового виробництва. Взаємозв'язок між змінами технологічних процесів та технічної бази виробництва можливо дослідити, вивчаючи технологічні системи, які являють собою з'єднання різних компонентів (техніка, технологія, організація виробництва). Ці системи відносяться до виробничих систем з високорозвиненою структурою, чітким взаємозв'язком об'єкта та суб'єкта управління, розвиненої кооперації та спеціалізації праці. Багатоплановість задач, які вирішуються технологічними системами, зумовлюють необхідність комплексного підходу до забезпечення нормального їхнього функціонування та розвитку.

У дипломному проекті розглядається конструкція та технологія виготовлення хвостової частини фюзеляжа літака-прототипу, у конструкцію якої були внесені зміни, які дозволили знизити масу при переході від базової конструкції до модифікованої. В якості літака прототипу представлено літак Ан-140. Виконано аналіз базового варіанта конструкції панелі нижньої, розроблено модифікований варіант, проведено розрахунок на міцність модифікованого варіанта панелі нижньої.

У технологічній частині проекту проведена оцінка технологічності хвостової частини фюзеляжа та розроблено варіант технології її виготовлення. Сформульовані технічні умови на поставку підбірки, а також ТУ на проектування стапеля для складання хвостової частини фюзеляж та порядок його монтажу.

Також на основі цеха-прототипу спроектовано цех оснастки, розглянуті особливості управління виробництвом у цеху. Розраховано склад та кількість обладнання цеха, кількість основних виробничих робітників, допоміжних робітників, керівників, спеціалістів, молодшого обслугованого персоналу. Проведено розрахунок площі та об'єму цеху.

Розглянуто особливості технологічної підготовки виробництва.

У економічному розділі проведені економічні розрахунки по визначенню затрат на основні матеріали, покупні вироби та відходи. Розраховано витрати на заробітну плату робітників та технічно-економічні показники цеха.

1. КОНСТРУКТОРСКА ЧАСТИНА

1.1 Конструкторсько-технологічний аналіз хвостової частини фюзеляжа та визначення шляхів її модернізації

Літак Ан-140 призначений для заміни літака Ан-24, який експлуатують вже четвертий десяток років в більше чим 20 країнах світу.

Літак Ан-140 перевершує Ан-24 по всім показникам технічного рівня: крейсерська швидкість більше в 1.2 рази. Потрібна довжина ВПС зменшена в 1.6 рази. Розхідник палива на 1 пасажиро-кілометр менше в 2 рази.

Літак призначений для пасажирських та змішаних вантажопасажирських перевезень. У пасажирському варіанті літак перевозить від 46 до 52 пасажирів на місцевих авіалініях, протяжністю від 2100 до 2650 км з крейсерською швидкістю 575 км/ч.

Паливна ефективність – 20 г/пас.-км.

На літаку встановлюються двигуни ТВЗ-117ВМА-СБ2 розробки НПП ім. Климова (Росія) та АО «Мотор-Січ» та можуть встановлюватись PW127A фірми Pratt Whitney (Канада), різноманітні комплекси бортового обладнання.

Літак забезпечує швидке переобладнання у пасажиро-вантажний варіант для перевезення 20 пасажирів та 3.65 т вантажу.

Відмінною особливістю літака являється низький рівень витрат на технічне обслуговування. Прийнята стратегія технічного обслуговування та ремонту літака передбачає реалізацію систем в експлуатації «по технічному стану». Він пристосований для автономної експлуатації, що особливо важливо для роботи на віддалених та не підготовлених аеродромах при доставці пасажирів та вантажу у важкодоступні райони.

На базі літака передбачено створення сімейства його варіантів та модифікацій цивільного і військового застосування, в тому числі:

- пасажирського на 68 місць;
- конвертованого;

- вантажного;
- військово-транспортного;
- радіолокаційного дозору та наведення;
- морського патрулювання;
- навчального;
- санітарного.

Передбачено організацію обслуговування та ремонту літаків і їх агрегатів на території експлуатації, навчання льотного та технічного складу в наявних та новостворених центрах навчання.

Концепція літака Ан-140 передбачає:

- використання літака на пасажирських та вантажопасажирських перевезеннях в умовах високогір'я і спекотного клімату, в простих та складних метеоумовах, в день та в ночі;
- збільшення в порівнянні з іншими літаками аналогічного класу в 1,3-1,5 рази багажно-вантажних приміщень;
- забезпечення експлуатації на невеликих аеродромах (включаючи автономну експлуатацію на мало обладнаних аеродромах), які мають короткі ґрунтові злітно посадкові смуги з невисокою міцністю поверхні;
- забезпечення високого рівня комфорту за рахунок інтер'єру, вибору оптимальної відстані в розміщенні крісел, зниження рівня шуму в салоні, сприятливого кліматичного режиму, освітлення салону та інших заходів;
- застосування на літаку існуючого сертифікованого обладнання, що зменшує вартість розробки літака та його ціну, скорочує термін проведення сертифікованих випробувань;
- низький рівень витрат на технічне обслуговування та експлуатацію, який забезпечується високим рівнем експлуатаційних можливостей та надійністю літака, двигунів,

обладнання, високою паливною ефективністю, високим ресурсом та можливістю експлуатації «по технічному стану».

- порівняно невеликі габарити літака, які дозволяють використовувати існуючі аеродромні будівлі та стоянки, а також виробничі приміщення;
- можливість застосування вітчизняних та іноземних двигунів та обладнання;
- можливість компоновки літака по бажанню замовника на 46 або 56 пасажирів з різноманітним набором побутового обладнання, а в пасажирсько-вантажних варіантах – для перевезення вантажів і пасажирів.

Планер представляє собою суцільнометалевий моноплан з високо розташованим крилом, одно кільовим вертикальним оперенням.

Загальний вид літака представлений на рисунок 1.1.

Літак Ан-140 призначений для перевезення пасажирів, багажу, пошти та вантажів на регіональних та ближньо магістральних авіалініях з можливістю експлуатації як на ЗПС з твердим покриттям, так і на ґрунтових ЗПС.

1. Основні ЛТХ літака Ан-140:

- | | |
|---|--------------------------------|
| • максимальна злітна маса, кг | 19150 |
| • тип двигуна | ТВЗ-117МА-СМБ1 (АИ-30 серії 1) |
| • потужність, кВт (к.с.) | 2-1838(2500) |
| • максимальна комерційне навантаження, кг | 6000 |
| • кількість пасажирів при кроці крісел 750мм (30’’) | 52 |
| • кількість пасажирів при кроці крісел 810мм (32’’) | 46 |
| • максимальна швидкість польоту, км/год | 565 |
| • крейсерська швидкість польоту, км/год | 500-520 |
| • крейсерська висота польоту, м | 7200 |

• дальність польоту з максимальним навантаженням	800
• дальність польоту з 52 пасажирами	2100
• дальність польоту з 46 пасажирами	2650
• дальність польоту з максимальним паливом	3680
• витрата палива, г/пас.-км	20
• потрібна довжина ЗПС для зльоту та посадки, м	1350
• льотний склад екіпажу, люд	2
• бортпровідники, люд	1

2. Вагові та центрові характеристики:

• максимальна руліжна маса, т	19,25
• максимальна злітна маса, т	19,15
• маса спорядження, т	0,4
• максимальна експлуатаційна маса палива, т	4,371
• маса порожнього літака, кг	11370
• гранично-допустимі експлуатаційні центровки, передня 17%САХ	
• гранично-допустимі експлуатаційні центровки, передня 32%САХ	

Основні розміри літака:

• довжина, м	22,46
• розмах крила, м	24,25
• висота на стоянці, м	8,04
• колія шасі, м	3,18
• база шасі, м	8,07
• діаметр фюзеляжа, м	2,82
• площа крила, м	56

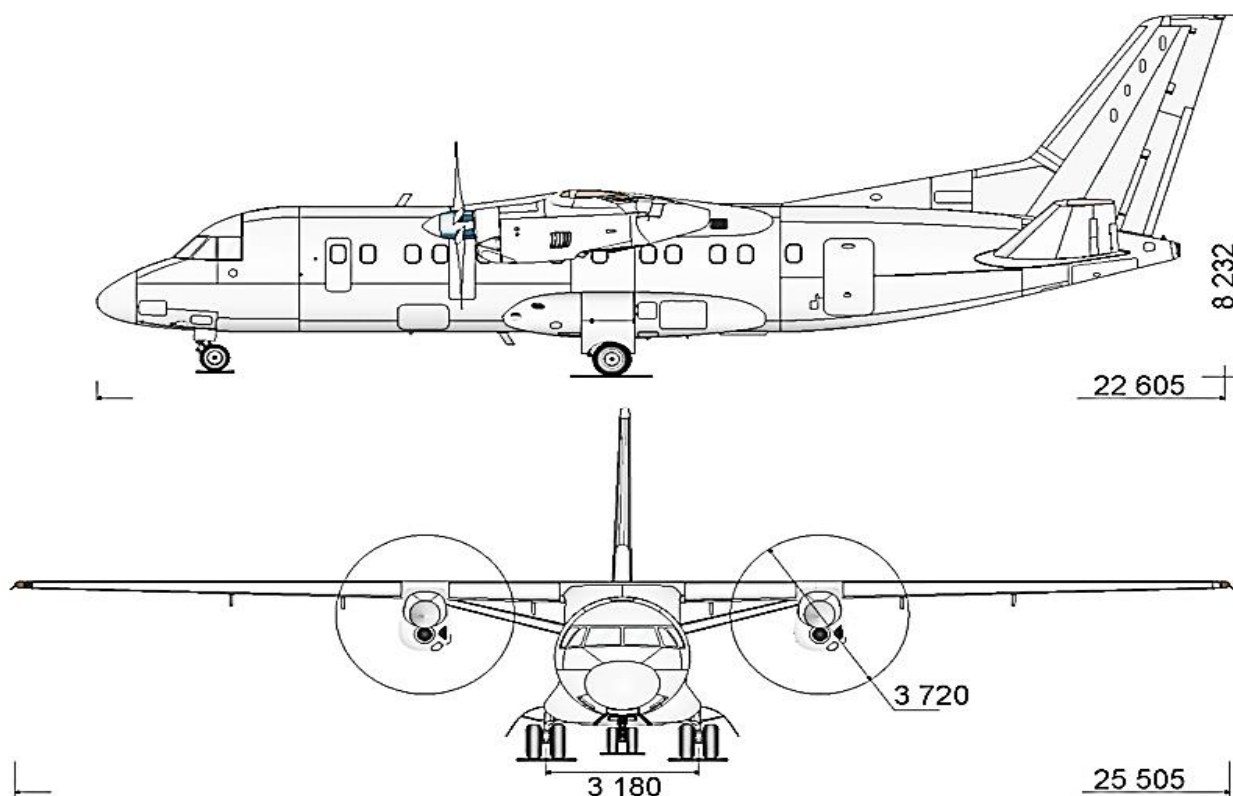
Літак призначено для виконання польотів:

- по правилам візуальних польотів та польотів за приладами;
- в простих та складних метеоумовах, умовах обмерзання;
- днем та в ночі;
- над рівнинною та гірською місцевістю регіональних авіаліній;
- над водяними просторами з віддаленістю від суші до 30 хв польоту;
- в діапазоні географічних широт до 70° північної та 55° південної.

Періодичність регламентних робіт – кратна 300 льотних годин напрацювання планера.

Призначений ресурс літака:

- | | |
|-----------------|----------|
| • посадок | 50000 |
| • льотних годин | 50000 |
| • термін служби | 25 років |



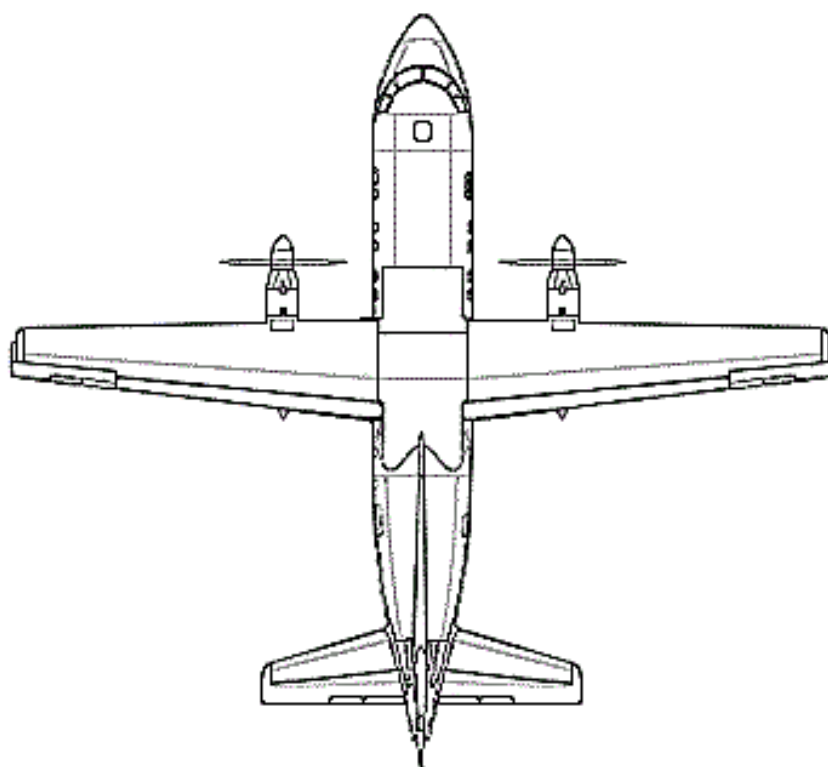
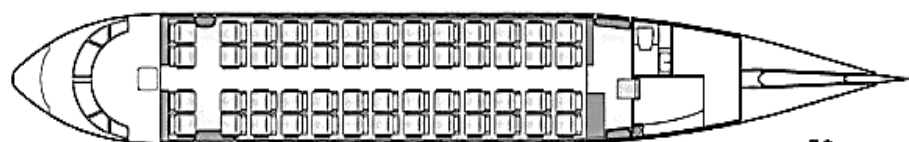


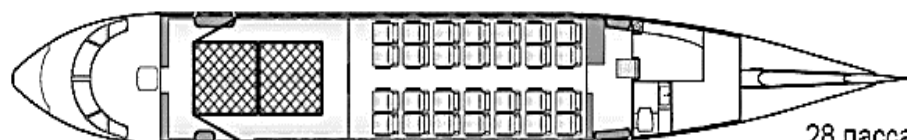
Рисунок 1.1 – Загальний вигляд літака Ан-140



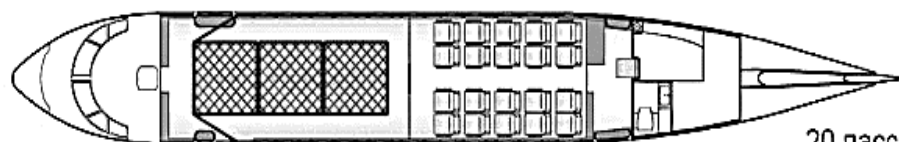
52 пасажирів, шаг кресел 780 мм



36 пасажирів, 1650 кг груза, шаг кресел 780 мм



28 пасажирів, 2650 кг груза, шаг кресел 780 мм



20 пасажирів, 3650 кг груза, шаг кресел 780 мм

Рисунок 1.2 – Варіанти компоновки літака Ан-140

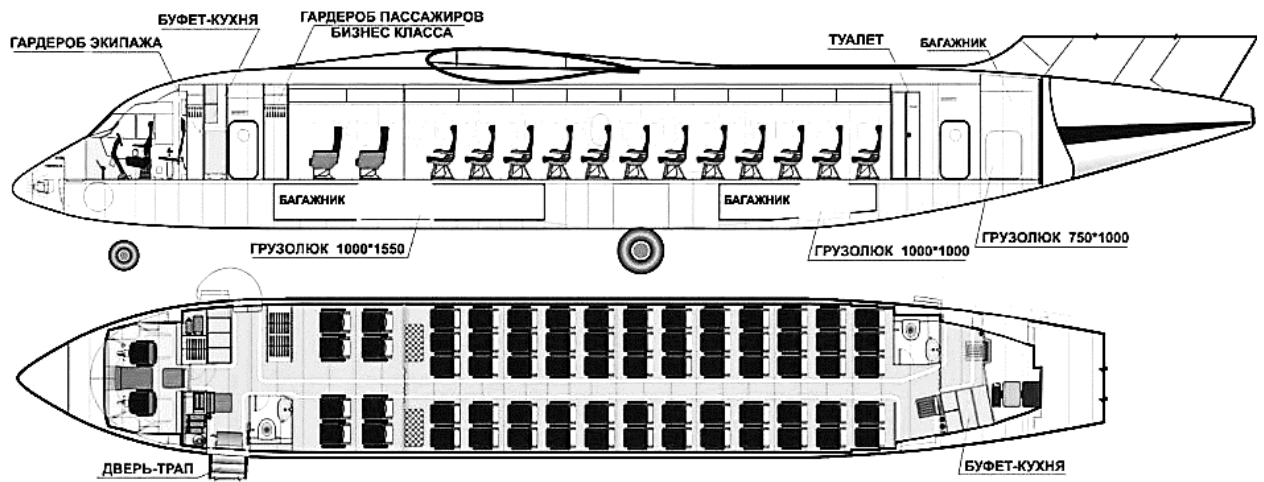


Рисунок 1.3 – Базовий варіант компоновки літака Ан-140

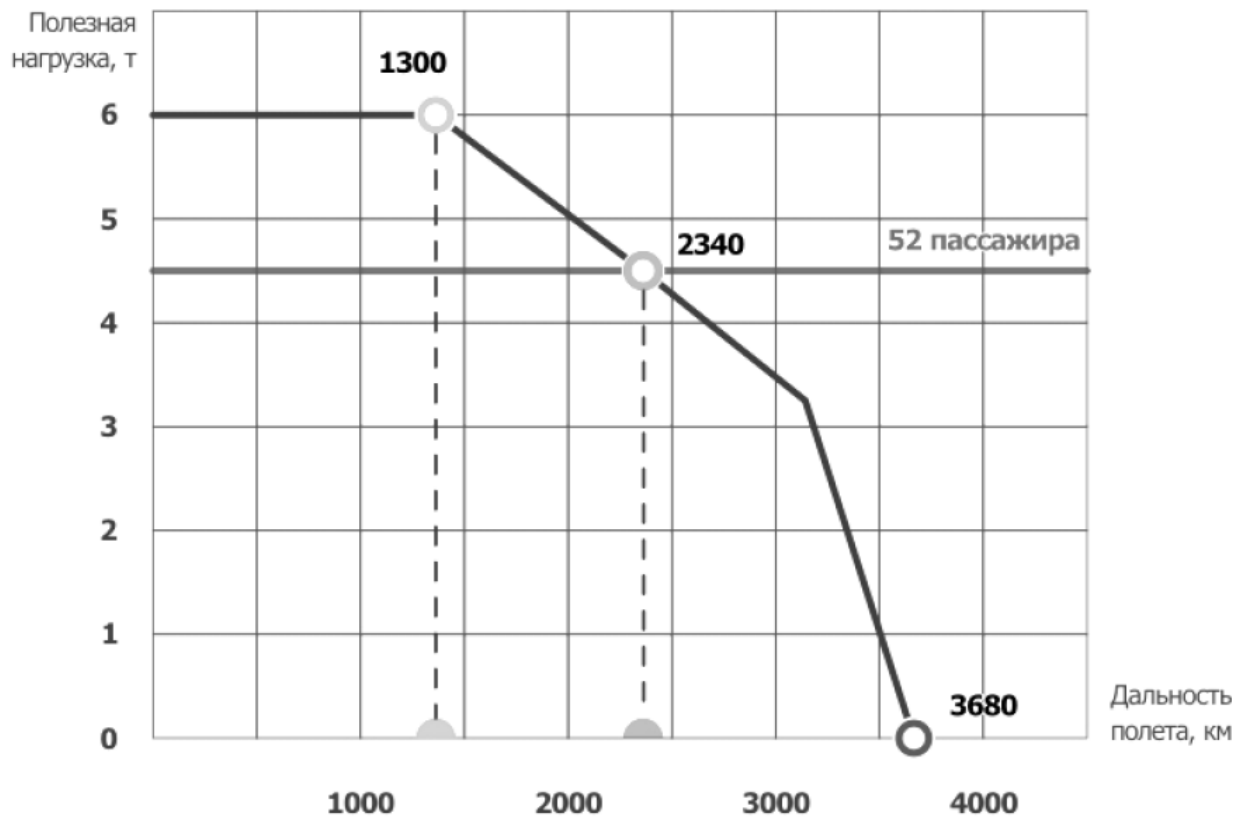


Рисунок 1.4 – Діаграма вантаж-дальність

Конструкція літака по своїм конструктивно-технологічним особливостям володіє високою спадковістю по відношенню до конструкції літаків Ан-24, Ан-72, Ан-74.

Основна номенклатура матеріалів напівфабрикатів, які застосовуються в конструкції планера та системах, являється традиційною та освоєною авіапромисловістю.

Основні матеріали, які застосовуються на фюзеляжі:

- обшивка – 1163АТВ і 1163АКВ, Д16чАМБ;
- стрингери – 1450Т;
- силові шпангоути, кронштейни – 1933ТЗ;
- підкладні листи у місцях вирізів – 1163АМВ.

Максимальні габарити заготованок обшивок одинарної та подвійної кривизни не більше 1800x7000 мм. Типова довжина заготованок для стрингерів, не більше 7000 мм.

Конструктивно-технологічне рішення, яке впливає на технологію виготовлення фюзеляжу:

- застосування металевих конструкцій автоклавного склеювання, які підсилюють листовими підкладками в місцях вирізів під люки, вікна, двері з використанням клею ВК-51А гарячого застигання;
- клеєклепані повздовжні та поперечні стики на клею ВК-27 (з під шаром ВК-25);
- застосування заклепок підвищеного ресурсу та герметичності зі зменшеною висотою закладної головки для панелей;
- застосування в зоні підвищених акустичних навантажень багатошарових клеєних обшивок з товщиною пакета 2...25мм;

- оптимальне для даного класу машин застосування на фюзеляжі композитних матеріалів (обтічники, панелі інтер'єру);
- взаємозамінність скла з електробоігрівом фонаря кабіни екіпажу зі склом літака Ан-72, Ан-74;
- розташування основних опор шасі на фюзеляжі.

В якості герметизуючих матеріалів та матеріалів антикорозійного захисту застосовуються герметики УЗО, МСС-5М, ВИТЄФ-1НГ, заповнювач ВЗ-27М, ґрунти ЄП-0214 та ЄП-0215, емаль ЄП-140, проти корозійні засоби НГ-222, що дозволяють застосовувати традиційну технологію і існуючі засоби механізації.

Кермо напрямку та висоти – змішаної конструкції (металевий каркас, обшивка та ПКМ) і в виробництві потребує освоєння окремих технологій.

В конструкції шасі застосовані матеріали, технологія яких добре освоєна, при їх виготовленні застосовують – сталь 30ХГСНМА-ВД, титанові сплави ВТ-11 та ВТ-16, алюмінієвий сплав 1933ТЗ.

Для серійного виробництва не потрібне нове технологічне обладнання. З традиційного високоефективного обладнання, в тому числі з ЧПУ, по основним видам виробництва буде задіяно:

- по механообробці: ПФП-5С, ФП-7, ФП-17, МА-655;
- по поверхневому зміцненню: ДОК-1, ВУД-1000, пристрої для місцевого пневмо-динамічного зміцнення типу ПДН;
- по агрегатно-складальному виробництву: клепальний прес КП-204М, свердлильно клепальний автомат АК-5,5-2,4;
- ручний механізований інструмент типу СМ, РМ, КПМ, МП і так далі.

Для виготовлення багат шарових конструкцій з ПКМ необхідно на виробництві мати електричний автоклав типу АЄ-2х8.

1.2 Розробка модернізованого варіанта конструкції, обґрунтування рішення розрахунками

В даному проекті буде модернізовано конструкцію панелі нижньої (Рисунок 1.6). Виконуємо конструктивно-технологічний аналіз базового варіанту конструкції панелі нижньої.

Нижня панель (рисунок 1.6) являється типовим представником загальної конструкції ФЗ, складається з обшивки, стрингерів і шпангоутів. Обшивка подвійної кривизни із листа Д16АТ. Стрингерів з профіля Д16АТ кріпляться до обшивки за допомогою однорядного заклепкового шва.

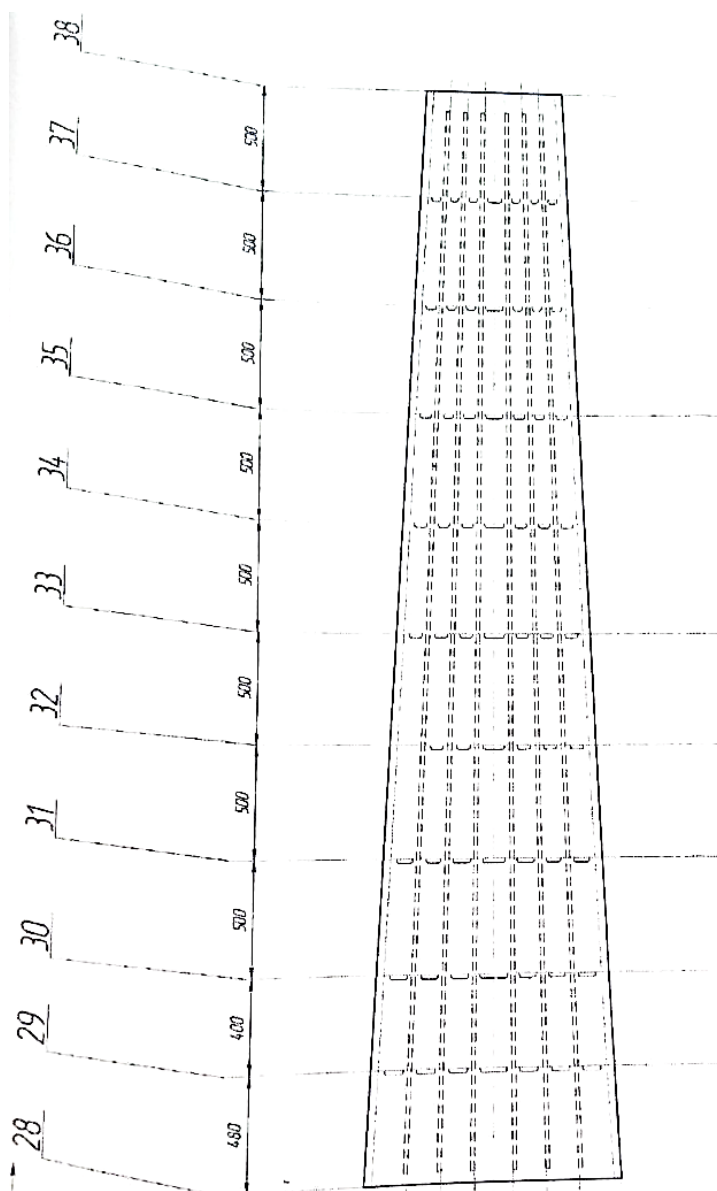


Рисунок 1.6 – Панель нижня

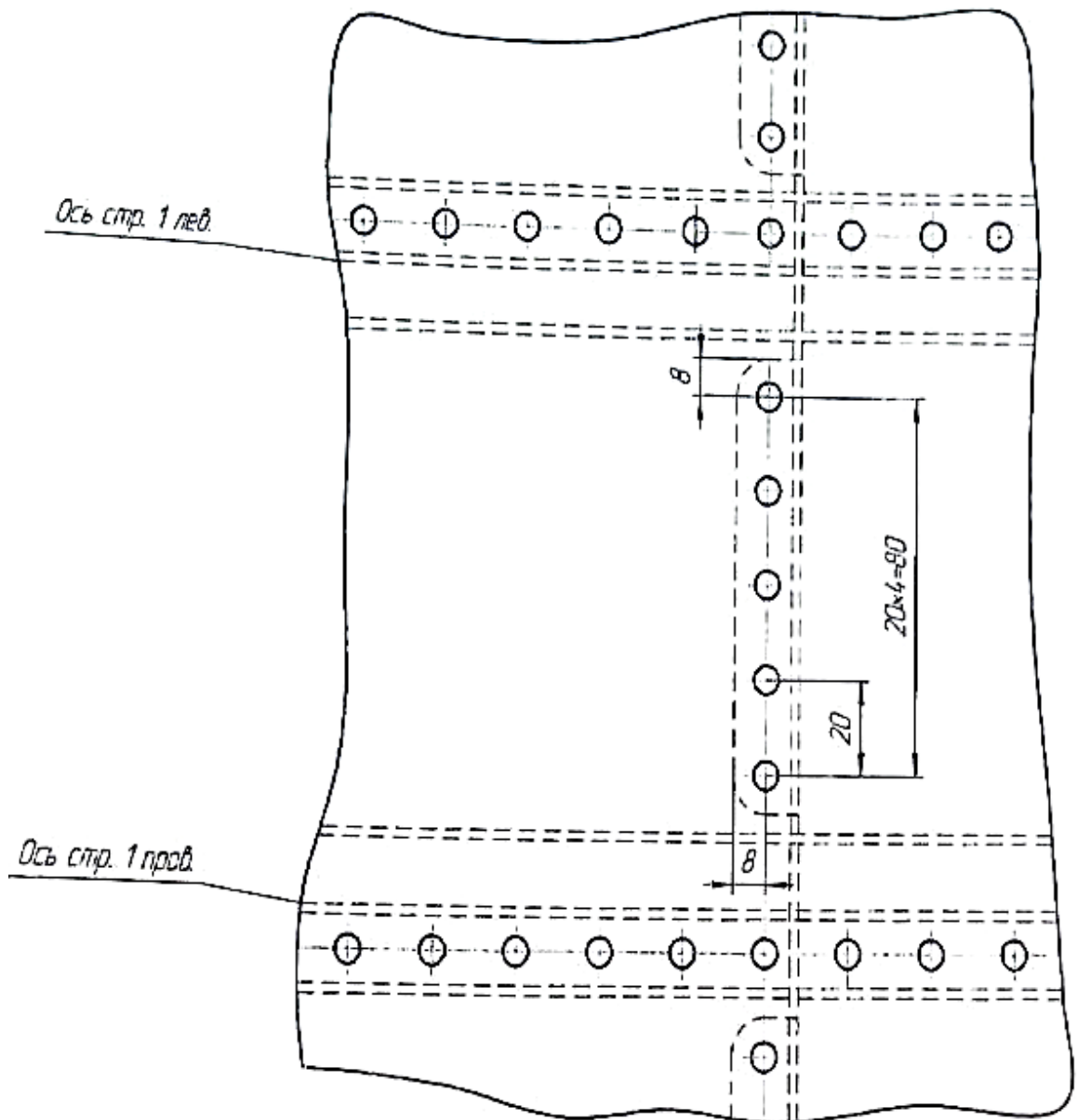


Рисунок 1.7 – Стик панелей

Визначимо величину навантажень, які діють в зоні навантажень панелі. Ці величини беруть з графіків аеродинамічних продувок, які є на підприємстві.

Вигинаючий момент, який навантажує панель нормальними навантаженнями: $M_{\text{виг}}=84,8$ (кН*м).

Крім того, панель навантажена поперечною силою $Q=47,1$ (кН) и обертаючим моментом: $M_{\text{обр}}=24,3$ (кН*м).

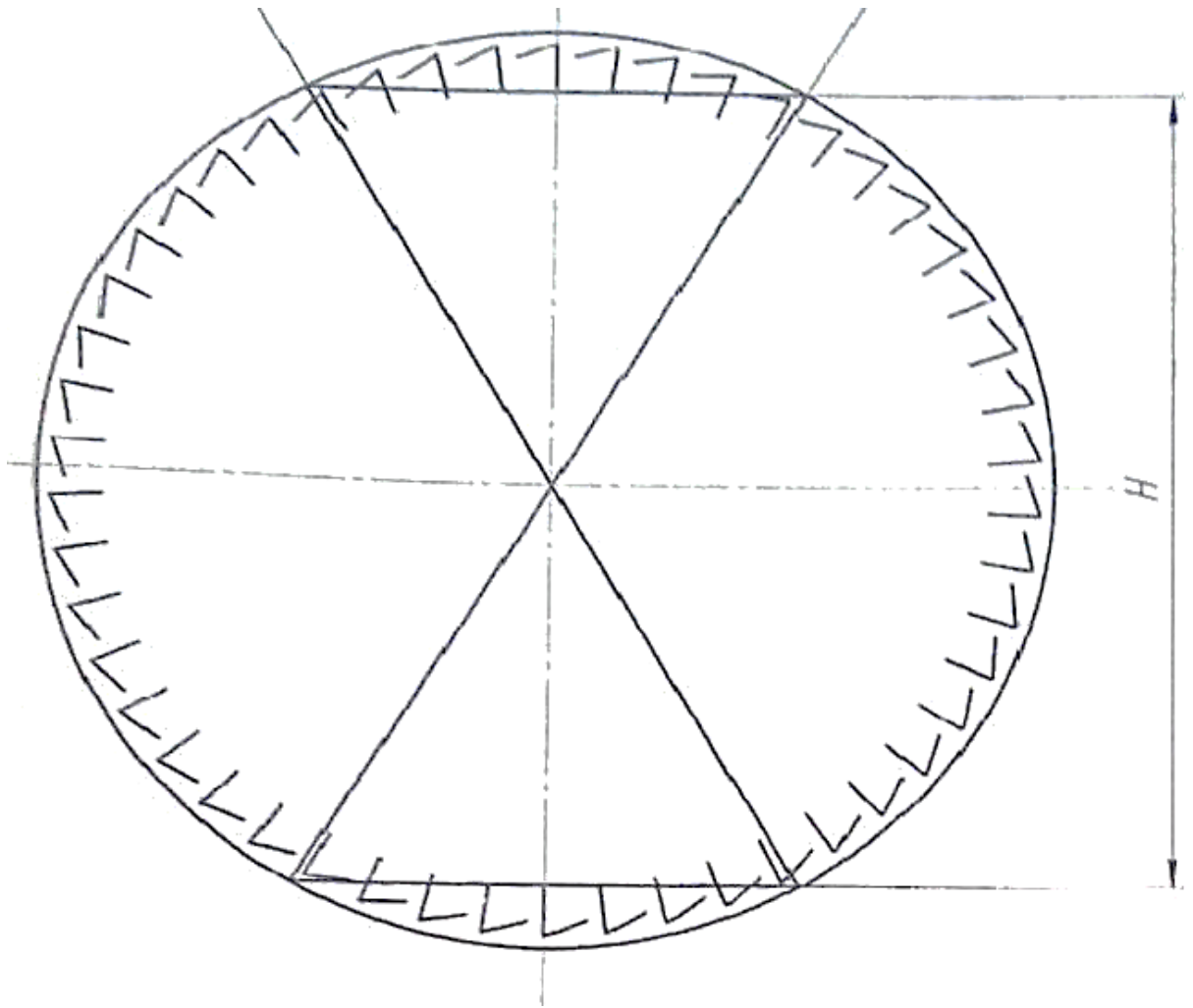


Рисунок 1.8 – Навантаження в панелях

Вихідні дані для розрахунку навантажень являються $M_{\text{виг}}$ і поперечного перерізу $\Phi 3$, для круглого перерізу $M_{\text{виг}}$ які сприймаються панелями верхнього та нижнього склепінь. У них діють повздовжні сили $P_{\text{пан}} = M_{\text{виг}}/H$, де $H = 0,9D$ (рисунок 1.8). При обтіканні повітряним потоком на поверхні фюзеляжу виникають місцеві аеродинамічні навантаження, які можуть досягти величини

$$P_{\text{маєр}} = (0,7 \dots 1,0) * 10^5 \text{ ПА}$$

Вибір та обґрунтування модифікації панелі нижньої. Вибір конструктивних матеріалів.

В зв'язку з збільшеними потребами до сучасних літальних апаратів все більше широке застосування приймають конструкції з високою удільною міцністю, які складаються з меншої кількості деталей, з'єднаних в єдине ціле за допомогою склеювання. Рішення цього питання полегшується впровадженням пористих конструкцій зі стільниковим заповнювачем, або іншим заповнювачем.

Шаруваті конструкції представляють собою листові обшивки, між якими знаходиться заповнювач, який забезпечує сумісну роботу обшивок і жорсткість конструкції.

В якості заповнювача в шаруватих конструкціях застосовуються:

- стільникові заповнювачі, які виготовляються з різноманітних матеріалів: алюмінієвих, титанових сплавів, склотканина, нержавіючої сталі та ін.;
- заповнювач у вигляді гофри;
- заповнювач вафельного типу;
- заповнювач з пінопласту.

Стільникові конструкції являються одними із різновиду шаруватих конструкцій та являють собою поєднання обшивок та стільникового заповнювача, розміщеного між ними.

Заповнювач надає конструкції жорсткість, підвищену стійкість, термо-, звуко- та електроізоляційні властивості.

Загальна стійкість стільникових конструкцій в багато разів перевищує стійкість листів, які в неї входять. Це пояснюється тим, що вона має момент інерції перерізу, значно більший, чим одношарова конструкція тієї ж ваги, так як несучі шари знаходяться на деякій відстані один від одного (10...30мм).

Підвищена стійкість стільникових конструкцій при стисненні і зсуву дозволяє конструювати їх без підкріплення повздовжнім набором при збільшеній відстані між шпангоутами.

Панелі з стільниковим заповнювачем, володіючи високою стійкістю дозволяє застосовувати несучі обшивки товщиною порядку 0,3...0,6 мм, що дуже важливо для зниження ваги конструкції.

Стільникові конструкції мають наступні істотні переваги перед конструкціями, які виконані з обшивок, підкріплені стрингерами та шпангоутами:

- велику удільну міцність;
- кращі характеристики втомна міцність;
- потрібна менша трудомісткість при проектуванні складальних вузлів;
- застосовується менша кількість деталей, які формують вузол, або агрегат.

Стільникові заповнювачі, в залежності від матеріалів які застосовуються, розділяються на дві групи:

1. Заповнювачі малої щільності. До них відносяться стільникові заповнювачі з паперу, склотканини, а також з алюмінієвих сплавів. Для обшивок в таких конструкціях застосовуються листи з алюмінієвих сплавів. Основним способом з'єднання елементів конструкції такої групи являється склейка.
2. Заповнювачі більшої щільності. В цю групу входять стільникові заповнювачі з нержавіючої сталі та титану. Елементи таких стільникових заповнювачів з'єднуються за допомогою зварювання, а обшивка з стільниковим заповнювачем – паянням або зварюванням.

Заповнювачі другої групи застосовуються в основному в конструкціях, які працюють в умовах високих температур та інтенсивних навантажень.

Застосовують стільникові заповнювачі з різною формою склеювання. Широке застосування отримав заповнювач з шестигранною формою стільникові комірки, оскільки вони більш технологічні, які мають найбільшу площу стільникової поверхні, отже площу склеювання з обшивкою. Розмір стільникової комірки визначається довжиною її границь.

Стільникові конструкції виготовляються з дренажними отворами або без них, в залежності від клеєних композицій, застосовуваних для їх склеювання.

У випадку застосування клею ВК-32-200, при затвердінні якого з 1 кг клею виділяється близько 700г летючих речовин. Дренажні отвори слугують для видалення летючих речовин із стільникових комірок.

Конструкції з стільниковим заповнювачем застосовуються в різноманітних сферах народного господарства, але їх високі характеристики по міцності та мала маса знайшли широке застосування і в літакобудуванні.

Вищеперераховані якості привели до вибору модифікованого варіанта частини конструкції. Варіант панелі з стільниковим заповнювачем дозволяють отримати панель, яка задовольняє своєю міцністю, але з меншою масою.

При цьому слідувати цілі – за рахунок використання багат шарових панелей в конструкції зменшити число стрингерів та шпангоутів, знизити масу без зниження міцності.

Для проведення розрахунку на міцність модифікованої панелі (рисунок 1.9) необхідно визначити параметри панелі з стільниковим заповнювачем:

- δ_{nc} – товщина несучих шарів панелі;
- h_3 – висота стільникового заповнювача;
- a – розмір стільникової комірки;
- δ_3 – товщина фольги стільникового заповнювача.

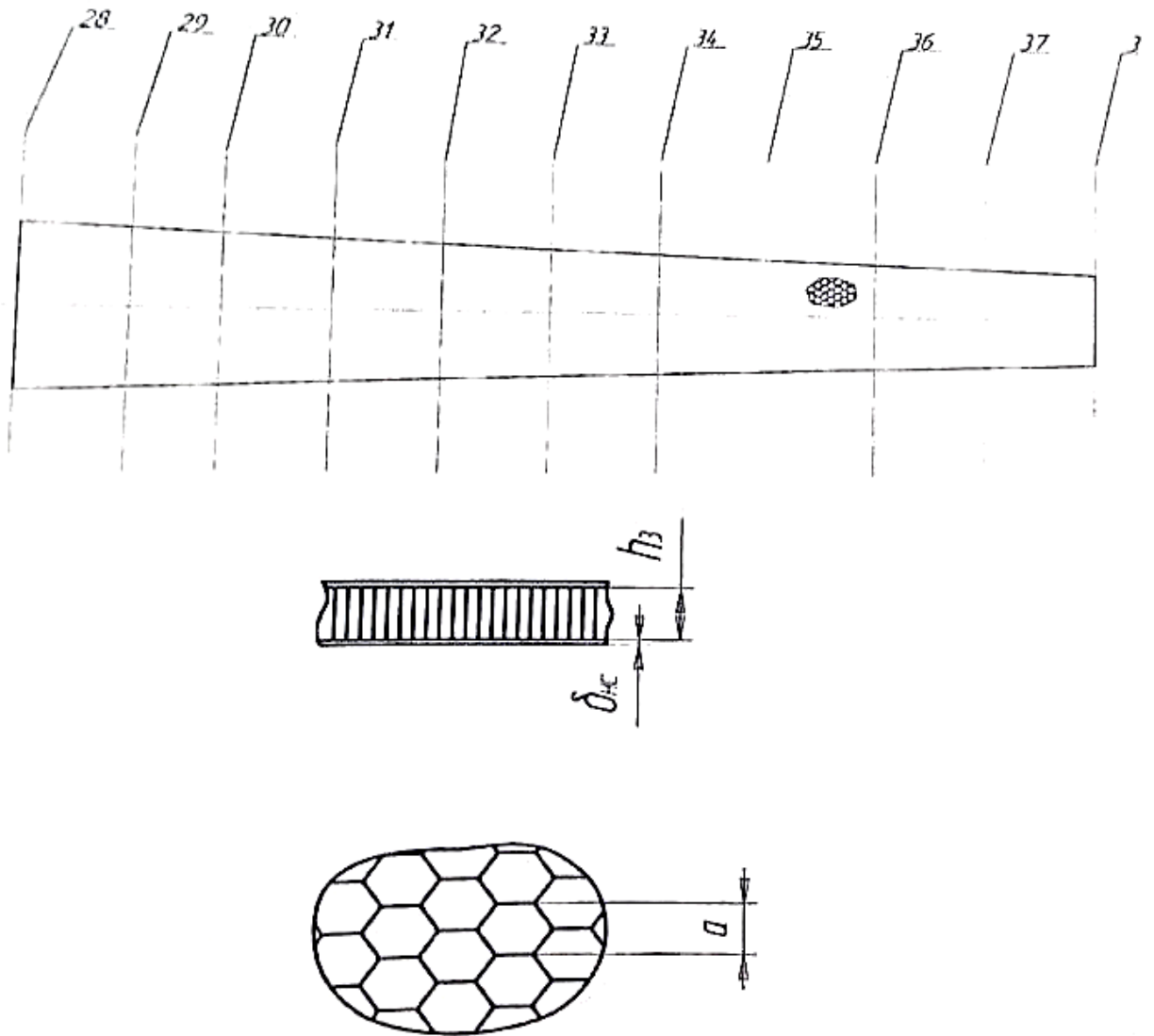


Рисунок 1.9 – Панель з стільниковим заповнювачем

Вибираємо матеріал для виготовлення стільникової панелі:

- Несучій шар – Д16АТ;
- Соти – АМГ – 2М;
- Клей – ВК-32-200.

Необхідні параметри панелі знаходяться по монограмі з умови, що вага 1 м² панелі з стільниковим заповнювачем дорівнюється вазі 1 м² обшивки з матеріалу Д16АТ товщиною 1мм.

По таблиці №22 визначаємо параметри панелі з стільниковим заповнювачем:

$$\delta_{нс}=0,3\text{мм}; h_3=12\text{мм}; a=6\text{мм}; \delta_3=0,025 \text{ мм.}$$

Проведем розрахунок на міцність трьохшарової панелі, попередньо зробивши наступні допущення: панель працює на стиснення і тому, будемо визначати критичні навантаження по емпіричним формулам.

Алгоритм розрахунку зводиться до визначення нормальних критичних навантажень стиснення ($\sigma_{кр}$), дотичні критичні навантаження стиснення ($\tau_{кр}$), т.е. максимально допустимих, визначенню дійсних (σ_d , τ_d) навантажень, діючих на багатошарові панелі. Запропоновану багатошарову панель буде можливо застосовувати на літаку при дотриманні умови: $\sigma_d < \sigma_{кр}$, і $\tau_d < \tau_{кр}$.

Критичне навантаження визначають за формулами:

$$\sigma_{кр} = \sigma_B \frac{1+v_1}{1+v_1+v_1^2}; \tau_{кр} = \tau_B \frac{1+v_2}{1+v_2+v_2^2};$$

σ_B – частковий спротив матеріалу при розтягненні;

τ_B – частковий спротив при зсуві.

$$v_1 = \frac{\sigma_{вр}}{\sigma_{кр}}; v_2 = \frac{\tau_{вр}}{\tau_{кр}};$$

$\sigma_{кр}$ – критичне навантаження стиснення до межі пропорційності;

$\tau_{кр}$ – критичне навантаження зсуву до межі пропорційності.

Введемо коефіцієнт, $\frac{1}{(1+\xi)^2} < 1$, який враховує несправедливість гіпотези плоских перетинів для трьохшарових панелей.

$$\text{Тоді: } \sigma_{кр} = \frac{1}{(1+\xi)^2} \sigma_0;$$

σ_0 – критичне навантаження, підраховане при умові справедливості гіпотези плоских перетинів.

$$g = \frac{10.8 \times h_3 \times \delta_{нс} \times E_{нс}}{b^2 \times G_3}, \text{ де:}$$

$E_{нс}$ – модуль пружності несучих шарів;

G_3 – модуль зсуву матеріалів заповнювача.

$$\sigma_0 = \frac{43 \times E_{нс} \times I_{пог}}{b^2 \times F_{пог}}, \text{ де:}$$

$I_{пог}$ – погонний момент інерції;

$F_{пог}$ – площа поперечного перерізу панелі.

$$I_{пог} = 2 \times \delta_{нс} \times \left(h_3 + \frac{\delta_{нс}}{2} \right)^2 \approx 2 \times \delta_{нс} \times h_3^2;$$

$$F_{пог} = 2 \times \delta_{нс}$$

Отримаємо:

$$\sigma_0 = \frac{43 \times E_{нс}}{\left(\frac{b}{h_3} \right)^2};$$

b – ширина розрахованої панелі.

Підставимо σ_0 в формулу для визначення $\sigma_{кр}$:

$$\sigma_{кр} = \frac{1}{(1+\xi)^2} \times \frac{43 \times E_{нс}}{\left(\frac{b}{h_3} \right)^2};$$

Необхідні для розрахунку дані по матеріалам несучого шару та стільникового заповнювача беремо з характеристик літака.

Для Д16АТ:

$$E_{\text{HC}}=7200(\text{кг}\times\text{с}/\text{мм}^2); \sigma_{\text{H}}= 27(\text{кг}\times\text{с}/\text{мм}^2);$$

$$\tau_{\text{B}}=31(\text{кг}\times\text{с}/\text{мм}^2); \sigma_{\text{B}}= 47(\text{кг}\times\text{с}/\text{мм}^2);$$

$$j = 2.75 \text{ г}/\text{см}^3; \mu = 0,33.$$

Для АМГ2М:

$$E_3=7000 (\text{кг}\times\text{с}/\text{мм}^2); \sigma_{\text{B}}= 27(\text{кг}\times\text{с}/\text{мм}^2);$$

$$j = 2.68 \text{ г}/\text{см}^3; G_3=20.24 (\text{кг}\times\text{с}/\text{мм}^2); \mu = 0,3.$$

Підставимо значення у відповідні формули:

$$g = \frac{10.8 \times h_3 \times \delta_{\text{HC}} \times E_{\text{HC}}}{b^2 \times G_3} = \frac{10.8 \times 12 \times 0.3 \times 7200}{(1000)^2 \times 20.24} = 0.01$$

Критичне навантаження стиснення до межі пропорційності для багатошарової панелі:

$$\sigma_{\text{кр}} = \frac{1}{(1+0.01)^2} \times \frac{43 \times 7200}{(1000/12)^2} = 47.8 (\text{кг}\times\text{с}/\text{мм}^2);$$

Критичне навантаження зсуву до межі пропорційності для багатошарової панелі:

$$\tau_{\text{кр}} = \frac{10.8 \times R_1 \times E_{\text{HC}}}{\left(\frac{b}{h_3}\right)^2}, \text{ де:}$$

$$R_1=4.2;$$

Маючи всі необхідні величини проводим розрахунок критичних навантажень зсуву до межі пропорційності:

$$\tau_{\text{кр}} = \frac{10.8 \times R_1 \times E_{\text{HC}}}{\left(\frac{b}{h_3}\right)^2} = \frac{10.8 \times 4,2 \times 7200}{(1000/12)^2} = 32.66 (\text{кг}\times\text{с}/\text{мм}^2);$$

Маючи $\tau_{\text{кр}}$ визначимо номінальне критичне навантаження зсуву $\tau_{\text{кр}}$ по залежності:

$$\tau_{кр} = \tau_B \times \frac{1+v_2}{1+v_2+v_2^2};$$

$$v_2 = \frac{\tau_{вр}}{\tau_{кр}} = \frac{31}{32.66} = 0,95; \text{Тоді:}$$

$$\tau_{кр} = \tau_B \times \frac{1+v_2}{1+v_2+v_2^2} = 31 \times \frac{0,95+1}{2,85} = 21,21(\text{кг}\times\text{с}/\text{мм}^2);$$

Маючи $\sigma_{кр}$ визначимо номінальне критичне навантаження стиснення по формулі:

$$\sigma_{кр} = \sigma_B \times \frac{1+v_1}{1+v_1+v_1^2};$$

$$v_1 = \frac{\sigma_{вр}}{\sigma_{кр}} = \frac{47}{31,5} = 1,49; \text{Тоді:}$$

$$\sigma_{кр} = 47 \times \frac{1+1,49}{1+1,49+(1,49)^2} = 24,85 (\text{кг}\times\text{с}/\text{мм}^2);$$

Отже, критичне навантаження, яке діє на трьохшарову панель визначені, далі визначимо діючі нормальні та дотичні навантаження (σ_d, τ_d).

Перерізуючу силу та вигинаючий момент берем з графіків аеродинамічних продувок фюзеляжу:

$$Q=47100(\text{Н}); M_{изг}=84800(\text{Нхм}); (M_{кр}=24300 (\text{Нхм}));$$

$$\sigma_d = \frac{M_{изг}}{2 \times \pi \times R^2 \times 2\delta_{нс}};$$

$$\sigma_d = \frac{84.8 \times 10^3}{2 \times 3,14 \times (1410)^2 \times 0,6} = 11,3 (\text{мПа});$$

$$\tau_d = \frac{Q}{5.3 \times R \times 2\delta} = \frac{47100}{5.3 \times 1550 \times 0.6} = 1.05 (\text{мПа});$$

R – радіус кривизни панелі, що розраховується.

$$\sigma_d < \sigma_{кр}; \tau_d < \tau_{кр}.$$

Необхідна умова виконується, отже панель, що розраховується задовольняє потреби міцності.

Проводимо ваговий аналіз варіантів панелі. Для того щоб провести ваговий аналіз двох варіантів панелі, необхідно з'ясувати кількість змін в силовому наборі базової панелі, які викликані застосуванням модифікованої обшивки.

Як раніше зазначалось модифікована панель підбиралась з умов рівності ваги 1 м^2 багатошарової панелі і 1 м^2 листа з Д16АТ товщиною 1мм.

Таким чином, обшика базової конструкції та багатошарова обшивка рівні по вазі, тому в ваговому відношенні їх можна не враховувати. Точніше можна не враховувати масу листа з Д16АТ товщиною 1 мм. Оскільки товщина обшивки в базовій конструкції складає 1,2мм (разом з набором жорсткості виходячи з масових характеристик приймемо товщину обшивки 1,5 мм), то виграш в масі буде рівний вазі обшивки з Д16АТ товщиною 0,3 мм в зоні шпангоутів №28-38.

Площа поверхні, яку займає панель складає: $S=(a*b)$, де величини:

a,b – габаритні розміри панелі (a=1000 мм, b=4880 мм);

Проводимо розрахунки:

$$\Delta G = S \times \delta \times j = 4.8 \times 0.3 \times 10^3 \times 2.75 \times 10^3 = 3.96 \text{ (кг)}.$$

Зміна маси відбулася також за рахунок скорочення стрингерів і кріплення до них.

Зокрема скорочені стрингери 3 лівий та 3 правий. Середня маса стрингера складає 0,2 кг.

Зменшення заклепок привело до зменшення маси конструкції на 0,1 кг.

Таким чином, загальне зменшення маси конструкції за рахунок модифікації $\Delta G_{\text{заг}} = 3,96 + 6 \times 0,2 + 0,1 = 5,3 \text{ кг}$

1.3 Технічні умови для виготовлення хвостової частини фюзеляжу

Технічні умови (ТУ) представляють собою перелік вимог, які стосуються точності ув'язки, ступені готовності елементів, які входять в склад складальних одиниць, можливих відхилень форми та розмірів, вимог до виконання з'єднань та посадок, чистоті поверхні, термічної обробки, а також умов випробування та контролю виробу.

На складальному кресленнику приведені наступні ТУ:

1. Теоретичний кресленник фюзеляжу 140.00.0080.001.000ТЧ.
2. Вимоги до обводів та поверхням по 140.00.1121.001.000И.
3. Розміри для довідок.
4. Покриття місць цекування деталей, місць порушення покриття всередині: Ем.ЕП-140, темно-зелений, 509 ОСТ 1 90055-85.
5. Допуск на агрегат +/- 2мм.
6. Обводи фюзеляжу та якість зовнішньої поверхні згідно відповідного кресленника.
7. Розмітку осів шпангоутів та стрингерів виконувати відповідно з теоретичним кресленником.
8. Граничні відхилення розмірів по ОСТ 1.00022-80.
9. Отвори під заклепки виконувати по ОСТ 134 055-92.
10. Шорсткість оброблених поверхонь деталей 6,3.

ТУ на складання містить багато інформації, яка має довідковий характер. В ТУ містяться номери потрібних виробничих конструкцій, по яким потрібно виконувати роботу.

В ТУ міститься інформація про потрібну точність виробу. По ТУ можна судити про технологічність складальної одиниці.

1.4 Конструктивно-технологічний аналіз конструкції хвостової частини фюзеляжу літака

Фюзеляж представляє собою суцільнометалевий герметичний напівмонокок складально-клепальної конструкції, який складається з працюючої обшивки і підсилюючими листами в місцях вирізів, типових та силових стрингерів, типових та герметичних шпангоутів.

Основна номенклатура матеріалів напівфабрикатів, які застосовуються в конструкції планера та системах, являється традиційною та освоєною авіапромисловістю. Основні матеріали, які застосовуються на фюзеляжі:

- обшивка – 1163АМВ, Д16АТ, Д16чАМВ;
- типові стрингери – 1450Т, Д16АТ, В95;
- силові шпангоути – 1933ТЗ, Д16АТ;
- підкладні листи – 1163АМВ, 1163АТ.

Максимальні габарити хвостового відсіку 7950x2820x2820. Хвостова частина фюзеляжу розділяється на такі підзбірки:

- відсік кріплення оперення (шп. 38-40);
- відсік ВСУ (шп.40-44);
- побутовий відсік, який складається зі наступних панелей:
 - панель верхня (шп.28-38, стр. 28);
 - бокові секції (шп. 28-38 стр. 28лев/пр.);
 - панель нижня;
- каркас підлоги побутового відсіку (шп. 28-34).

Хвостовий відсік фюзеляжу розміщений між 28 і 44 шп. В ньому розміщене вантажне та багажне відділення. У відсіку ВСУ наявні люки для експлуатації. На панелях відсіку встановлені ілюмінатори – 2шт. На правій боковій панелі розміщені вантажні двері, на лівій боковій – вантажний люк.

Поперечний силовий набір Ф3 утворений 16-ю шпангоутами, які в залежності від навантаження діляться на силові, підсилені та звичайні.

До силових відносяться шпангоути 28, 38, 40. До підсилених відносяться 30, 32, 39. До нормальних – 29, 31, 33, 34, 35, 36, 37, які складаються з кількох обводів Z-подібного профіля, виконаних з алюмінієвого сплаву та з'єднаних накладками. Силові шпангоути сприймають навантаження від кріплення відсіків один з другим та кріплення оперення. Зокрема шпангоути 38 і 40 призначені для передачі навантаження від кіля на обшивку фюзеляжу. Підсилені і нормальні шпангоути призначені для підтримання обшивки при роботі та кріплені різноманітних деталей обладнання. Зокрема, шпангоути 30 і 32 підсилюють фюзеляж в зоні вантажного люка.

Повздовжній набір хвостового відсіку складається з стрингерів, які з'єднанні зі шпангоутами за допомогою кутиків та фітингів.

Обшивка складається з окремих технологічних панелей. Вони утворені з гнутих по контуру фюзеляжу листів зі сплаву Д16АТ товщиною 1,2 мм. Бокові панелі в цілях підвищення живучості виконані з застосуванням клею. Обшивка в цьому випадку склеюється з підкладним листом за допомогою клею ВК-51 в спеціальній приспособі.

Повздовжні стики панелей виконані «внахлест», поперечні – «встик» на підкладній стрічці. Стики – клеєклепані. Стики панелей і стик по 38 шп. Виконуються на клею ВК-27 з підшаром ВК-25. Зазори по поперечним стикам 4+/-2мм та заповнюються герметиком ВІТЄФ-1ІТ.

Кріплення яке застосовується по стикам панелей під зализі і обтікачі – високоресурсні заклепки. Для силових кріплень застосовуються болти та болт-заклепки з нятягом 5-10 мм.

Герметична частина фюзеляжу розміщена між шпангоутами 1 і 38. Герметизація Ф3 виконується двома ступенями. Перша ступінь – болти та

заклепки які встановлюються з натягом. Натяг заклепок виконується за рахунок використання заклепок з компенсаторами. Друга ступінь – покриття місць можливого витoku повітря, герметиком У-30МЄС-5М, ВІТЄФ-1 і стрічкою У-20А. Забезпечення герметичності виконується за рахунок герметизації стикових швів з середини та назвні.

Розглядаючи хвостову частину фюзеляжу літака типу Ан-140 можна стверджувати, що конструкція близька до показників оптимальної технологічності, так як:

- в конструкції широко використовуються алюмінієві сплави, найбільш зручні в обробці;
- простота обводів та формотворчих підзбірок;
- велике застосування стандартизованих елементів, зокрема стандартні профілі.
- форма заготовок максимально приближена до форми конструктивно потрібних деталей;
- технологічність заклепкових робіт (шви прямолінійні, однаковий крок заклепок);
- все кріплення стандартизоване;
- допустимі широкі діапазони чистоти поверхні заклепкових швів;
- в конструкції немає важкодоступних з'єднань, практично відсутня потайна клепка, маються високо ресурсні з'єднання.

Таблиця 1 – Результати оцінювання технологічності конструкції відсіку ФЗ по якісним критеріям технологічності

№ п/п	Найменування якісного критерію технологічності	Ступінь відповідності конструкції критеріям
1	2	3
1	Необхідність наявності і зручність підходів для механізованого інструменту для виконання окремих операцій ТП складання.	Конструкція ФЗ має наявність достатнього підходу для виконання операцій ТП.
2	Використання технологічних компенсаторів (прокладок, наповнювачів) для компенсації похибок при складанні.	У конструкції ФЗ є прокладки і щільні стрічки, які компенсують похибка при складанні.
3	Призначення кроків КЕ в швах, рівних або кратних наступним значенням: 15; 20;25;30; 35; 40; 50; 60 мм.	У швах, крок між заклепками дорівнює 20 мм. Крок між болтами дорівнює 35мм.
4	Застосування клеєклепаних з'єднань в конструкції підзбірок .	Обшивка склеюється з підкладним листом за допомогою клею ВК-51 в спеціальній приспособі.

Продовження таблиці 1

5	<p>Відсутність або мінімізація робіт, пов'язаних з:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Попередньою установкою, зняттям і остаточною установкою деталей в процесі складання СЕ. • Механічної обробки і підгонки деталей в процесі складання СЕ. 	<p>У процесі складання присутні операції з попередньою установкою і зняттям деталей.</p> <p>Механічна обробка і підгонка деталей в процесі складання - відсутня.</p>
6	<p>Наявність можливості виконувати в зовнішніх деталях гнізд під потаємну головку заклепки методом зенкування.</p>	<p>Конструкція дозволяє зенкувати в зовнішніх деталях гнізд під потаємну головку заклепки.</p>

Таблиця 2 – Результати оцінювання технологічності конструкції відсіку ФЗ по кількісним критеріям технологічності

№	Найменування критерія технологічності	Значення показника
1	Коефіцієнт повторюваності $K_E, k_{\text{ед}}$	0,65
2	Коефіцієнт пресового клепання	0,3
3	Коефіцієнт ударного клепання	0,7
4	Коефіцієнт застосування уніфікованих виробів	0,8
5	Коефіцієнт кривизни деталей	Мала кривизна 0,9
		Велика кривизна 0,4

За результатами оцінювання технологічності конструкції відсіку ФЗ, мною зроблено висновок про достатній рівень її технологічності.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз існуючого виробництва та заходи по підвищенню якості виробу та ефективності виробництва

В залежності від об'єкта виробництва і програми випуску розділяють три основних типи виробництва: масове, серійне та одиничне. Провівши аналіз існуючого виробництва в цеху-прототипі (ХГАПП), можна зробити наступні висновки:

- мала кількість конструктивних роз'ємів ускладнює виділення відсіків та секцій з закінченим об'ємом робіт і необхідною жорсткістю стиків, що приводить до збільшенню розмірів складальних одиниць та ускладнює складальне пристосування;
- в цеху різко обмежене застосування механізації та автоматизації;
- складною задачею складального виробництва ФЗ являється забезпечення необхідною точністю складального пристосування;
- великі габарити відсіку ФЗ обумовлюють горизонтальне розміщення стапеля, що покращує умови праці і підвищує безпечність складальних робіт, але створює ряд незручностей по установці верхніх панелей;
- основним видом з'єднання являється заклепкове (приблизно 90% від кількості всіх точок кріплення);
- спеціалізація цеху недостатня: у цеху складається як Ф3, так і Ф2 та фюзеляж в цілому, а також велика частина їх підбірок, що приводить до зниження якості праці, нераціональному використанню виробничих площ та погано відзначається на собівартості продукції.

Підводячи підсумки, можна сказати, що існуюче виробництво недостатньо технологічне і в умовах великого замовлення, було б малоефективне, але в умовах малих сучасних замовлень, технологія повністю відповідає пред'явленим до виробництва вимогам та робить його достатньо ефективним.

При збільшенні об'ємів замовлень, раціональним рішенням буде провести заходи по підвищенню ефективності існуючого виробництва:

- автоматизувати та механізувати роботи з установки заклепок шляхом застосування автоматичного і пресового обладнання та односторонніх і без ударних методів klepanня. Але слід зауважити, що процеси klepanня можливо механізувати та автоматизувати тільки на етапі робіт поза стапелем, в ході яких можливо вести klepanня на стаціонарному пресовому а автоматичному обладнанні;
- створити спеціалізовані цехи, які займаються вузловим та секційним складанням, створити цех панелей, в якому будуть складатися панелі для всіх агрегатів фюзеляжу;
- використовувати в складальних стапелях різноманітні механізовані та автоматизовані пристрої, а крім ручного інструменту, ще і переносний механічний.

2.2 Розробка схеми конструктивно-технологічного членування ФЗ

Схема конструктивно-технологічного членування фюзеляжу розробляється для більш ефективного виробництва. Кінцеву конструкцію ділять на секції, вузли та панелі, більш прості по показникам технологічності. Це дозволяє організувати паралельно-поступове складання панелей та секцій, виділити паралельне виробництво складання однотипних панелей, це разом використанням різноманітних прогресивних методів виробництва, збільшує продуктивність праці та зменшує цикл складання. При членуванні використовують конструктивні, технологічні та експлуатаційні роз'єми.

Ступінь членування залежить від економічних та виробничих умов. Можливі різноманітні варіанти схем членування. Зупинимося на двох, приведених нижче, як найбільш раціональних:

1. Хвостова частина фюзеляжу при вузловому складанні, ділиться на деталі, вузли (окремі шпангоути, вузли навіски оперення) і панелі. На етапі секційного складання, підбірками являються панелі, секції панелей та готові частини агрегату.
2. Етап вузлового складання ідентичний варіанту №1. Але при секційному складанні з панелей не формуються секції та готові частини агрегату, а всі складові панелі монтується безпосередньо в стапелі складання ФЗ.

Вибираємо варіант №1.

Для складання підскладань по варіанту №1 потрібно крім стапелів складання панелей, ще і стапелі на окремі підскладання.

ФЗ розчленований (рис.2.1) на наступні підскладання:

- панель верхня побутового відсіку;
- панель нижня побутового відсіку;
- бокові секції (ліва та права) побутового відсіку;

- відсік кріплення оперення в складі з відсіком ВСУ.

Прийнята схема членування ФЗ дозволяє провести складання вказаних складальних одиниць в спеціальних стапелях та пристосуваннях, що забезпечує:

- потрібну якість складання;
- точність контурів і зовнішніх обводів;
- широке використання ручних засобів механізації;
- скорочення циклів складання та трудомісткості.

Ступінь складальної закінченості вхідних підскладань, визначається методами подальшого складання. На виробництві цим займаються технологи агрегатних цехів. Технологи встановлюється ступінь закінченості деталей та вузлів, укомплектованість вузлів, наявність стикових отворів, припусків, СО, БО, і тд.

Ступінь складальної закінченості підскладань можна оцінити в 90%. Інші 10% приходиться на стиковку відсіків, вузлів між собою та завершальні роботи. Ступінь складальної закінченості ФЗ оцінюють в 80%, інші 20% на завершальні роботи.

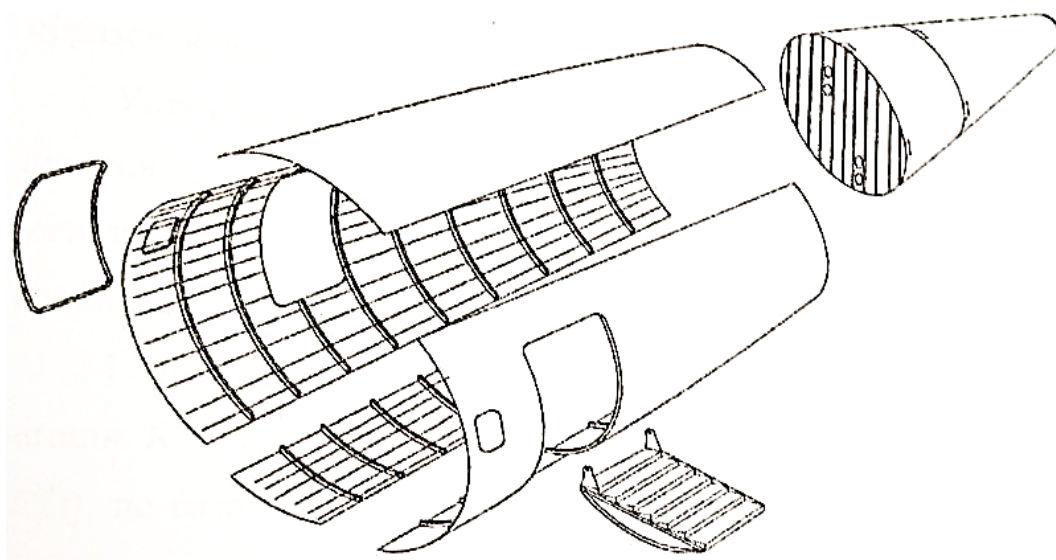


Рисунок 2.1 – Конструктивно-технологічне членування ФЗ

2.3. Розробка схеми складання ФЗ і укрупнений технологічний процес складання. Обґрунтування метода складання для агрегату і вхідних підбірок

Існує кілька видів схем складання: послідовна, паралельна та послідовно-паралельна. Паралельна в чистому вигляді практично не застосовується, а у послідовно-паралельній є ряд переваг перед іншими: менший цикл складання агрегату, менша трудомісткість, менша собівартість.

Безпосередньо схема складання визначається характером членування агрегату та його підскладань.

Розглянувши всі аргументи, приймаємо в якості робочої – послідовну схему складання.

Для складання панелей на етапі вузлового складання використовується універсальний складальний засіб, а на етапі секційної – стапель складання секції бокових панелей і складання відсіку ВСУ та оперення.

Складання конструкції ФЗ складається з установки складальних елементів в положення, передбачене кресленням (складальне положення), скріплення їх, утворення з'єднань (заклепкових, склеєних, зварних) і т.д.

Установочні роботи значно впливають на точність обводів і міцність виробу, визначають величину затрат і визначаються базуванням. В залежності від способу базування деталей в процесі складання можливі два види методів складання:

1. Деталі установлюються по базам, які розміщені на основній (базовій) деталі. До цього виду відносяться наступні методи складання: по складальним отворах (СО), по базовим отворах (БО), по розмітці на базовій деталі, по поверхнях.
2. Деталі та вузли установлюються по базам, які розміщені на спеціальному носії розмірів – складальному пристосуванні. До

цього виду відноситься складання в приспособі з компенсацією погрішності деталей; складання «від обшивки», складання «від каркасу» без компенсації, складання «від каркасу» з використанням фіксуючих отворів.

У сучасному літакобудуванні найбільш широко застосовуються наступні методи складання:

- по складальним або базовим отворам;
- по розмітці на базовій деталі;
- в приспособі з базуванням деталей та вузлів по контурам;
- в приспособі з базуванням деталей та вузлів по ЮО або БФО.

Кожний з перерахованих методів характеризується особливостями базування, ступенем забезпечення взаємозамінності при складанні, а також певними економічними та точними характеристиками.

В даному випадку, з урахуванням особливостей вузлів та панелей, які входять в конструкцію агрегату та являються окремими підзбірками, в якості основного слід прийняти метод складання в приспособі з базуванням деталей та вузлів на контури та з базуванням по КФО або БФО.

Ці методи взаємно доповнюють і замінюють один одного. В порівнянні зі складанням по розмітці, вони мають наступні переваги:

- виключається розмітка та підгонка деталей;
- прискорюється та полегшується процес складання;
- досягається взаємозамінність складальних вузлів та панелей;
- застосовується механізація складання.

В доповнення до цих методів на визначених операціях, наприклад установка поздовжнього і поперечного набору на панелях, доцільно застосовувати метод складання по СО, який забезпечує достатню для даних операцій точність.

Технологічний процес складання – це послідовність установки в складальне положення деталей, вузлів та панелей, їх фіксації та з'єднання між собою способами які передбаченні креслеником, визначення спеціальності, розряду та кількості робітників, а також норм часу, вибір інструменту та обладнання. Розробку робочого технологічного процесу складання для серійного виробництва здійснюють відповідно з креслеником конструкції виробу та схемою складання.

ТП розробляється поетапно. Першим етапом повинен бути директивний техпроцес. Він розробляється в ОКБ паралельно з проектуванням виробу з початкових стадій.

Другий етап – це робоча технологія. В склад директивного техпроцесу входять директивні технологічні матеріали. Для проектування техпроцесу необхідно:

- схема забезпечення взаємозамінності та ув'язки;
- схема конструктивно-технологічного членування;
- ескізи великої складальної оснастки;
- ескізи засобів забезпечення ув'язки по стикам;
- технічний опис об'єктів складання та ТУ на виробництво агрегату;
- ТУ на поставку складальних комплектів.

На основі вищеперерахованого складається директивний техпроцес складання агрегату.

Детальний технологічний процес складання хвостової частини фюзеляжу представлений в додатку диплома.

Деталі, які надходять на складання, повинні відповідати даним кресленика і задовольняти ТУ на поставку.

До деталей, які надходять на складання, пред'являються наступні основні вимоги:

1. По взаємозамінності:

- відповідність в межах установлених допусків фактичних розмірів деталей їх розмірів кресленню;
- правильність положення складальних, направляючих і базових отворів, відносно базових осів контурів;

2. По експлуатаційних характеристиках та міцності:

- використання матеріалів які потребують марок, виконання умов термообробки, забезпечення потрібної якості поверхні і заданої маси;
- застосування заданих антикорозійних і декоративного покриття;

3. По спеціальним вимогам, які обговорюються в креслениках, технічними та технологічними умовами.

ТУ на поставку деталей на складання

1. Відсік кріплення оперення (шп. 38-40), зібраний по кресленнику і ТИ з остаточно обробленими площинами роз'єму ВО і ГО і остаточно виконаними отворами, в зборі з відсіком ВСУ (шп. 40-44), зібраний по кресленнику.
2. Панель нижня (шп.28-38, стр. 4-4), складається по кресленнику і ТІ. Кінці обшивки по торцям панелі виконані в кінцевий розмір.
3. Секція бокова ліва (шп.28-38, стр.4 –28), складається по кресленнику і ТІ. Кінці обшивки по торцям секції виконані в кінцевий розмір.
4. Секція бокова права (шп.28-38, стр.4 –28), складається по кресленнику і ТІ з установленою нижньою балкою. Кінці обшивки по торцям секції виконані в кінцевий розмір.
5. Панель верхня (шп.28-38, стр.28 л/пр), складається по кресленнику і ТІ. Кінці обшивки по торцям секції виконані в кінцевий розмір.

Деталі стику бокових секцій з верхньою панеллю:

1. Стрингери 28 л/пр., виготовлені за кресленником, с НО ф2,6мм для кріплення з панелями, крім місць стику з фітингами.
2. Фітинги, кница і стикові накладки, виготовленні за кресленником, з НО 22.6мм під кріплення з панелями і стиковими оводами шпангоутів.
3. Прокладки, виготовленні за кресленником.

Деталі стику верхньої та нижньої панелі і бокових секцій:

1. Фітинги, виготовляються за кресленником, з НО під кріплення.
2. Книці і накладки, виготовляються за кресленником.

2.4. Розробка схеми ув'язування заготівельного і складального оснащення для ФЗ, обґрунтування прийнятих методів і засобів забезпечення взаємозамінності розрахунком точності

Для забезпечення вимог точності зовнішніх обводів ФЗ та забезпечення взаємозамінності агрегату, робоча оснастка повинна бути виготовлена з більшою точністю, чим виріб, а оснащення другого порядку (макет вхідних дверей, макет службової двері та ін.) – с більшою точністю, чим робоча оснастка. Ув'язка складальної оснастки ФЗ забезпечена по конструктивним та технологічним роз'ємам, по обводам відсіку ФЗ.

Щоб досягти потрібної точності виготовлення та ув'язки виробу, розробляють схему ув'язки заготівельної та складальної оснастки. Існують три види схем ув'язки:

- ув'язка з незалежним переносом інформації про форми та розміри;
- ув'язка залежна, тобто з залежним переносом інформації;
- ув'язка з компенсацією розходжень форм та розмірів.

Першоджерелом ув'язки – первинний носій ув'язаних значень геометричних параметрів складових частин літака.

Види першоджерел ув'язки:

Креслення – ув'язка забезпечується на основі універсальної системи допусків та посадок. Використовується для ув'язки геометричних параметрів складових частин, жорсткої та простої форми.

Плаз – першоджерело ув'язки при якому ув'язку втілюють на основі графічних побудов на площині. До цього першоджерела ув'язки відносять також (ВК) відбиток контрольний і (ШК) – шаблон контурний, який виконує функцію конструктивних плазів.

Еталон – ув'язка втілюється за рахунок контактної копіювальних поверхонь еталону або його частини.

Програма – ув'язка втілюється на основі розроблених 3D-моделей поверхні і створених управляючих програм для обладнання з ЧПУ. До першоджерел не відносять програми, записані з плазів та еталонів.

В наш час існує кілька найбільш поширених методів забезпечення взаємозамінності та ув'язки агрегату. Кожен з них має свої плюси та мінуси, по різному забезпечують точність виготовлення та ув'язку, визначають терміни підготовки виробництва і собівартість виробу.

Розглянемо ці методи.

1) Плазові методи:

- a) ПІМ – плазово-інструментальний , використовується в основному для виготовлення та монтажу складального оснащення з використанням ПК, ІС, МС, лазерних та оптичних засобів, а також для виготовлення об'ємного заготівельного оснащення (обтяжних пуансонів).
- b) ПШМ – плазово-шаблонний метод використовується для виготовлення плоскої та об'ємної заготівельного оснащення, верстатного оснащення, оснащення для складання плоских вузлів (нервюр, лонжеронів, шпангоутів, стінок).
- c) ПММ – плазово-макетний метод застосовується обмежено для виготовлення заготівельного оснащення для деталей складної геометричної форми.

2) еталонний методи:

- a) ЕММ – еталонно-макетний, використовується для виготовлення по еталону зліпку і макетів для виробництва складного оснащення для обводів.

- b) ЕІМ – еталонно-інструментальний. Має обмежене застосування і використовується для виготовлення еталонів на обладнанні з ЧПУ, зчитування інформації з еталонів за допомогою КІМ.
- c) ЕШМ – еталонно-шаблонний метод використовується для ув'язки на плоских ділянках поверхні еталона, а також для відпрацювання оснащення в конкретних перетинах складних обводоутворюючих деталей та складальних одиниць.

3) програмні методи:

- a) ПРІМ – програмно-інструментальний, використовується для виготовлення деталей та оснащення, використовуючи обладнання з ЧПУ.
- b) ПРШМ – програмно-шаблонний метод використовується для виготовлення оснащення – шаблонів (в якості засобів ув'язки), а виготовлення заготівельного і складального оснащення, втілюється іншими методами, тобто по шаблонам. Застосовується при дефіциті обладнання з ЧПУ, спеціалістів – програмістів.
- c) ПММ – програмно-макетний метод використовується обмежено в зв'язку з відсутністю обладнання з ЧПУ для обробки крупногабаритного оснащення.

Кінцеве рішення про доцільність варіанту членування і схем складання приймемо після проведення розрахунків на точність. Розглянемо розрахунок для двох методів, наприклад КШМ і ПРІМ.

Розрахунок точності складання відсіку в пристосуванні

Погрішність складання відсіку в пристосуванні визначається так:

1. Погрішність Δn_r . носія розмірів, тобто пристосування.
2. Погрішність Δ баз. Баз базування деталей.

3. Погрішність $\Delta_{міц}$. Від поведення і зміщень, викликаних утворенням з'єднань, прогинанням пристосування в процесі складання, незалежно від методу складання причинами.

Велика погрішність базування характеризується зазором між рубильником пристосування для складання та поверхнею деталі. Цей зазор можна зменшити притиснувши деталь до поверхні рубильника. Тому погрішність складання визначається по формулі:

$$\Delta_{сб} = \Delta_{пр} + \Delta_{баз} + \Delta_{міц} , \text{ де}$$

$$\Delta_{міц} = 0,4\Delta_{сб}$$

Зазор між лекалом і деталлю (при наявності прижиму) $\Delta_{баз}$ визначається за формулою:

$$\Delta_{баз} = K_{приж} * C_{конт.пр-дет.}$$

Величину $K_{приж}$ приймають в залежності від кроку зажимів. При розрахунку допусків на складання в пристосуванні без компенсації погрішності $K_{приж} = 1$. Тому допуск виглядає наступним чином:

$$\delta_{сб} = \delta_{пр} + K_{приж} * C_{конт.пр-дет} + \delta_{міц}$$

1) Координатно-шаблонний метод.

Структурна схема ув'язки пристосування хвостової частини фюзеляжу і деталей при КШМ показана на рисунку 2.2

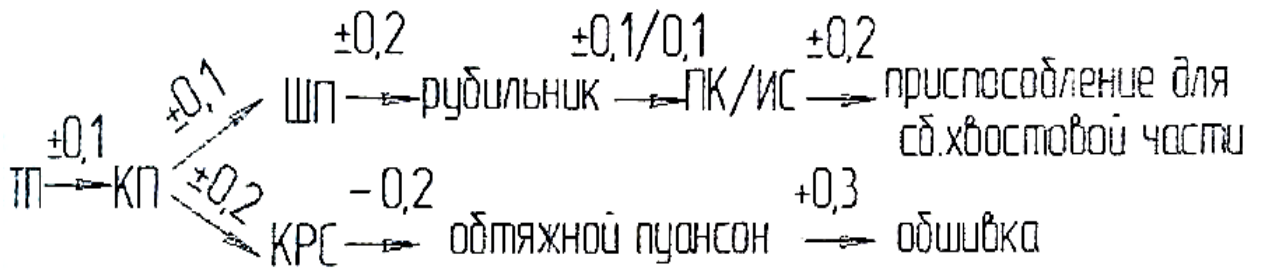


Рисунок 2.2 – Структурна схема ув'язки хвостової частини фюзеляжу і деталей при КШМ

$$\frac{\delta_{пр}}{2} = \pm \sqrt{\sum \left(\frac{\delta_{ТП-присп}}{2}\right)^2} = \pm \sqrt{0,1^2 * 4 + 0,2^2 * 2} = \pm 0,346 \text{ (мм)}$$

$$C_{кнтр.пр.обш} = \pm \sqrt{\sum \left(\frac{\delta_{несв.етл}}{2}\right)^2} = \pm \sqrt{0,1^2 * 3 + 0,2^2 * 3 + 0,1^2 + 0,15^2} = 0,43$$

$$\frac{\delta_{сб}}{2} = \pm(0,346 + 0,43K) + 0,4 \frac{\delta_{сб}}{2},$$

$$\frac{0,6\delta_{сб}}{2} = \pm(0,346 + 0,43K_{приж}),$$

$$0,3\delta_{сб} = \pm(0,346 + 0,43K_{приж}),$$

$K_{приж}$ визначимо з умови виконання заданого допуску на агрегат ($\delta_{агр} = \pm 2\text{мм}$):

$$\delta_{сб} < \delta_{агр}$$

Тоді

$$(1,15 + 1,43K) \leq 2$$

$$\text{звідси } K_{приж} \leq \frac{2-1,15}{1,43} = 0,59.$$

2) Координатно-цифровий метод(ПРІМ).

Структурна схема ув'язки пристосування хвостової частини фюзеляжу і деталей показана на рисунку 2.3.

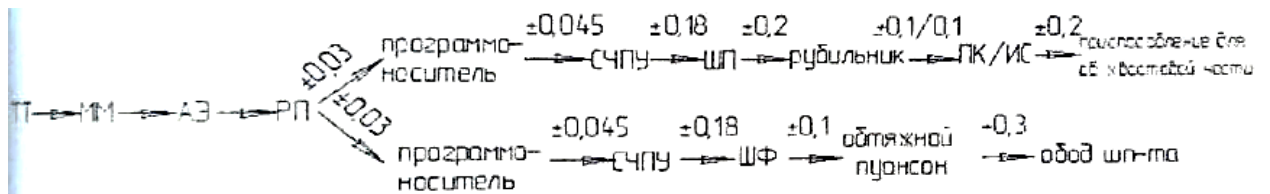


Рисунок 2.3 Структурна схема ув'язки пристосування хвостової частини фюзеляжу при КЦМ(ПРІМ)

$$\frac{\delta_{кр}}{2} = \pm \sqrt{\sum \left(\frac{\delta_{гп-присп}}{2} \right)^2} = \pm \sqrt{0,03^2 + 0,045^2 + 0,18^2 + 0,2^2 \times 2 + 0,1^2 \times 2}$$

$$= \pm 0,368(\text{мм}).$$

$$C_{контр.пр} = \pm \sqrt{\sum \left(\frac{\delta_{эталон}}{2} \right)^2} =$$

$$\pm \sqrt{0,03^2 \times 2 + 0,045^2 \times 2 + 0,18^2 \times 2 + 0,1^2 \times 3 + 0,2^2 \times 2 + 0,15^2} =$$

$$0,45(\text{мм}).$$

$$\frac{\delta_{сб}}{2} = \pm(0,368 + 0,45K_{приж}) + 0,4 \frac{\delta_{сб}}{2},$$

$$\delta_{сб} = \pm(1,23 + 1,5K_{приж}).$$

$K_{приж}$ визначимо з умови виконання заданого допуску на агрегат ($\delta_{агр} = \pm 2\text{мм}$):

$$\delta_{сб} < \delta_{агр}$$

Тоді

$$\pm(1,23 + 1,5K_{приж}) \leq 2$$

Звідси

$$K_{приж} \leq \frac{2 - 1,23}{1,5} = 0,5$$

Після проведення розрахунку на точність для складання и ув'язки по КШМ і КЦМ можна зробити висновки, що ці методи нам підходять, так як допуск не вийшов за межі допуску агрегату.

Але варто зауважити, що координато-шаблонний метод, який забезпечує високу точність ув'язки оснастки по контурам, але він менш

точний при ув'язці обводів і стиків об'єктів конструкції ЛА. Координато-цифровий метод найбільш перспективний з урахуванням розвитку методів математичного забезпечення програм та випуску нового обладнання з ЧПУ. Його використання гарантує високу точність виготовлення та ув'язки оснащення та об'єктів конструкції ЛА.

Враховуючи наведенні вище факти, вибираємо схему складання та ув'язки заготівельного та складального оснащення КЦМ (ПРІМ).

Схема складання та ув'язки заготівельного та складального оснащення показана у Додатку.

2.5 Нормування маршрутно-операційного технологічного процесу складання ФЗ

Норми часу необхідно розраховувати для того щоб надалі скласти цикловий графік складання агрегату. Норми часу розраховують за довідником «Нормативи часу на вузлове та агрегатне складання літальних апаратів» (НИАТ).

Для детального технологічного процесу, норми часу берем з заводського прототипу.

2.6. Обґрунтування засобів ведення складального процесу, його механізації і автоматизації

Для покращення складальних робіт, були вибрані такі механізовані інструменти (МІ)

Таблиця 2.1 – Основні технічні характеристики МІ

Найменування МІ	Розхід стисненого повітря Q_v , м ³ /ч.	Група ремонтної складності Γ_{pc}
1	3	4
пневматич. молоток CP4444 Desoutter	25	5
пневматич. скоба CP0351ASKEL Desoutter	36	5



Рисунок 2.2. – Пневматичний молоток CP4444 Desoutter



Рисунок 2.3. – Пневматична скоба CP0351ASKEL Desoutter

2.7 Розробка операційного технологічного процесу для вхідної підбірки

Розроблений операційний технологічний процес для складання гермошпангоута №38, представлений в додатках до дипломного проекту.

2.8. Розробка схеми базування при складанні підбірок

Продумуючи операції установки деталей в складальному пристосуванні, необхідно вибрати на деталях і вузлах базові поверхні, по яким буде вестись установка і фіксація деталей і вузлів. Базові поверхні використовуються в якості складальних або установочних баз.

Складальні бази визначають взаємне положення елементів, а установочні – положення деталей і вузлів відносно пристосування. Вибираючи бази необхідно прагнути до дотримання трьох основних принципів базування: єдність, постійність та збігу баз.

В цілях дотримання принципу єдності баз, тобто коли в якості технологічних баз приймаються конструкторські осі, за базові осі складального пристосування приймаються наступні осі і площини відсіку Ф3: ось симетрії літака, будівна горизонталь фюзеляжу, будівельна площина горизонтального оперення і теоретична лінія пасажирської підлоги.

При складанні в пристосуванні необхідно обов'язкове дотримання принципу збігу баз, так як коли в якості установочних баз вузлів і деталей приймаються складальні бази. Це забезпечує найбільш високу точність складання.

Основними складальними базами хвостової частини фюзеляжу являються: 1) Поверхня каркасу. Ця складальна база використовується у відсіку Ф3 при установці і клепанні панелей. В цьому випадку базування втілюється по поверхні рубильника і каркаса. 2) Зовнішня поверхня обшивки. Використовується в якості бази для нижньої панелі. 3) Будівельна площина

горизонтального оперення. Використовується в якості бази для установки відсіку кріплення оперення в складі з відсіком ВСУ.

2.9. Розробка технічних умов на проектування і конструкцію складального пристрою

Технічні умови на проектування пристосування розробляється технологіями на основі креслеників і технологічного процесу складання вузла. Складальне пристосування призначено для складання хвостової частини фюзеляжу. У виріб входять такі складальні одиниці: відсік кріплення оперення в складі з відсіком ВСУ, панель нижня, секція бокова права, секція бокова ліва панель верхня панель, балка поперечна, рейка кріплення сидіння, кронштейн.

Укрупнена технологія: установка відсіку кріплення оперення в складі з відсіком ВСУ, панелі нижньої, секції бокової правої, секції бокової лівої, панелі верхньої, балки поперечної, рейка кріплення сидінь, кронштейнів в складальне пристосування згідно кресленика, фіксація рубильниками і технологічними болтами, свердління отворів під заклепки, виконання клепального з'єднання, зняття ТБ, розсвердлювання отворів, клепання.

Засоби закладання вручну, закладання виробу в СП – від себе, виїмка – до себе. Агрегат (ФЗ) розміщується в складальному стапелі, горизонтально і займає положення, яке відповідає положенню в фюзеляжі літака. Засоби проведення складальних робіт: пневмодрель, пневмомолоток, компенсатор-підтримка.

Стапель складання включає в себе каркасні, установочні, фіксуючі і затискні елементи. Так як стапель великогабаритний, то в якості опор використовуються чотири стандартизовані фундаментні плити. Опори встановлені на бетонній подушці. До плит кріпляться чотири колони, які слугують основними несучими елементами каркаса стапеля. До колон за

допомогою кронштейнів, які представляють собою кутики з привареними до них стаканів реперів, кріпляться дві бокові балки, які розміщені на 240 мм нижче будівельної горизонталі фюзеляжу, забезпечує простоту виїмки агрегату з стапелю після складання. Нижня балка закріплюється на реперних площадках, установлених в опорні стакани і залитих цементом НИАТ-МЦ. Вісь цієї балки співпадає з віссю симетрії літака. Всі балки складаються з 2-х швелерів, які зварені по кромках.

Для більш швидкої установки панелей в стапель на бокових або нижніх балках за допомогою вилок і стаканів встановлені рубильники по 28, 29, 33, 35, 37 шпангоутам. Зазори між стінками стаканів і фіксаторами заповнюються рідким цементом НИАТ-МЦ, так як такий спосіб кріплення простий і забезпечує високу точність монтажу. Також на повздовжніх балках установлені видвижні упори та фіксатори. До лівої передньої колони кріпиться поворотний фіксатор отвору для дверей трапа, а до правої – фіксатор отвору службових дверей. До задніх колон кріпляться фіксатори вузлів кріплення стабілізатора. А до правої задньої колони кріпляться за допомогою болтів поворотний фіксатор вузда кріплення кіля.

Для освітлення внутрішніх частин відсіку, переносними лампами в стапелі передбачені розетки. Стапель складання хвостової частини фюзеляжу і оснащення другого порядку (еталон відсіку кріплення оперення) представлені на плакатах 6 і 7.

1. Всі вузли стапеля виготовляються в координатному масиві в системі КФО з базою від будівельної горизонталі фюзеляжу (СГФ) і осі симетрії літака (ОСС).

2. Повздовжня нижня балка заздалегідь заливається на координатному масиві від СГФ і ОСС.

3. Зібраний по кресленню каркас пристосування встановлюється на столі інструментального стенда. Положення каркасу регулюється домкратом. Щоб вдержати установлену вилку фіксатора в заданому положенні,

застосовують перехідні фітинги, які кріплять в пазах координатних лінійок. Фіксатор пристосування закріплюють, заливаючи цементом НИАТ-МЦ.

4. По плазу-контур, призначеному для ув'язки осей отворів кріплення, фіксуєчих елементів, виготовляються рубильники і монтажні плити.

5. Встановлюється набір всіх калібрів по ЛУИС-3. По цім калібрам виконується монтаж.

6. По реперним площинам на колонах встановлюється фіксатор отвору вхідної і службової двері.

7. Фіксатори вузлів кріплення кіля і стабілізатора встановлюються на колони за допомогою монтажного еталону кріплення оперення.

8. Навішуються рубильники.

9. Установка і нівелювання хвостового відсіку фюзеляжу в стапелі для складання.

10. Знімається все оснащення другого порядку, робиться відмітка в паспорті про проведений монтаж з обов'язковим заповненням листа відхилень.

11. Контроль БТК, після чого складальне пристосування приймається в експлуатацію.

2.10. Розробка конструкції представника оснащення другого порядку

Методи виготовлення складальних пристосувань, розрізняються кількістю, видом і вартістю засобів, які визначають точність установочних баз стапеля. Ці засоби являються оснащенням для виготовлення оснащення і називаються оснащенням другого порядку. Вона може бути спеціальною (шаблони пристосування, калібри роз'ємів і стиків, контреталони, монтажні еталони монтажні плити) і універсальні (інструментальний стенд, плаз-кондуктор, оптичні прибори).

В якості представника оснащення другого порядку був розроблений еталон відсіку кріплення оперення. Еталон представляє собою рамну сварну конструкцію з плитами стиків під хвостове оперення. Реперні площадки розміщені по площинам шпангоутів №38 і №40. З метою зменшення зносу в стикових отворах плит встановлені загартовані втулки із сталі 30ХГСА.

2.11. Технічний проект оснащення або устаткування для механізації (автоматизації) процесу складання

Механізація виробничих і допоміжних робіт сприяє створенню безпечних умов праці, покращує організацію виробництва і підвищує продуктивність праці.

Засоби механізації в стапелі відсутні. В якості засобів механізації і автоматизації клепальних робіт, проектуємо пневмоскобу, яка має габаритні розміри 110x64x400. Конструкція представлена у Додатку.

2.12. Уточнення типу виробництва

В залежності від об'єкту виробництва і програми випуску розрізняють три основних типи виробництва: масове, серійне і одиничне.

Тип виробництва на робочому місці визначається коефіцієнтом закріплення операції K_{zo} , тобто кількістю операцій закріплених за робочим місцем. При стапельному складанні тип виробництва визначається завантаженням робочих-складальників і характером їх переміщення від одного робочого місця до другого.

Розроблене виробництво являється серійним і забезпечує випуск однотипних виробів з відповідним тактом, тобто через певні проміжки часу і має наступні особливості:

1. Робоче місце спеціалізується на виконанні кількох закріплених за ними деталей-операцій, в певній послідовності. У відповідності з ГОСТ 3 1108-74 коефіцієнт закріплення операцій приймається:
 - Для дрібносерійного виробництва – від 21 до 40;
 - Для серійного – від 11 до 20;
 - Для багатосерійного – від 2 до 10.

Так як число операцій закріплених за одним робочим місцем в розробленому виробництві в межах від 21 до 40, то дане виробництво являється дрібносерійним.

2. Обладнання на виробничій ділянці розміщується у відповідності з послідовністю виконання етапів технологічного процесу по групам операцій.

2.13. Вибір організаційної форми складання агрегату ФЗ

Проектований цех являється однією ланкою в поточній лінії стендового складання, яке проходить у цеху кінцевого складання. Для забезпечення ритмічного виконання програми і чіткої організації праці приймемо поточний метод складання.

Важливими ознаками складання при поточному методі являються:

1. Закріплення за кожним виконавцем (або групою робітників), які працюють на одному робочому місці, постійних завдань з об'ємом робіт.
2. Розміщення робочих місць в порядку послідовності виконання технологічного процесу.
3. Малі об'єми між операційного незавершеного виробництва.
4. Певний ритм в роботі, загальний для всіх робочих місць, що досягається рівністю або кратністю часу всіх операцій, встановлений складальним завданням.

Метод поточного складання створює наступні переваги:

1. Спеціалізація і розділення праці виконавців, що створює умови для збільшення продуктивності праці і механізація ручних операцій.
2. Стабільність технологічного процесу і суворі ритмічність випуску виробів, яка дає можливість поліпшити якість виробів і ліквідувати авральні роботи в цеху.
3. Максимальна завантаженість робочого, скорочення циклу складання, зменшення трудомісткості і кількості виконавців на одиницю продукції.

В результаті застосування поточного складання, забезпечується ритмічний випуск продукції, при якому покращується її якість і знижується собівартість. У проекті прийнятий метод, оснований на принципі поточного складання з нерухомим виробом, при якому виріб передається з одного робочого місця на інше, а робітники працюють на установлених дільницях.

2.14. Розробка циклового графіка складання агрегату Ф3

Цикловий графік являється основним технічним документом поточної лінії складання хвостового відсіку фюзеляжу. У ньому вказуються наступні відомості:

- зміст укрупнених операцій;
- послідовність їх виконання;
- тривалість виконання кожної укрупненої операції;
- кількість одночасно працюючих робітників при виконання кожної укрупненої операції;
- трудомісткість виконання завдання.

Вихідними даними для побудови циклового графіка слугують технологічний процес і загальна трудомісткість складання Ф3, програма випуску, такт і встановлення кількості робочих місць.

Трудомісткість складання відсіку Ф3 складає 652 ч.

Програма випуску в рік – 65 шт.

Такт випуску виробів (інтервал часу між послідовним випуском з лінії виробів) визначається за формулою:

$$R = \Phi_p / A,$$

де Φ_p – розрахунковий фонд робочого часу, ч;

A – програма випуску виробів, шт.

Ефективний фонд роботи СТО на рік представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Ефективний фонд роботи СТО

п/п	Показники	Одиниці виміру	Величина показника на робочій рік
1	Календарний фонд за рік	дні	365
2	Кількість неробочих днів, в тому числі: <ul style="list-style-type: none"> • вихідні • свята 	Дні Дні	104 10
3	Кількість робочих днів кожному році	Дні	251
4	Тривалість робочої зміни	г.	8
5	Години на які скорочуються передсвяткові дні	г.	4
6	Номінальний фонд роботи СТО ФК $251 * 8 - 4 = 2004$ г.	г.	2004
7	Зупинки та перерви, які плануються на ремонт СТО по технічним причинам 2% від $2004 = 40$ годин	г.	40
8	Ефективний фонд роботи СТО при однозмінному режимі <i>фд.</i>	Г.	1964

Ефективний фонд роботи одного робітника на рік представлений в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 Ефективний фонд роботи одного робітника

п/п	Показники	Одиниці виміру	Величина показника на робочій рік
1	Номінальний фонд часу в році	г.	2004
2	Неявки на роботу – 9.296, в тому числі:	г.	184
2.1	Чергові та додаткові відпустки – 6.4%	г.	128
2.2	Відсутність по хворобі –1,5%	г.	30
2.3	Інші неявки, дозволені законом –1-3%	г.	26
2.4	Неявки дозволені адміністрацією – по факту	г.	-
2.5	Прогоули	г.	-
3	Ефективний фонд робочого часу одного робітника Фе	Г.	1820
4	Коефіцієнт використання робочого часу	-	0,91

Цикловий графік характеризує також тривалість циклу складання ФЗ. Технологічним циклом називають робочий час, за який виріб виробляється від початку до кінця. Величина циклу залежить від фонду робіт і завантаженості робочого місця. В нашому випадку цикловий час рівняється сумі циклових робіт по кожній операції.

Знаючи трудомісткість виконання кожної укрупненої операції і визначивши цикловий час можна побудувати цикловий графік складання ФЗ. Цикловий графік складання хвостової частини фюзеляжу показаний у Додатку на плакаті.

2.15. Технологічні розрахунки цеху і обґрунтування структурного складу цеху агрегатного складання

Цех являється самостійним структурним виробничо-господарським підрозділом підприємств, який забезпечує виконання виробничого плану по всім техніко-економічним показникам. У відповідності з характером виробничого процесу і напрямком робіт цех являється основним (виробничим).

Цех має в своєму складі виробничі дільниці та інші підрозділи в відповідності з затвердженим генеральним директором підприємства структурною схемою.

Цех укомплектовується кадрами у відповідності зі штатним розкладом, затвердженим генеральним директором підприємства.

Цех має у постійному використанні виробничі та побутові приміщення, споруди, технологічне та підйомне-транспортне обладнання, технологічну і організаційну оснастку, господарчий інвентар. Цех виконує певні виробничі функції і самостійно не бере участь в реалізації своєї продукції.

В склад агрегатно-складальних цехів входять виробничі відділи, допоміжні служби, склади, контори, побутові приміщення. В складі всіх агрегатно-складальних цехів, як правило, повинні бути свої малярні відділення для фарбування агрегатів в поточних лініях.

Таким чином, кожний агрегатний цех складається із відділення вузлових складань, відділення складання панелей і секцій, відділення складання агрегатів в стапелях, відділення позастапельних дороблень агрегатів і монтажу систем в агрегатах, відділення фарбування. В складі агрегатних цехів можуть бути відділення по складанню антиобмерзаючих систем елеронів, закрилків та ін.

Розрахунок кількості СТО, необхідних для виконання операцій ТП складання C_{pi} , проводиться за формулою:

$$C_{pi} = A \times \frac{T_{шт}}{(\Phi_d \times n_i \times K_{вн})},$$

Де: А – річна програма випуску, А=65шт.;

n_i – кількість одночасно працюючих на даній операції ТП, чол.

Розрахована величина C_p округлюється в більшу сторону до отримання прийнятої кількості СТО $C_{пр}$.

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

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

$$K_{зо\ ср} = \sum C_p / \sum C_{пр} \rightarrow 1$$

Основні технічні характеристики СТО представлено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Основні технічні характеристики СТО

Найменування СТО	Вартість, грн	Розхід стисненого повітря Q_v , м ³ /ч.	Група ремонтної складності $\Gamma_{рс}$
1	2	3	4
пневматич. молоток CP4444 Dessoutter	9000	25	5
пневматич. скоба CP0351 ASKEL Dessoutter	12000	36	5

машина МБЗ (в комплекті з мультиплікатором НПМ)	20000	-	5
Мультиплікатор НПМ	30000	36	18

Розрахунок необхідної кількості ОПР для виконання $P_{\text{той}}$ технологічної операції ТП $P_{\text{опр}}$ виконується по формулі:

$$P_{\text{опр}} = T \times A / (\Phi_{\text{др}} \times K_{\text{вн}})$$

Де: T – трудомісткість виконання технологічної операції ТП, год;

$K_{\text{вн}}$ – коефіцієнт виконання норм, $K_{\text{вн}}=1.2$

Розраховану кількість ОПР по кожній професії і розряду округляють в більшу або меншу сторону і отримують прийняту чисельність ОПР. Розряди встановлюють у відповідності з розрядами робіт. Загальна прийнята кількість ОПР $P_{\text{опр}}$ дільниці складає:

$$P_{\text{опр}} = 652 * 65 / (1820 * 1,2) = 38 \text{ чол.}$$

Прийнята кількість ОПР по операціям ТП складає:

$P_{1,2,3,4,5,6} = (12+12+8+8) * 65 / (1820*1,2) = 2,29$. Приймаємо 2 чол. –
складальник-клепальник 3 р.

$P_{7,8,9} = (24+8+24) * 65 / (1820*1,2) = 3,2$. Приймаємо 4 чол. –
складальник-клепальник 4р.

$P_{10,11} = (40+8) * 65 / (1820*1,2) = 2,74$. Приймаємо 3 чол. –
складальників-клепальників 4р.

$P_{12,13,14} = (16+24+28) * 65 / (1820*1,2) = 3,89$. Приймаємо 4 чол. –
складальників-клепальників 5р.

$P_{15,16} = (24+24) * 65 / (1820*1,2) = 2,74$. Приймаємо 3 чол. –
складальників-клепальників 4р.

$P_{17,18} = (16+24) * 65 / (1820*1,2) = 2,29$. Приймаємо 2 чол. –
складальників-клепальників 3р.

$P_{19,20,21} = (24+32+32) * 65 / (1820*1,2) = 5$. Приймаємо 5 чол. –
слюсарь-складальник ЛА 5р.

$P_{22,23,24} = 16 * 65 / (1820*1,2) = 0,9$. Приймаємо 1 чол. – слюсар-
складальник ЛА 4р.

$P_{25,26} = 88 * 65 / (1820*1,2) = 5$. Приймаємо 5 чол. – слюсар-
складальник ЛА 5р.

$P_{27,28} = (56+40) * 65 / (1820*1,2) = 5,5$. Приймаємо 6 чол. – слюсар-
складальник ЛА 4р.

$P_{29,30} = (24+16) * 65 / (1820*1,2) = 2,29$. Приймаємо 2 чол. –
герметизаторник 3р.

$P_{31,32} = (16+8) * 65 / (1820*1,2) = 1,37$. Приймаємо 1 чол. – контролер
складальних і монтажних робіт 4р.

Таблиця 2.5 – Відомість ОПР діляниці

Пункт цикло. графік а	Найменування професії	Розряд	Кількість	Кількість по розрядам				
				1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-6	складальник-клепальник	3	2			2		
7-9	складальник-клепальник	4	4				4	
10,11	складальник-клепальник	4	3				3	
12-14	складальник-клепальник	5	4					4

15,16	складальник-клепальник	4	3				3	
17,18	складальник-клепальник	3	2			2		
19-21	слюсар-складальник ЛА	5	5					5
22-24	слюсар-складальник ЛА	4	1				1	
25,26	слюсар-складальник ЛА	5	5					5
27,28	слюсар-складальник ЛА	4	6				6	
29,30	герметизаторник	3	2			2		
31	контролер складальних і монтажних робіт	4	1				1	
Всього:			38			6	18	14

Кількість допоміжних робочих $P_{\text{допом}}$ дільниці складає 20% від чисельності ОПР і розраховується за формулою:

$$P_{\text{допом}} = P_{\text{опр}} * 20 / 100$$

Кількість допоміжних робітників $P_{\text{допом}}$ дільниці складає:

$$P_{\text{допом}} = 38 * 20 / 100 = 7,6. \text{ Приймаємо } P_{\text{допом}} = 8 \text{ чол.}$$

В якості допоміжних робітників дільниці прийняті:

- Слюсар-інструментальник 4р. – 2 чол;
- Слюсар-ремонтник 4р. – 1 чол;
- Кранівник 4р. – 2 чол;
- Транспортний робітник 4р. – 2 чол.

Кількість спеціалістів $P_{\text{спец}}$ дільниці складає 6..12% від загальної чисельності основних і допоміжних робітників, розраховується за формулою:

$$P_{\text{спец}} = 0,12 * (P_{\text{опр}} + P_{\text{допом}})$$

Кількість спеціалістів $P_{\text{спец}}$ дільниці складає:

$$P_{\text{спец}}=0,12*(38+8)=5,52.$$

Приймаємо $P_{\text{спец}}=6$ чол.

У якості спеціалістів прийняті:

- Розподільник робіт – 1чол.;
- Плановик – 1чол.;
- Майстер – 1чол.;
- Старший майстер – 1чол.;
- Технолог – 2чол.

З урахуванням кількості обладнання, оснастки та робочих місць у цеху для виконання заданої програми випуску виробів було розроблено планування цеху з урахуванням конторсько-побутових приміщень, проїздів і проходів, а також компонування цеху складання ФЗ.

2.16. Розробка компонування зони складальних цехів і компонування цеху агрегатного складання зі схемою вантажопотоків

Принципова технологічна схема агрегатно-складального цеху повинна відповідати заданим вимогам. Насамперед, схема розміщення виробничих відділень повинна бути підпорядкована вимогам організації виробництва. Також потрібно врахувати, що агрегатно-складальні цехи мають великі габарити, відносно великі маси і малу жорсткість агрегатів, тому потрібно уникати зайве транспортування агрегатів від операції до операції. Рух виробів повинен бути послідовним, поворотні вантажопотоки повинні бути відсутні. Шляхи руху виробів не повинні перетинатися на одному рівні. Завжди потрібно прагнути, щоб геометрична форма цеху була витягнута у вигляді прямокутника в напрямку руху технологічного процесу. Виробничі відділення повинні розміщуватися по прямій в наступній послідовності: відділення вузлового складання, відділення складання агрегатів в стапелях,

лінії позастапельної доробки агрегатів і монтажу систем, камери фарбування та сушки. Все технологічне обладнання повинно розміщуватися по ходу технологічного процесу.

Площа цеху по призначенню ділиться на:

- Виробничу;
- Допоміжну;
- Складська;
- Конторно-побутову;
- Іншу;

Площі виробничих ділянок визначаються потрібними площами під обладнання, шириною проходів і проїздів для переміщення робітників і транспорту, а також площею для розвантаження. Площі для розміщення складальних пристосувань по ділянках були приведені в таблиці 2.3. З урахуванням необхідних проходів і проїздів виходять наступні площі виробничих ділянок:

1. Ділянка складання хвостової частини фюзеляжу – 464 м²
2. Ділянка позастапельного дороблення відсіку – 116 м².
3. Ділянка панельного складання – 318 м².

Таким чином, виробнича площа складає 898 м².

Допоміжна площа ділянок – це площа, призначена для ремонту пристосувань, оснащення, заточки інструменту і інш.

Складська площа – це площі всіх цехових складів, комор, призначених для зберігання і видачі матеріалів, напівфабрикатів, інструменту та іншого.

Таблиця 2.6 – Допоміжна і складська площа

Найменування ділянки	Площа, м ²
Ділянка слюсарів по обслуговуванню обладнання	12
Інструментальний склад (ІРК)	34
Архів креслеників	16
Комора господарчих матеріалів	14
Комори матеріалів (МАСК,ПРОСК)	200
Загалом:	276

Канторська площа – це приміщення для розміщення адміністративних і технічних служб цеху (кабінет начальника цеху, БТЗ, ПДБ, ТБ, табельна і інші.) Побутова площа – гардероб, вбиральні, душові.

Таблиця 2.7 – Площі канторсько-побутових приміщень

Найменування приміщення	Площа, м ²
Кабінет начальника цеху	24
Кабінет зам. начальника цеху	16
БТК	13
БТЗ	14
ПДБ	14
Техбюро	24
Гардероб чоловічий	32
Гардероб жіночий	19
Душова чоловіча	28
Душова жіноча	16
Вбиральня чоловіча	22
Вбиральня жіноча	14
Загалом:	236

Інша площа – це площі розміщення тамбурів, корпусних проїздів, сходові клітка, вентиляційних камер та іншого. Вона складає 26% від загальної площі цеху і складає 510 м².

Таблиця 2.8 – Площа і об'єм будівлі цеху

Види площ	Частина у % від виробничих площ	Площа м ² S	Висота, м. H	Об'єм, м ³ V
Виробнича	100	898	14,4	12931
Допоміжна і складська	30,7	276	5	1380
Конторсько-побутова	24,9	224	3	672
Інша	56,8	510	14,4	7228
Загалом:		1908		22212

Отримавши розрахункові дані про потрібні площі, можна спланувати геометричну форму і границі майбутнього цеху, потім переходим до компонованих рішень, тобто розміщуємо на плані всі виробничі і допоміжні відділення цеха без розміщення обладнання.

У цеху складання ФЗ присутні дві ділянки, розміщених повздовж.

- Ділянка панельного складання;
- Ділянка стапельного складання;

Компоновка цеху складання ФЗ в блоці агрегатно-складальних цехів приведена на кресленику.

При проектуванні цехів суттєвим виробничим фактором, від якого будуть залежати розміри площ, проїздів і проходів, висоти промислових будівель, компоновки всіх виробничих цехів в просторі, являються вантажні потоки.

Стосовно до машинобудування потоки можна класифікувати по видам руху: прямолінійний потік, потік ялинкою або зигзагоподібний, кільцевий потік, U- подібний потік, потік по несиметричній кривій.

Передача деталей від операції до операції по ходу технологічного процесу повинна задовольняти умови прямогочного виробництва, тобто прямолінійному переміщенню вантажів або переміщенню вантажів по короткому шляху.

В основі проектування вантажопотоків лежить технологічний процес виготовлення деталей, вузлів і агрегатів у виробі в цілому. Найбільш ефективною формою організації вантажопотоку являються поточні лінії, автоматичні лінії. Чим чіткіша форма поточного виробництва, тим простіше організувати рух вантажів.

2.17. Технологічне планування цеха

Після рішення всіх принципових питань просторового розміщення агрегатного блоку в цілому, а також кожної ділянки окремо, приступимо до планування.

Планування стапелів і обладнання в агрегатно-складальних цехах залежить від габаритів агрегатів, прийнятою схемою технології, яка повинна передбачати не тільки складання агрегатів в стапелях, але і монтаж систем поза стапелем.

Обладнання в цеху складання ФЗ розміщено по ділянкам, виходячи з характерних особливостей і специфіки складальних робіт. Для ділянки панельного складання характерною особливістю являється виготовлення складальних одиниць з подальшою передачею її на ділянку складання хвостового відсіку через ПРОСК. Такий шлях підходить, перш за все, для тих панелей, трудомісткість яких значно менше, чим трудомісткість робіт в стапелі, що повністю відповідає запланованому цеху.

Планування залежить від застосованої сітки колон, довжини проїздів, а також від довжини корпусу, висоти до головки підкранових шляхів,

вантажопідйомності кранів. Підйимально-транспортні засоби цеху представлені у вигляді двох кран-балок, вантажопідйомністю 2т кожна. Комунікації стисненого повітря для пневмоінструменту прокладені в зачинених жолобах нижче рівня підлоги. Безпосередньо на робочих місцях маються крани під'єднання споживачів.

При виконанні планування цеху необхідно прагнути до найбільш економічному використанню площі. Для прийняття однакових рішень, при подібних технологічних варіантах планувань, встановлені норми мінімально допустимих розривів між елементами будівельних конструкцій (стіни, колони, опалювальні засоби, та інш.) і складальними стапелями, пристосуваннями для складання вузлів, секцій.

Планування цеху показане на плакаті.

Проектований цех складання хвостового відсіку фюзеляжу розміщений в одній будівлі з цехами складання Ф2, Ф1, цільного складання фюзеляжу, оперення, крила, цехом попереднього складання і цехом кінцевого складання літака. Цех складання Ф3 розміщується в агрегатно-складальному комплексі з універсальною сіткою колон 24x12м і висотою 12м. Розмір виробничої площі цеха 24x60м. До цеху безпосередньо примикає конторсько-побутова частина. Маються в плані розміри 12x24м.

Несучий каркас – залізобетонні колони і ферми перекриття. Корпус зібраний з універсальних залізобетонних конструкцій. Освітлення здійснюється через віконні роз'єми і за допомогою ламп.

Вимоги конструкції промислових будівель – відмітки чистого поля повинні співпадати для стикування будівель, а також для транспортного з'єднання рельсового типу, мостовими кранами. Підстилаючий шар повинен бути бетонним, товщиною не менше 10 см. Для теплоізоляції застосовують пінобетон товщиною 40 см. Підлоги повинні бути кислотостійкими та легко миються. Підлоги роблять світлих тонів.

Оброблення і фарбування внутрішніх будівель, конструкції кранів, трубопроводів повинна бути проведена в основному у світлих тонах і відповідати вимогам технічної естетики.

Допоміжні і складські приміщення відгороджуються від виробничих площ і один від одного металевими перегородками і фарбуються в світлі тони.

Побутові і конторські приміщення розміщуються в цегляній прибудові і два поверхи. На першому поверсі розміщені побутові, на другому конторсько-адміністративні приміщення. Вхід в прибудову з цеху і з подвір'я. Товщина стін в прибудові – півтори цеглини. Кімнати відділені перегородками. Віконні роз'єми конторських приміщень стандартні – 2,2х2м, побутових – 0,6х2м, виконані на висоті 1,8 м над підлогою. Роз'єми двійні. В якості міжцехового транспорту приймаємо електрокари, вантажопід'ємністю 0,75 т, які перевозять деталі між складом і дільницями.

2.18. Розробка заходів щодо організації робочих місць, механізації та автоматизації робіт

Існують такі основні заходи по охороні праці:

- 1) автоматизація і механізація технологічних процесів, огороження рухомих частин і небезпечних зон, перехід від процесів зі шкідливими умовами праці до без шкідливих;
- 2) нормальне освітлення, чистота, раціональне розміщення робочого місця, комфорт (опалення, вентиляція), засоби шумопоглинання;
- 3) регламентація праці і відпочинку, навчання.

Необхідно:

1. Перед початком роботи:
 - Привести в порядок робочий одяг;
 - Скомплектувати деталі, які надходять на складання, в робочому порядку;
 - Перевірити справність інструменту, електроізоляцію.
2. Під час роботи:
 - Пневмодрелі і пневмомолотки підключати до ближньої від місця роботи колонки;
 - При роботі з пневмодрелю, обов'язково використовувати захисні окуляри.
3. Після закінчення роботи:
 - Відключити подачу стиснутого повітря від централізованої мережі;
 - Від'єднати інструмент і шланг подачі повітря;
 - Привести в порядок робоче місце.
4. Переносна лампа повинна мати захисну сітку та справну ізоляцію.
5. При наскрізному свердлінні потрібно слідкувати за відсутністю робочих з іншої сторони.
6. При заміні інструменту шланг відключити від мережі.

2.19. Обґрунтування організаційної структури і система управління виробництвом у цеху

Цех підпорядковується директору департаменту по виробництву. Цехом керує начальник цеху, який призначається, переміщається і звільняється з посади, наказом генерального директора підприємства. Начальник цеху втілює керівництво виробничою діяльністю цеху по виконанню поставленого плану виробництва і контролює роботу всіх служб цеху.

Цех створюється та ліквідується наказом генерального директора підприємства по заяві директора департаменту по виробництву.

Цех керується в роботі наказами та розпорядчими документами генерального директора підприємства, головного інженера, заступника генерального директора підприємства, головних спеціалістів.

Система контролю передбачає:

1. Безпосередньо виконавець несе повну відповідальність за якість виготовленої продукції.
2. Робітникам забороняється самовільне відхилення від заданих параметрів і вимог.
3. Кожен виконавець контролює самого себе.
4. Робітники бюро технічного контролю перевіряють якість продукції. При знаходженні дефектів, вирід повертається робітнику на доробку.
5. Діє система морального і матеріального стимулювання за здачу якісної продукції.
6. Роботу апарата технічного контролю в цеху організує бюро цехового контролю.

Начальнику підкорюються контролери і контрольні майстри, які ведуть контроль вхідної і вихідної продукції.

Задача технічного контролю – запобігти випуск бракованої продукції, виявити брак і аналізувати причини його появи, слідувати за виконанням технічної дисципліни.

У цеху передбачений трьох ступеневий контроль:

1. Контроль робітника.
2. Контроль майстра.
3. Контроль БТК.

Всі ці заходи дозволяють звести випуск бракованих виробів до мінімуму і випускати вироби високої якості.

2.20 Структурна система управління якістю продукції

Для забезпечення якості прийнята комплексна система управління якістю продукції (КСУЯП). КСУЯП на підприємстві – це регламентована нормативними документами сукупність взаємопов'язаних технічних, економічних заходів, методів та засобів, направлених на встановлення,

забезпечення і підтримання необхідного рівня якості від проектування до експлуатації.

Функції цієї системи наступні:

1. Планування.
2. Нормування.
3. Контроль.
4. Облік.
5. Регулювання.

Функція планування включає в себе:

- a) Річне, квартальне планування показників якості продукції по цехам та підрозділам;
- b) Оперативне місячне планування показників якості продукції та якості праці;
- c) Розробку комплексних заходів і програм забезпечення надійності, якості, експлуатаційних якостей виробу.

Функція нормування полягає в розробці нормативних показників якості продукції, праці і системи експлуатації, а також в розробці вимог до продукції заводів-постачальників.

Функція контролю включає в себе відомість і інспекційний контроль, технічний контроль якості продукції, контроль якості основного виробничого процесу (нормативно-технічної документації, матеріалів, полуфабрикатів, комплектуючих виробів, інструменту, оснастки, праці виконавця), а також аналіз і оцінку фактичного рівня якості продукції в порівнянні з заданими.

Функція обліку представляє собою обробку інформації про відхилення фактичного рівня якості продукції від заданого і про витрати по забезпеченню фактичного рівня якості продукції.

Функції регулювання полягає в тому щоб впливати на виробничій процес з ціллю усунення відхилень фактичного рівня якості продукції від заданого і включає спеціальні заходи економічного, організаційного, технічного і соціального характеру.

Функції КСУЯП реалізуються направленнями по управлінню якістю.

Управління якістю будується на принципах:

1. Стандартизації.
2. Системності.
3. Оптимальності.
4. Динамічності.
5. Спадковості.
6. Автоматизації.

Перший принцип полягає в тому, що всі інші функції і вимоги системи УЯП регламентуються державним і галузевим стандартами, а також стандартами підприємства.

Другий принцип полягає в тому, щоб система в цілому і кожен її елемент забезпечували оптимальний рівень якості продукції з мінімальними витратами.

Третій принцип полягає в тому, що процеси планування, розробки, виробництва і експлуатації виробу розглядаються, як взаємопов'язані.

Четвертий принцип полягає в тому, щоб КСУЯП передбачала своє вдосконалення і розвиток з урахуванням вимог техпроцесу.

П'ятий принцип передбачає використання передового досвіду розробки і впровадження КСУЯП і досвіду роботи інших підприємств.

Шостий – передбачає автоматизацію і механізацію функцій і процесів системи з застосуванням комп'ютерної техніки. Контроль якості продукції

проводиться у відповідності зі стандартами підприємства СТП «Контроль якості».

На етапі запуску продукції, конструкторський відділ систематично проводить авторський нагляд. Летучій контроль ОТК здійснюється як плановий шляхом – систематичного нагляду, так і по сигналам, які надходять від споживачів які експлуатують продукцію, а також від споживачів всередині заводу. Система ОТК проводить періодичний контроль роботи виконавців, які знаходяться на самоконтролі і мають особисте клеймо ОТК. Контроль стану тех. дисципліни проводиться в плановому порядку зі звітом за кожний квартал протягом року.

2.21. Висновки по розділу

У технологічній частині дипломного проекту був проведений аналіз технологічності хвостової частини фюзеляжу. Про високий рівень технологічності відсіку ФЗ говорять наступні фактори: раціональне

членування, висока ступінь панелювання, простота геометричних форм, можливість застосування засобів механізації процесів складання та ін.

Розроблений технологічний процес дозволяє застосовувати послідовну схему складання. Застосовується координатно-цифровий метод ув'язки відсіку ФЗ який забезпечує повну ув'язку і взаємозамінність.

Складання ведеться по складальним пристосуванням. Ув'язка складальної оснастки ФЗ забезпечена по обводам фюзеляжу і конструктивно-технологічним роз'ємам.

При розробці складального пристосування були виконані всі основні вимоги, в тому числі застосування в конструкції стапеля максимального можливої кількості стандартних деталей. При виготовленні стапеля використовуються ІС та ПК.

Монтаж проводиться оптико-механічними засобами та ЛУІС-3.

З урахуванням кількості обладнання, оснащення та робочих місць в цеху для виконання заданої програми випуску виробів, було розроблено планування цеху з урахуванням конторсько-побутових приміщень, проїздів і проходів, а також компоновки цеху складання ФЗ в блоці агрегатно-складальних цехів.

3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Визначення основних техніко-економічних показників цеху, який проектується

Визначення фонду заробітної плати основних виробничих, допоміжних робітників і спеціалістів виробничої ділянки.

При визначенні фондів заробітної плати, прийнято що для ОПР встановлюється відрядна оплата, для допоміжних робітників – погодинна оплата, для спеціалістів – посадові оклади.

Тарифний фонд заробітної плати ОПР $Z_{\text{тар опр}}$ визначається по формулі:

$$Z_{\text{тар опр}} = T_{\text{год}} * T_{\text{ст}},$$

Де: $T_{\text{год}} = T_{\text{шт}} * A$ – трудомісткість виробничої програми, год.

$T_{\text{ст}}$ – часова тарифна ставка згідно розряду, грн/год.

Тарифний фонд заробітної плати допоміжних робітників $Z_{\text{тар допом}}$ визначається по формулі:

$$Z_{\text{тар допом}} = P_{\text{допом}} * \Phi_{\text{др}} * T_{\text{ст}},$$

Де: $P_{\text{допом}}$ – кількість допоміжних робітників відповідної професії, чол.

Таблиця 3.1 – Часові тарифні ставки виробничих робітників на прототипі - підприємстві

Вид оплати	Часова тарифна ставка по розрядам $T_{\text{ст}}$, грн./ч.					
	1	2	3	4	5	6
відрядно-преміальна	18,31	20,14	25,63	30,21	34,79	40,28
погодинна-преміальна	13,26	15,10	16,58	22,50	22,50	30,05

Таблиця 3.2 – Розміри посадових окладів спеціалістів на прототипі- підприємстві

Найменування професії	Посадові оклади $O_{\text{посад}}$, грн
-----------------------	--

Розпорядник робіт	2132
плановик	3848
майстер	4267
Старший майстер	4940
технолог	4805

Основна заробітна плата $Z_{\text{осн}}$ залежить від результатів праці, часових тарифних ставок, окладів, доплат, визначається по формулі:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{тар}} * K_{\text{нд}}$$

Де: $K_{\text{нд}}$ – коефіцієнт надбавок, $K_{\text{нд}}=1,2$.

Додаткова заробітна плата $Z_{\text{д}}$ залежить від результатів господарчої діяльності підприємства і визначається з урахуванням виплат і компенсацій по формулі:

$$Z_{\text{д}} = Z_{\text{осн}} * K_{\text{д}}$$

Де: $K_{\text{д}}$ – коефіцієнт додаткової заробітної плати

($K_{\text{д}}=0,4$ для ОПР і $K_{\text{д}}=0,11$ для допоміжних робітників).

Загальний фонд заробітної плати $Z_{\text{общ}}$ ОПР і допоміжних робітників визначається по формулі:

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{д}}$$

Загальний фонд заробітної плати спеціалістів $Z_{\text{общ спец}}$ визначається по формулі:

$$Z_{\text{общ спец}} = O_{\text{долж}} * 12$$

Відрахування на ЕСВ $Z_{\text{ЕСВ}}$ складають 22% від $Z_{\text{общ}}$.

Результати розрахунку заробітної плати і відповідних відрахувань, по ОПР дільниці, приведені в таблиці 3.3. Результати розрахунку заробітної

плати і відповідних відрахувань, по допоміжних робітникам дільниці, приведені в таблиці 3.4. Результати розрахунку заробітної плати і відповідних відрахувань, по спеціалістам дільниці, приведені в таблиці 3.5. Загальна відомість фонду заробітної плати робітників дільниці в цілому представлена в таблиці 3.6.

Середньомісячна заробітна плата ОПР, допоміжних робітників, спеціалістів і всіх робітників дільниці визначається по формулам:

$$ЗП_{\text{ср.місОПР}} = З_{\text{общОПР}} / (12 * P_{\text{ОПР}})$$

$$ЗП_{\text{ср.міс допом}} = З_{\text{общ. допом}} / (12 * P_{\text{впом}})$$

$$ЗП_{\text{ср.міс. спец}} = З_{\text{общ. спец}} / (12 * P_{\text{спец}})$$

$$ЗП_{\text{ср.міс}\Sigma} = (З_{\text{общ.ОПР}} + З_{\text{общ. допом}} + З_{\text{общ. спец}}) / (12 * (P_{\text{ОПР}} + P_{\text{впом}} + P_{\text{спец}}))$$

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку фонду заробітної плати основних робітників

№ оп цикл граф	Професія	Розряд	Трудомі сткість операції на річну програм	Часова тарифна ставка Т _{ст} , грн./г	Тарифний фонд заробітної і плати З _{тар} ОПР, грн	Основний фонд заробітної і плати З _{осн} ОПР, грн	Додатковий фонд заробітної плати З _д ОПР, грн	Загальний Фонд заробітної плати З _{обл} ОПР, грн	Відрахован ня на ЕСВ З _{ЕСВ} ОПР, грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-6	Складальник-клепальник	3	5000	25,63	128150	153780	61512	215292	47364,2
7-9	Складальник-клепальник	4	7000	30,21	218470	262164	104865,6	367079,6	80746,5
10,11	Складальник-клепальник	4	6000	30,21	181260	217512	87004,8	304516,8	66993,7
12-14	Складальник-клепальник	5	8500	34,79	295715	354858	141943,2	496801,2	109296,2
15,16	Складальник-клепальник	4	6000	30,21	181260	217512	87004,8	304516,8	66993,7
17,18	Складальник-клепальник	3	5000	25,63	128150	153780	61512	215292	47364,2
19-21	Слюсар-складальник	5	11000	34,79	382690	459228	183691,2	642919,2	141442,2
22-24	Слюсар-складальник	4	2000	30,21	60420	72504	29001,6	101505,6	22331,2
25,26	Слюсар-складальник	5	11000	34,79	382690	459228	183691,2	642919,2	141442,2
27,28	Слюсар-складальник	4	12000	30,21	362520	435024	174009,6	609033,6	133987,4
29,30	Герметизаторник	3	5000	25,63	128150	153780	61512	215292	47364,2
31,32	Контролер	4	3000	30,21	90630	108756	43502,4	152258	33496,8
Всього:		-	81500	-	2540105	3066126	1219250,4	4267376,	938822,8

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку фонду заробітної плати допоміжних робітників

Професія	Р _{вспом}	Кількість робочих	Розряд	Річний фонд робочого часу Ф _{др}	Часова тарифна ставка Т _{ст} грн./Г	Тарифний фонд заробітної плати З _{тар} <small>вспом</small> ,	Основний фонд заробітної плати З _{осн} <small>вспом</small> ,	Додатковий фонд заробітної плати З _д <small>вспом</small> ,	Загальний фонд заробітної плати З _{вспм.} грн	Відрахування на ЕСВ З _{ЕСВ} <small>вспом</small> грн
						6	7	8	9	10
1	2	4	3	1820	30,21	109964	131957	14515,3	146472,5	32223,97
Слюсар-інструментальник	2	1820	3	1820	30,21	109964	131957	14515,3	146472,5	32223,97
Слюсар-ремонтник	2	1820	4	1820	30,21	109964	131957	14515,3	146472,5	32223,97
Крановик	2	1820	4	1820	30,21	109964	131957	14515,3	146472,5	32223,97
Транспортний	2	1820	5	1820	30,21	109964	131957	14515,3	146472,5	32223,97
Всього:	8	-	-	-	-	439857	527829	58061,2	585890,3	128895,88

Таблиця 3.5 – Результати розрахунку фонду заробітної плати і відрахувань спеціалістів

Професія	Кількість робітників Р _{спец}	Посадовий оклад, О _{посад} грн	Загальний Фонд заробітної плати З _{обл спец.} грн	Відрахування на ЕСВ З _{ЕСВ спец.} ,грн
1	2	3	4	5
Розпорядник робіт	1	2132	25584	5628,48
Плановик	1	3848	46176	10158,72
Майстер	1	4267	51204	11264,88
Старший майстер	1	4940	59280	13041,6
Технолог	2	4805	115320	25370,4
Всього:	6	-	297564	65464,08

Таблиця 3.6 – Результати розрахунку фонду заробітної плати і відрахувань робітникам дільниці

Категорія робітників	Кількість робітників	Тарифний фонд заробітної плати З _{тар} , грн	Основний фонд заробітної плати З _{осн} , грн	Додатковий фонд заробітної плати З _д грн	Загальний фонд заробітної плати З _{общ} , грн	Відрахування на ЕСВ З _{ЕСВ} , грн
	2	3	4	5	6	7
1	2					
ОПР	38	2540105	3066126	1219250,4	4267376,4	938822,8
Допоміжні робітники	8	439857	527829,1	58061,2	585890,3	128895,8
Спеціалісти	6	-	-	-	297564	65464,1
Всього:	52	2979962	3593955	1277311,6	5150830,7	1133182,7

Визначення затрат на знос малоцінного інструменту та інвентарю виконується по формулі:

$$N_{ии} = P_{опр} \times 130 + \sum C_{пр} \times 850$$

Затрати на знос малоцінного інструменту, інвентарю, по даній ділянці складають:

$$N_{ии} = 38 \times 130 + 10 \times 850 = \mathbf{13440} \text{ грн}$$

Витрати на ремонт і експлуатацію СТО Р визначаються по формулі:

$$P = K_p * \Gamma_{рс} * C_{рс} * \Pi * C_{пр} * A / (\Phi_d * K_{нн})$$

Де: K_p – коефіцієнт вартості ремонту, $K_p=1,3$;

$C_{рс}$ – вартість одиниці ремонтної складності, грн; $C_{рс} = 84$ грн;

Π – час виконання відповідної технологічної операції ТП, з урахуванням $K_{зо}=0,8$ ($\Pi = T_{шт} * 0,8$).

Результати розрахунків на ремонт і експлуатацію СТО Р представлені в таблиці 3,7.

Таблиця 3.7 – Результати розрахунку витрат на ремонт і експлуатацію СТО

№ оп. Цикло вого графік а	Коефіціє нт вартості ремонт у, К _р	Група ремонтної складності	Вартість одиниці ремонтно ї складності	Час виконання відповідної технологічної операції		Прийнята кількість СТО, С _{пр} , шт	Річна програма випуску, А, шт	Ефективний фонд роботи СТО, Ф _{ль} , г.	Коефіцієнт виконання норм, К _{вн}	Витрати на ремонт і експлуатаці ю СТО, Р, грн
				T _{шт}	K ₃₀					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7-9	1,3	5	84	56	0,8	1	65	1964	1,2	1297,52
10,11	1,3	5	84	48	0,8	1	65	1964	1,2	1112,16
12-14	1,3	5	84	68	0,8	1	65	1964	1,2	1575,56
15,16	1,3	5	84	48	0,8	1	65	1964	1,2	1112,16
17,18	1,3	5	84	40	0,8	1	65	1964	1,2	926,8
19-21	1,3	18	84	88	0,8	2	65	1964	1,2	14680,51
22-24	1,3	18	84	16	0,8	1	65	1964	1,2	1334,59
25,26	1,3	5	84	88	0,8	2	65	1964	1,2	4077,42
Всього:										26117,22

Вартість електроенергії E_e визначається по формулі:

$$E_e = K_{30\text{ ср}} * W * C_{\text{ел}} * T_{\text{шт}} * C_{\text{пр}} * A / K_{\text{ви}}$$

Де: $C_{\text{ел}}$ – удільна вартість одиниці електроенергії (1,5006 грн./кВт-ч.).

$$E_e = 0$$

Вартість стисненого повітря E_v визначається по формулі:

$$E_v = Q_v * C_v * T_{\text{шт}} * C_{\text{пр}} * A / K_{\text{ви}},$$

Де: C_v – вартість стисненого повітря (0,0651 грн./м³).

Результати розрахунку вартості стисненого в=повітря E_v представлені в таблиці 3.8

Таблиця 3.8 – Результати розрахунку вартості стисненого повітря

№ оп. Циклового графіка	Розхід стисненого повітря, Q_d , m^3/g	Вартість стисненого повітря, C_b , грн/ m^3	Трудомісткість виконання технологічної операції ТП, $T_{шт-і Н-Ч}$	Прийнята кількість СТО, $C_{пр}$, шт	Річна програма випуску, А, шт	Коефіцієнт виконання норм, $K_{вн}$	Витрати стисненого повітря $E_{в-і}$, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
7-9	25	0,0651	56	1	65	1,2	9493,75
10,11	25	0,0651	48	1	65	1,2	8137,5
12-14	25	0,0651	68	1	65	1,2	16600,5
15,16	25	0,0651	48	1	65	1,2	8137,5
17,18	25	0,0651	40	1	65	1,2	6781,25
19-21	36	0,0651	88	1	65	1,2	42699
22-24	36	0,0651	16	1	65	1,2	3906
25,26	25	0,0651	88	2	65	1,2	29837,5
Всього:							125860

Амортизаційні відрахування A_o визначаються по формулі:

$$A_o = O_c * H_o / 100,$$

Де: H_o – норма амортизації по групам основних засобів, %.

Норма амортизації H_o визначається по формулі:

$$H_o = (O_c - O_{л}) / (O_c * T_{ам}),$$

Де: $O_{л}$ – ліквідаційна вартість СТО, грн. ($O_{л} = 0,01 * O_c$);

$T_{ам}$ – мінімально допустимі терміни корисного використання основних засобів по групам основних засобів.

З урахуванням формули, величина $H_A = 0,99 / T_{ам}$. Тоді: $A_o = 0,99 * O_c / T_{ам}$

Результати розрахунків амортизаційних відрахувань A_o представлені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Результати розрахунків амортизаційних відрахувань

№ оп. Циклового графіка	Коефіцієнт	Загальна вартість СТО по той технологічної операції ТП O_c , грн	Мінімально допустимі терміни корисного використання основних засобів $T_{ам}$, років	Амортизаційні відрахування A_{oi} , грн
1	2	3	4	5
7-9	0,99	9000	5	1782
10,11	0,99	9000	5	1782
12-14	0,99	12000	5	2376
15,16	0,99	9000	5	1782
17,18	0,99	9000	5	1782
19-21	0,99	100000	5	19800
22-24	0,99	50000	5	9900
25,26	0,99	18000	5	3564
Всього:				42768

Таблиця 3.10 – Калькуляція на утримання і експлуатацію СТО

№ п/п	Стаття витрат	Сума, грн	Прим.
1	2	3	4
1	Загальне витрати на ремонт і утримання	26117,22	P_{Σ}
2	Загальна вартість електроенергії	0	$E_{e\Sigma}$
3	Загальна вартість стисненого повітря	125860	$E_{п\Sigma}$
4	Загальні амортизаційні відрахування	42768	$A_{o\Sigma}$
5	Витрати на знос інструменту, інвентарю	13440	$N_{ін}$
6	Інші затрати 5%	10409,26	-
Загальні витрати на утримання і експлуатацію СТО		218594,48	E_o

Витрати на утримання і експлуатацію СТО (ЗСЕО) входять в собівартість виробів прямо пропорційна основної заробітної плати ОПР по формулі:

$$\%ЗСЕО = E_o / Z_{осн\ опр} * 100\%$$

$$\%ЗСЕО = 218594,5 / 2485224 * 100\% = 8,8\%$$

Розрахунок калькуляції загальнозаводських витрат $E_{озр}$ проводиться по номенклатурі статей затрат і показані в таблиці 3.11

Таблиця 3.11. – Калькуляція загальнозаводських витрат

№ п/п	Стаття витрат	Показники	Сума, грн.
1	2	3	4
1	Витрати на утримання будівель і споруд	Витрати на електроенергію для освітлення	88330
		Витрати на тепло	72300
		Витрати на воду для побутових потреб	1200
2	Амортизацій будівель і споруд	$A_{\text{стр. соор}}$	540000
3	Річна заробітна плата допоміжних робочих та спеціалістів	$Z_{\text{общ. вспом}}$	378957,2
		$Z_{\text{общ. спец}}$	297564
4	Відрахування на ЕСВ допоміжних робочих і спеціалістів	$Z_{\text{ЕСВ вспом}}$	83370,6
		$Z_{\text{ЕСВ спец}}$	65464,1
5	Інші витрати	$(1+2+3+4)*5\%$	76359,3
Всього:		$E_{\text{озр}}$	1603545,2

Визначення витрат на конструкційні матеріали

У даному ДП прийнято, що вартість конструкційних матеріалів у вигляді металічних матеріалів, необхідних для виготовлення деталей, які входять в конструкцію, не враховуються при розрахунку виробничої собівартості даної авіаційної конструкції. В розрахунок беруться виключно витрати на конструкційні матеріали у вигляді полімерних композитних матеріалів (далі – ПКМ).

Для виготовлення деталей розглядаємої конструкції не використовуються ПКМ, тому вартість вказаних конструкційних матеріалів не враховуються при подальших розрахунках. Вартість конструкційних металічних матеріалів для виготовлення деталей враховані на етапі формування їх собівартості при виготовленні в механоскладальних, заготівельно-штампованих і інших цехів основного виробництва.

У даному підрозділі на основі раніше виконаних розрахунків, складається калькуляція собівартості одиниці продукції (таблиця 3.12).

Таблиця 3.12 – Калькуляція собівартості

№ п/п	Стаття калькуляції	Позначка	Сума, грн
1	2	3	4
1	Сировина для виготовлення	$M_{ПКМ} = M_{ПКМ}/A$	0
2	Основна заробітна плата ОПР	$Z_{осн\ ОПР} = Z_{осн\ ОПР}/A$	19881,8
3	Додаткова заробітна плата ОПР	$Z_{д\ ОПР} = Z_{д\ ОПР}/A$	7952,7
4	Відрахування на ЕСВ ОПР	$Z_{ЕСВ\ ОПР} = Z_{ЕСВ\ ОПР}/A$	6123,6
5	Витрати на утримання і експлуатацію СТО	$E_0 = \%Z_{ССО} * Z_{осн\ ОПР} / 100\%$	1748,8
6	Загальнозаводські витрати	$OЗР = \%OЗР * Z_{осн\ ОПР} / 100\%$	12823,8
7	Виробнича собівартість	$C_{вироб\ к} = M_{ПКМ\ к} + Z_{осн\ ОПР} + Z_{д\ ОПР} + Z_{ЕСВ\ опр} + E_0 + OЗР$	48530,6
8	Адміністративні витрати	$Aз = 1,1 * Z_{осн\ ОПР}$	21870
9	Витрати на збут	$Bз = 0,03 \dots 0,05 * C_{вироб}$	2183,9
10	Повна собівартість	$C_{повн} = C_{вироб} + Bз$	50714,5
11	Плановий прибуток від реалізації продукції	$ПП = 0,2 * C_{повн}$	10142,9

12	Ціна одного виробу без НДС	$C_{\text{без НДС}} = C_{\text{повн}} + \text{ПП}$	60857,4
13	НДС	$\text{НДС} = 0,2 * C_{\text{без НДС}}$	12171,5
14	Оптова ціна	$C_{\text{опт}} = C_{\text{без НДС}} + \text{НДС}$	73028,9

$$M_{\text{ПКМ}} = 0/65 = 0 \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{осн}} = 2485224/65 = \mathbf{19881,8} \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{д ОПР к}} = 994089,6/65 = \mathbf{7952,7} \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{ЕСВ ОПР к}} = 765448,9/65 = \mathbf{6123,6} \text{ грн.}$$

$$E_{\text{о к}} = 8,8 * 19881,8/100\% = \mathbf{1748,7} \text{ грн.}$$

$$\text{ОЗР} = 64,5 * 19881,8/100\% = \mathbf{12823,7} \text{ грн.}$$

$$C_{\text{произв}} = 0 + 19881,8 + 7952,7 + 6123,6 + 1748,7 + 12823,7 = \mathbf{48530,6} \text{ грн.}$$

$$A_z = 1,1 * 19881,8 = \mathbf{21870} \text{ грн.}$$

$$B_z = 0,045 * 48530,6 = \mathbf{2183,9} \text{ грн.}$$

$$C_{\text{повн}} = 48530,6 + 2183,9 = \mathbf{50714,5} \text{ грн.}$$

$$\text{ПП} = 0,2 * 50714,5 = \mathbf{10142,9} \text{ грн.}$$

$$C_{\text{без НДС}} = 50714,5 + 10142,9 = \mathbf{60857,4} \text{ грн.}$$

$$\text{НДС} = 0,2 * 60857,4 = \mathbf{12171,5} \text{ грн.}$$

$$C_{\text{опт}} = 60857,4 + 12171,5 = \mathbf{73028,9} \text{ грн.}$$

Таблиця 3.13 – Показники які характеризують фінансову діяльність підприємства

№ п/п	Найменування показника	Одиниці виміру	Величина показника	Познака показника
1	2	3	4	5
1	Собівартість реалізованої продукції $C_{\text{РПР}}$	Грн.	7668031,1	$C_{\text{РПР}} = P_{\text{ПР}} * C_{\text{без НДС}}$
2	Прибуток від реалізації продукції $PP_{\text{РПР}}$	Грн.	1533606,2	$PP_{\text{РПР}} = C_{\text{РПР}} * 0,2$

3	Рентабельність продукції P_{Π}	%	20	$P_{\Pi} = (ПР_{РПР} / C_{РПР}) * 100\%$
---	------------------------------------	---	----	--

Техніко-економічні показники роботи дільниці приведенні в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Техніко-економічні показники роботи дільниці

№ п/п	Найменування показника	Одиниці виміру	Величина показника	Примітка
1	2	3	4	5
1	Річна програма випуску А	шт.	65	
2	Трудомісткість річної програми	год.	81500	Таблиця 3,8
3	Повна собівартість річної програми $C_{вироб}$	грн.	6339311,25	$C_{повн} = C_{повн} * A$
4	Чисельність робітників	чол.	52	Таблиця 3.11
4,1	в т.ч. ОПР $P_{опр}$	чол.	38	Таблиця 3.11
5	Загальний фонд заробітної плати дільниці	грн.	4155834,8	Таблиця 3.11
6	Середньомісячна заробітна плата по дільниці $ЗП_{ср. міс.}$	грн	6659,9	Таблиця 3.11
7	Продуктивність праці на одного робітника: в шт. $P_{шт}$ в годинах $P_{г}$	шт./чол год./чол	3,3 2144,7	$P_{шт} = A / P_{опр}$ $P_{год} = T_{год} / P_{опр}$
8	Процент росту продуктивності праці $P_{ріст}$	%	17,84	$P_{ріст} = (П_{ч} - \Phi_{др}) / 100 / \Phi_{др}$

3.2 Аналіз ринку збуту

В процесі виробництва виробу, виникають проблеми з різноманітними вимогами покупців, тому виділяють певну частину вимог споживачів, які пред'являють однотипні вимоги до товару, тобто проводять сегментацію ринку.

Вибір стратегії сегментації залежить від наступних факторів:

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

1. Ринки країн СНГ.

Переваги:

- традиційність зав'язків;
- літак розроблений спеціально для СНГ;
- КБ ім. Антонова відоме на ринку СНГ;
- система техобслуговування добре налагоджена.

Недоліки:

- загальна економічна криза;
- складність зі взаєморозумінням.

2. Ринки закордонних країн.

Переваги:

- великі розміри ринків;
- стабільне економічне і політичне становище.

Недоліки:

-труднощі налагодження контактів через проблеми всередині СНГ (політична і економічна нестабільність);

-складність обслуговування після продажу;

-велика конкуренція серед літаків даного класу на світовому ринку.

3.3 Стратегія маркетингу

Організація збуту.

Удосконалюючи технологію і знижуючи собівартість виготовлення продукції, необхідно прагнути розширити ринок збуту і в перш за все в країни що розвиваються, які не мають свою авіапромисловість.

Такий специфічний товар, як літак будемо прагнути розповсюджувати або безпосередньо, підписуючи договори, або через посередників.

Більш всього літаки реалізуються по прямим поставкам. На підприємстві існує наступна служба – відділ збуту і відділ економічних зав'язків. В них проводяться дослідження ринку, аналізуються варіанти можливих партнерів. В результаті переговорів укладається договір про поставку товару до певного терміну, в певній кількості, по певній ціні.

Вибір політики ціноутворення.

В контракт на поставку виробу вносяться 4 позиції:

-одиниця виміру ціни;

-валюта ціни;

-базис ціни;

-спосіб фіксації ціни.

Розрізняють 4 види цін:

- тверда ціна;
- рухома ціна;
- змінна ціна;
- ціна с послідууючою фіксацією.

Для літака використовується змінна ціна, яка нараховується на момент виконання контракту, шляхом перегляду базової ціни з урахуванням змін у витратах на виробництво за період виконання замовлення на товар.

Існує багато концепцій ціноутворення. Маркетинг виділяє 4 основних цінових стратегій на ринку:

- стратегія високих цін;
- стратегія низьких цін;
- стратегія диференційованих цін;
- стратегія ув'язування ціни і якості.

Просування товару (літака) на ринок починається задовго до того, як починаються переговори про поставки. Воно починається з реклами в спеціалізованих виданнях.

Реклама повинна створювати усвідомленість про товар і розуміння його особливостей, дати цілевказівку на потенційних споживачів, надати впевненість покупцям. Реклама – це засіб впливу на попит і його формування.

Форми реклами, які застосовуються до літака:

- друкована реклама (фірмова видання, ілюстрації в престижних світових каталогах);
- книги, фотоальбоми, значки;
- участь в міжнародних авіасалонах, авіашоу.

Найбільш результативною формою реклами авіатехніки являється участь виробника в авіашоу, які проходять регулярно в різних регіонах. Найбільш відомі – це Ле-Бурже (Франція), Фарнборо (Великобританія), Дубаї (ОАЕ), та інші.

4. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

Застосування і розробка програмного забезпечення для станків з ЧПУ по обробці монолітних панелей

4.1. Застосування інтегрованих CAE/CAD систем в процесі обробки монолітних панелей

В нашій час побудова всесторонньо автоматизованого виробництва, неможливо виключно за рахунок застосування нових персональних комп'ютерів і спеціалізованого програмного забезпечення в роботі підрозділів підприємства. Необхідно також придбання і впровадження у виробництво нового обладнання з числовим програмним управлінням. При цьому поняття «впровадження» потрібно розуміти більше, чим пусконаладжуванні роботи і здача станка у експлуатацію. Необхідно максимально інтегрувати систему ЧПУ станка у єдиний інформаційний простір підприємства.

Від оперативності такого впровадження, напряму залежать терміни окупності нового обладнання. Максимально швидке впровадження станків з ЧПУ у виробництво забезпечується трьома факторами: висока кваліфікація персоналу підприємства, якістю обладнання і якістю програмного забезпечення яке застосовується на виробництві, а точніше рівнем адаптації ПЗ до нового обладнання.

Особливе місце займає проблема підготовки кадрів, які володіють системними знаннями по використанню CAE/CAD/CAM/PDM технологій у підготовці виробництва. Також спеціалісти повинні бути здатні працювати у єдиному інформаційному просторі підприємства, спорювати 3D моделі деталей і збірок з випуском необхідної технічної документації. Вони повинні мати навички автоматизованого проектування оптимальних технологічних маршрутів з необхідними розрахунками режимів обробки, автоматизованого формування і випуску технологічної документації, використання засобів інженерного аналізу формоутворення заготовок, засобів автоматизованого

розкрито, моделювання роботи сучасного обладнання з ЧПУ, розробки і верифікації управляючих програм та інших процесів, контролю геометрії деталі по 3D моделі і пр. Вони повинні бути готові, прийняти участь в проектній роботі по реінжинірингу бізнес-процесів підприємства, створити організаційно-економічні моделі сучасного виробництва та здійснювати постійний аналіз витрат по всім складовим технологічної собівартості на основі їх чіткого планування та обліку.

Важливе місце при створенні сучасного інноваційного виробництва займає вибір інструменту і обладнання. Він здійснюється не тільки з урахуванням геометрії та матеріалу деталі, але визначається комплексом характеристик фірми виробника. В процесі відпрацювання технології інструмент вбудовується в технологічну систему та стає її невід'ємною частиною. Достатньо складною задачею являється правильний вибір обладнання ще на стадії його придбання. Сучасний ринок пропонує велику кількість конкурентоздатних станків, тому при виборі обладнання необхідно враховувати цілий ряд важливих додаткових умов, наприклад: наявність у фірми-поставника системи сервісного обслуговування і підготовки кадрів, служби відпрацювання ефективних технологій на основі комп'ютерного моделювання і т.д. Специфічні проблеми виникають у виробництві при виробництві деталей зі спеціальних матеріалів, які застосовуються в авіабудуванні.

Рекомендації по обробці таких матеріалів в каталогах фірм, зазвичай не проводиться. Тому необхідно проведення додаткових дослідних робіт. Науково-дослідні роботи, потрібні також і для реалізації технологій високошвидкісної, високоточної обробки заготовок. Ці процеси являються прогресивними, дозволяють підвищити ефективність обробки, а також суттєво впливають на якість поверхневого слою деталей. Формування поверхневого слою в процесі обробки особливе значення в літакобудуванні, так як всі деталі проектуються з умов мінімальної маси. Поява залишкової

напруги при обробці поверхні приводить до порушення їх геометрії. Крім того, залишкова напруга суттєво впливає на ресурс деталей і їх надійність. Тому при створенні нових технологій необхідно враховувати ці важливі фактори і проводити дослідження проблем формування поверхневого шару.

Рішення вищеперерахованих проблем полягає в консолідації зусиль, в першу чергу, інноваційних навчальних закладів і фірм, які просувають на наш ринок самі сучасні технології і обладнання.

Таким чином, основним місцем інтеграції систем управління верстатного обладнання у інформаційний простір підприємства являються CAE/CAD/CAM – системи. Основні складності, як правило, виникають при налагодженні взаємодії існуючих САПР систем підприємства з новим обладнанням, а також при переході до сучасних технологій обробки.

При обробці більшості монолітних панелей виникає ряд складнощів. По-перше, такі деталі оброблюються за велике число технологічних установок з частою заміною опорних точок і поверхні базування. По-друге, обробка монолітних панелей, як правило, поєднує в собі двох-, трьох-, а інколи і п'яти координатні траєкторії руху інструменту. І по-третє, доволі рідко вдається обійтись, малою кількістю траєкторій руху і коротким списком використаного для обробки інструменту.

На сьогоднішній день існують способи переведення старої технічної документації на новий рівень з конструюванням деталей, заготовок, засобів технологічного оснащення на основі об'ємного моделювання, розробка креслень, підготовки УП для обладнання з ЧПУ за допомогою застосування цілого ряду комп'ютерних інтегрованих CAE/CAD систем (рисунок 4.1).

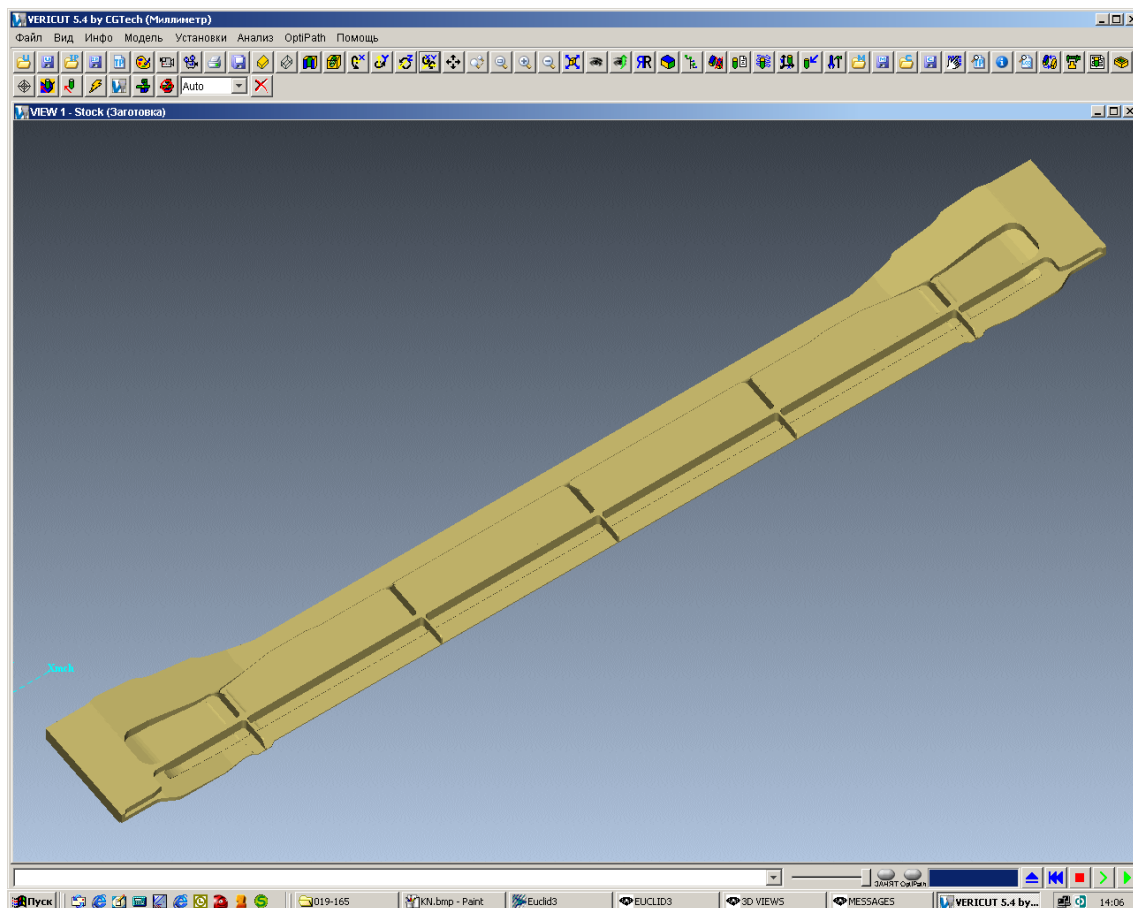


Рисунок 4.1 – Монолітна панель

В якості базових засобів комп'ютерних інтегрованих технологій, використовуються системи високого рівня Unigraphics, Pro/ENGINEER, CATIA, CADD5, Euclid, SolidWorks, Solid Edge, Inventor, Adem.

В склад даних систем входять програми побудови математичної моделі поверхні створюваного виробу, розробки внутрішньої компоновки відсіків, агрегатів і ЛА в цілому, ведення бази даних проекту, забезпечення технологічної підготовки виробництва, планування робіт.

4.2. Обладнання з ЧПУ для обробки монолітних панелей

Для обробки монолітних панелей, використовують сучасні обробні центри. Сучасний обробний центр – достатньо складна інженерна конструкція. Основою центру зазвичай являється масивна лита рама, термічно оброблена для забезпечення жорсткості конструкції. На раму зазвичай встановлюють універсальні револьверні головки з інструментом, які утримують 12-16 інструментів з можливістю заміни інструмента за 0,2-0,5 секунд в двох різних площинах.

В сучасних обробних центрах є можливість виконання практично всіх операцій без зняття заготовки в циклі: чорнова обробка – чистова обробка – свердління та нарізання різьби – фінішування – видача готової деталі, і все це – практично без участі людини. Оброблювальні центри можуть мати довгомірні розміри стола, що дозволяє з легкістю встановлювати та обробляти довгомірні заготовки монолітних панелей (Рисунок 4.2).

Встановлення головки з можливістю переміщення по вісь Y дозволяє здійснювати фрезерування складних кривих на бокових поверхнях деталі. Крім того, багато компаній-виробників метало оброблювальних центрів пропонують спеціалізовані технології для певної галузі промисловості.

Безсумнівно, сучасні оброблювальні центри мають можливість замінити цілий парк застарілих станків – токарний, фрезерний, свердлильний, здійснювати в автоматичному режимі багатоопераційну обробку складних деталей з високою точністю, що дозволяє говорити про різке зниження негативного впливу людського фактору на процес обробки, а також підвищити економічну ефективність підприємства.

Великий вибір комплектацій з різними шпинделями і системами ЧПУ дозволяє оптимально підібрати фрезерний центр для поставленої задачі.



Рисунок 4.2 – Портальный обрабний центр SCM Pratih S TOO для довгомірних деталей



Рисунок 4.3 – П'яти координатний оброблювальний центр Master 33.5



Рисунок 4.4 – Робочий стіл оброблювального центру



Рисунок 4.5 – Набір інструменту на 8 позицій



Рисунок 4.6 – Робоча консоль оброблювального центру

4.3 Етапи розробки програмного забезпечення (УП) для станків з ЧПУ

Управляюча програма обробки – це сукупність команд на мові програмування, з точки зору технолога, представляє собою опис операційного технологічного процесу на вхідній мові пристрою ЧПУ станка.

Підсистему ЧПУ, являється одним із компонентів комп'ютерної системи, яка використовує необхідну інформацію з єдиної бази даних системи. Зовнішньою вихідною інформацією, для підсистеми ЧПУ являється геометрична модель оброблювальної деталі.

Досвід впровадження комп'ютерних інтегрованих систем в авіабудуванні показує, що близько 80% задач по формуванню УП не потребує використання твердо тільних моделей.

Практично всі задачі площинно контурного фрезерування, свердління і токарної обробки можуть бути вирішені на рівні поверхневих моделей. При цьому об'єм інформації, необхідної для рішення цих задач, суттєво менше,

чим при твердо тільному параметричному моделюванні. Етапи створення УП обробки на базі комп'ютерних інтегрованих систем представлений на рис. 4.8

Маршрутний ТП включає в себе послідовність технологічних операцій, які забезпечують потрібну обробку деталі.

В залежності від того, на якому обладнанні здійснюється програма обробки, технологічна операція може бути токарною, фрезерною, зварювальною, контрольною та ін. Операція складається з послідовності технологічних переходів.

Перехід представляє собою параметризований опис траєкторії руху інструменту, технологічних режимів обробки – подачі, частоти обертів шпинделя та геометрії інструменту.

Поняття технологічного переходу можна узагальнити, якщо під обробкою розуміти виконання потрібних рухів незалежно від виду процесу. Тоді, наприклад, процес автоматичного виміру деталі вимірювальними головками, також можна буде класифікувати як технологічний перехід. Формування управляючої програми здійснюється в два етапи. На першому етапі обробку вхідної інформації формує процесор.

Процесор – програма первинної обробки інформації, яка формує данні по обробці незалежно від типу станка.

Процесор виконує наступний комплекс задач по розрахунку траєкторії руху інструменту:

- приведення опису всіх заданих геометричних об'єктів до канонічної форми;
- знаходження точок та ліній перетину різних геометричних елементів;
- апроксимація різних кривих і поверхонь з заданим допуском;
- апроксимація або інтерполяція таблично заданих функцій;

- облік геометричних параметрів інструменту при побудові траєкторії руху.

Результатом роботи процесора являється повністю розрахована траєкторія руху інструмента (Рисунок 4.7).

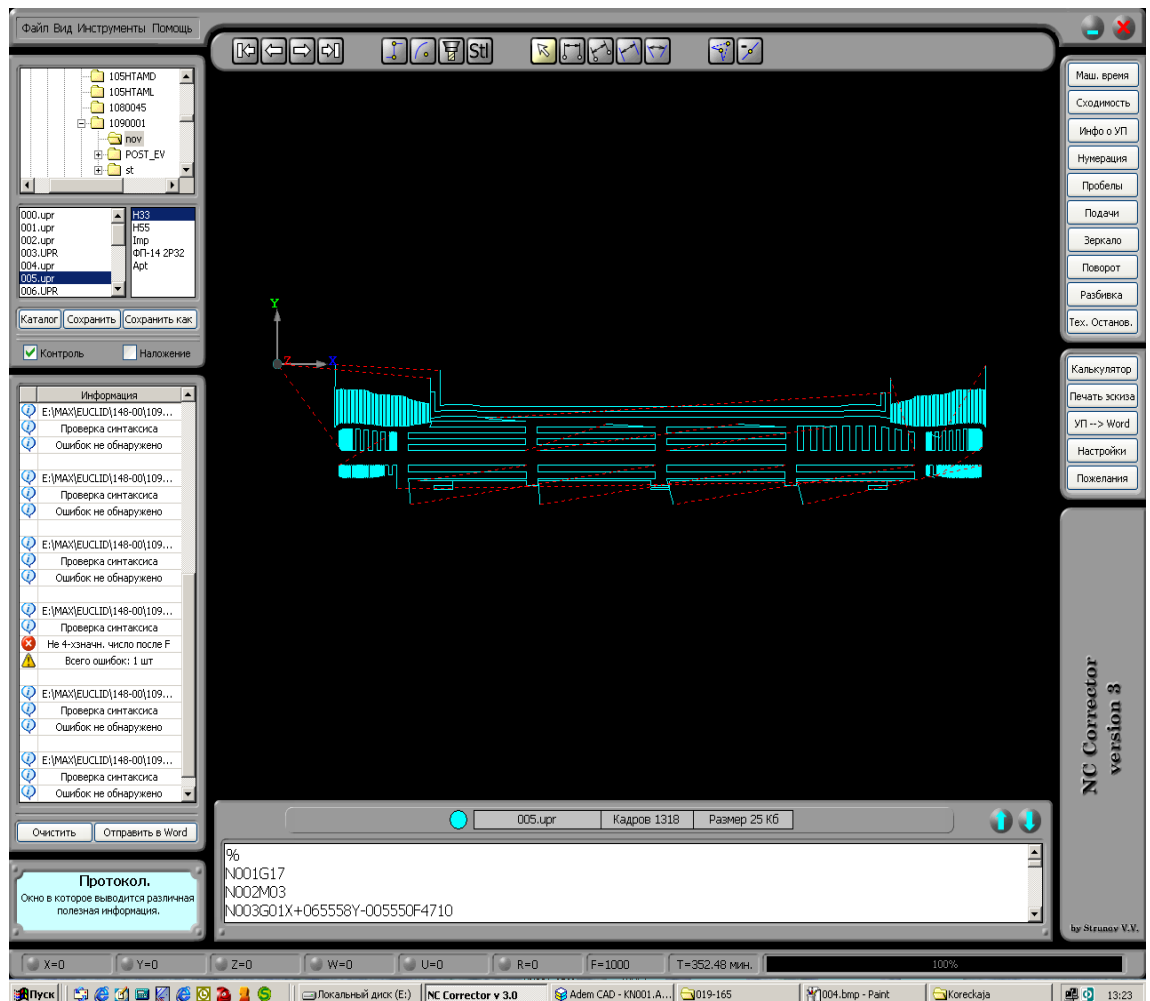


Рисунок 4.7 – Візуалізація траєкторії руху інструмента

Вибір номенклатури деталей по конструктивно-технологічним ознакам для виготовлення на обладнанні з ЧПУ



Створення 3D-моделі оброблювальної деталі



Розробка маршрутної та операційної технології, вибір технологічних переходів, розрахунок режимів різання



Розрахунок траєкторії руху інструменту з урахуванням технологічних команд та геометрії інструменту



Контроль траєкторії руху інструменту по видам обробки і технологічним переходам, діагностика



Переклад координат траєкторії руху інструменту в систему координат станка, формування УП з урахуванням технологічних команд і директності кодування конкретного станка с ЧПУ



Контроль УП шляхом динамічної або поетапної візуалізації процесу обробки



Обробка заготовки на станку з ЧПУ



Активний контроль в процесі виготовлення, кінцевий контроль геометричних параметрів деталі

Другий етап обробки інформації реалізує постпроцесор, який орієнтований на конкретну модель технологічного обладнання з ЧПУ.

Постпроцесор – погоджувальна програма, яка враховує особливості системи ЧПУ конкретного станка і формує кадри УП на мові програмування в кодах ISO.

Постпроцесор виконує наступні типові функції:

- переклад координат траєкторії руху інструмента в систему координат технологічного обладнання;
- призначення величин подачі робочих, допоміжних переміщень з паспортних характеристик подач відповідного станка;
- формування і кодування підготовчих і допоміжних функцій, команд на координатне переміщення з урахуванням значення єдиної директорії (ціни імпульсу) пристрою з ЧПУ;
- кодування значень подач і частоти обертів шпинделя;
- формування команд зміни інструмента, а також корекції його довжини та радіусу, вмикання та вимикання подачі СОЖ;
- виконання ряду сервісних функцій (підрахунок об'єму УП, часу обробки деталі на станку та ін.).

При формуванні команд на переміщення, постпроцесор враховує ряд інтерполяцій (лінійна, кругова), спосіб задання переміщення. Важлива функція постпроцесора – врахування обмежень технологічного обладнання з ЧПУ. До таких обмежень відносяться: межі переміщень виконавчих частин обладнання, зміна швидкості подачі і частоти обертів шпинделя; максимально допустимі швидкості і перепади швидкостей виконавчих частин обладнання; межі зміни радіусу та довжини окружності при круговій інтерполяції та ін.

Результатом врахування обмежень можуть бути: автоматичне коректування постпроцесором величин та режимів подачі, зміни швидкості шпинделя і траєкторії руху інструмента, видача сповіщення діагностики.

Траєкторія руху інструмента може бути змінена, наприклад, при подачі переміщення на прискореній подачі більш чим по одній координаті одночасно, що недопустимо для більшості станків. В такій ситуації постпроцесор може організовувати по координатне переміщення в задану точку, залишаючи незмінним значення прискореної подачі. Виклик одного, або іншого постпроцесора втілюється автоматично на основі вказівки технолога-програміста в параметрах вихідної програми.

Розширення можливостей технологічного обладнання з ЧПУ, а також потреба в уніфікації структури даних привели до створення по рекомендації ISO стандартної проміжної мови «процесор-постпроцесор». Ця форма подання проміжних даних носить назву CLDATA (скорочення від Cutter Location Data – дані про положення інструменту).

Візуалізація послідовності процесу обробки дозволяє виявити помилки, які можуть виникнути, в тому числі і по вині постпроцесора CAD/CAM-системи.

Контроль УП здійснюється візуально на екрані комп'ютера шляхом динамічної або поетапної візуалізації послідовності процесу обробки. При цьому перевірка управляючої програми на станку без заготовки або пробна обробка заготовки не потрібна.

Програма візуалізації процесу обробки дозволяє:

- контролювати УП безперервно або по окремим кадрам з відображенням траєкторії інструменту і виділенням різними кольорами зон обробки;
- розраховувати розміри заготовки під час обробки;

- змінювати ракурс і масштаб зображення, відобразити оброблювальні поверхні.

Візуалізація процесу обробки значно скорочує час на перевірку УП і підвищує їх достовірність.

Висновок по проекту

У дипломному проекті розглянуті особливості конструкції хвостової частини фюзеляжу літака типу Ан-140 (літака прототипу), а також технологія її виготовлення. У базову конструкцію були внесені зміни, які дозволяють отримати зменшення маси при переході до модифікованої конструкції, панелі нижньої зі стільниковим заповнювачем. Проведений аналіз конструкції і виконаний розрахунок на міцність модифікованого варіанту конструкції.

У технологічній частині дипломного проекту проведений аналіз технологічності хвостової частини фюзеляжу. Про високий ступінь технологічності відсіку ФЗ говорять наступні фактори: раціональне членування, висока ступінь панелювання, простота геометричних форм, можливість застосування засобів механізації процесів складання.

Розроблений процес дозволяє застосувати послідовну схему складання. Застосовується координатно-цифровий метод ув'язки відсіку ФЗ, який забезпечує повну ув'язку і взаємозамінність відсіку ФЗ.

Складання ведеться по складальним пристосуванням. Ув'язка складального оснащення ФЗ забезпечена по обводам фюзеляжу і конструктивно-технологічних роз'ємах.

З урахуванням кількості обладнання, оснастки і робочих місць і цеху для виконання заданої програми випуску виробів, було розроблено планування цеху з урахуванням конторсько-побутових приміщень, проїздів і проходів, а також компоновка цеху складання відсіку ФЗ.

В економічній частині розроблений бізнес-план виробництва. Визначений фонд заробітної плати в цеху складання, розроблені нормативи витрат на утримання і експлуатацію обладнання, проведений розрахунок схеми витрат на виробництво і повної собівартості виробу. Визначені техніко-економічні показники цеху.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абибов А. А. и др. «Технология самолетостроения» - М.: Машиностроение, 1982 – 551 с.
2. Абибов А.А., Бирюков Н. М. и др. «Технология самолетостроения» - М.: Машиностроение, 1970 – 599 с.
3. Арсон Л.Д., и др. «Проектирование сжатых панелей»: Учебное пособие. – Х.: ХАИ, 1981-67с.
4. Арсон Л.Д., Рябков В. И., Урбанович В. А. «Вариантное конструирование самолётных агрегатов». Учебное пособие. – Х.: ХАИ, 1976 – 38 с.
5. Бабушкин А.И. и др. «Разработка цикловых графиков сборки самолетных конструкций»: Учебное пособие. – Х.: ХАИ, 1989 – 67с.
6. Бабушкин А.И. и др. «Экономическое проектирование производственных подразделений предприятий». Учебное пособие. – Х.: ХАИ, 1999 – 118 с.
7. Бобук И.М. «Экономика машиностроительного производства», Минск: Высшая школа, 1990.
8. Григорьев В.П., Ганиханов Ш.Ф. «Приспособление для сборки узлов и агрегатов самолетов и вертолетов» - М.: Машиностроение, 1977 – 138с.
9. Евсеев Л.А. «Расчет на прочность крыла большого удлинения»: Учебное пособие. – Х.: ХАИ, 1984 – 120с.
10. Ершов В.И., Павлов В.В. и др. «Технология сборки самолетов» - М. Машиностроение, 1986 – 456с.
11. Житомирский Г.И. «Конструкция самолетов» - М.: Машиностроение, 1991 – 400с.
12. Кононенко В.Г. и др. «Технология производства летательных аппаратов» Учебное пособие. – Киев: Высшая школа, 1974 – 222с.
13. Кулишова И.В., Ткачева А.Д. «Охрана труда»: Учебное пособие. – Х.: ХАИ, 1980 – 1280с.

14. Пахоменко О. М., Каляя В. И. «Экономическое проектирование цехов»: Учебное пособие. – Х.: ХАИ, 1977 – 117с.
15. Пехтерев В. Д., Носик В. Н. «Графоаналитический метод проектирование сжатых панелей». Учебное пособие. – Х.: ХАИ, 1984 - 32с.
16. Справочник технолога машиностроителя./ В 2-х томах под ред. Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.К. – М.: Машиностроение, 1986.
17. Федорченко Б.Д., Бабушкин А.И. «Технологическая подготовка и технология производства сборочно-монтажных работ в самолетостроении»: Учебное пособие. – Х.: ХАИ, 1989.
18. Тихомиров В.А., «Основы проектирования самолетостроительных заводов и цехов» - М.: Машиностроение, 1975 – 471с.

ДОДАТКИ