

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

Факультет літакобудування

Кафедра технології виробництва літальних апаратів

Пояснювальна записка

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

на тему «Технологія оснащення та організація виробництва відсіку Ф2 літака
типу АН-70»

ХАІ.104.1-96А.23О.134.2-9/22-1ф 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
ремонту літальних апаратів»
(найменування)

Скриннік Євген Васильович

(прізвище та ініціали здобувача (ки))

Керівник: Володимир СТЕПАНЕНКО
(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**

_____ Скриннік Євген Васильович _____

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ «Технологія оснащення та організація
виробництва відсіку Ф2 літака типу АН-70» _____

керівник кваліфікаційної роботи _____ Степаненко Володимир Миколайович _____

(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 _____

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати) _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Конструкторський розділ	Степаненко В.М., доцент	04.12.2023	08.01.2024
Технологічний розділ	Степаненко В.М., доцент	04.12.2023	08.01.2024
Економічний розділ	Степаненко В.М., доцент	04.12.2023	08.01.2024
Спеціальний розділ	Степаненко В.М., доцент	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)**Скриннік Є.В.**_____
(прізвище та ініціали)**Керівник кваліфікаційної роботи**_____
(підпис)**Володимир СТЕПАНЕНКО**_____
(ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

Вступ.....	4
------------	---

1 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

1.1. Конструктивно-технологічний аналіз та технічний опис конструкції відсіку Ф2.....	9
1.2. Обґрунтування прийнятих рішень розрахунками.....	14
1.2.1. Аналіз зовнішніх навантажень, діючих на фюзеляж.....	14
1.2.2. Вибір матеріалів.....	17
1.2.3. Розрахунок критичних напружень місцевої втрати стійкості елементів поздовжнього набору оболонки фюзеляжу.....	17
1.2.4. Розрахунок напружень в стрингерах і обшивці оболонки фюзеляжу від надлишкового тиску.....	19
1.2.5. Визначення критичних напружень стиску обшивки між заклепками.....	19
1.2.6. Вибір доступних напружень.....	20
1.2.7. Критерій руйнування.....	20
1.2.8. Розрахунок перетину оболонки фюзеляжу по шпангоуту №35.....	21
1.2.9. Розрахунок стінки клепаної частини низу шпангоута №38.....	25
1.2.9.1. Розрахунок стінки на поперечний вигин.....	25
1.2.9.2. Кріплення стінки низу зі стійкою.....	26
1.3. Технічні умови на виготовлення відсіку Ф2.....	26
1.4. Аналіз технологічності об'єкта складання.....	29

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз діючого виробництва та заходи щодо підвищення якості виробу й ефективності виробництва.....	34
2.2. Розробка й обґрунтування схеми конструктивно-технологічного членування відсіку Ф2.....	35

2.3. Розробка схеми складання відсіку Ф2 і маршрутний (укрупнений) технологічний процес складання. Обґрунтування методу складання і необхідної номенклатури складальних пристроїв.....	38
2.4. Розробка схеми ув'язування заготівельної і складальної оснастки для низу шпангоута №38.....	41
2.5. Типові операції, складання і нормування маршрутно-операційного технологічного процесу складання низу шпангоута № 38.....	44
2.6. Обґрунтування засобів ведення складального процесу, його механізації й автоматизації.....	47
2.7. Операційний технологічний процес для складання низу шпангоута №38.....	49
2.8. Розробка схеми базування при складанні відсіку Ф2.....	52
2.9. Розробка ТУ на проектування і конструкцію пристосувань для складання відсіку Ф2.....	56
2.10. Розробка конструкції складального пристосування для складання низу шпангоута №38.....	60
2.11. Розробка конструкції представника оснащення другого порядку	64
2.12. Визначення типу виробництва	67
2.13. Організаційна форма складання відсіку Ф2.....	68
2.14. Розробка циклового графіку складання агрегату	69
2.15. Технологічні розрахунки проектного цеху: визначення трудомісткості аналоговим методом за видами підзбірок, розрахунок кількості робочих, оснащення та обладнання, обчислення потрібної площі	70
2.16. Схема планування виробничої частини цеху	78
2.17. Прийнята система управління якістю продукції.....	83

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розрахунок собівартості складання відсіку Ф2

3.1. Розрахунок фонду заробітної плати виробничих працівників, допоміжних працівників, керівників, фахівців, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП).....	86
3.2. Визначення виробничої собівартості одиниці відсіку Ф2 Ан - 70.....	91

3.3. Визначення повної собівартості одиниці виробу відсіку Ф2 Ан - 70.....	94
3.4. Визначення критичної програми випуску відсіку Ф2 Ан - 70.....	96
4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	
4.1. Загальні положення.....	98
4.2. Класифікація поверхонь, що підлягають місцевому зміцненню.....	101
4.3. Пневмоприлади, що застосовуються для місцевого зміцнення деталей	103
4.4. Типові технологічні процеси зміцнення.....	106
4.5. Контроль процесу і якості зміцнення ПДН.....	112
4.6. Безпека праці при місцевому зміцненні.....	116
 Список літератури.....	 118

Д о д а т к и

1. Карта технологічного процесу складання відсіку Ф2.
2. Карта технологічного процесу складання низу шпангоута №38.
3. Специфікація до складального креслення відсіку Ф2.
4. Специфікація до складального креслення низу шпангоута №38.
5. Специфікація до креслення складальної оснастки.
6. Специфікація до креслення складальної одиниці оснастки.
7. Цикловий графік складання.

Графічна частина.

1. Складальне креслення відсіку фюзеляжу Ф2.
2. Складальне креслення низу шпангоута № 38 відсіку фюзеляжу Ф2.
3. Схеми конструктивно-технологічного членування Ф2.
4. Креслення складального пристрою.
5. Схеми складання та ув'язки оснащення для низинки шпангоута №38.
6. Схеми планування виробничої частини цеху
7. Креслення до спеціального розділу.

ВСТУП

Транспортний літак Ан-70 був розроблений в ОКБ ім. О.К.Антонова. Перший політ літак Ан-70 зробив у 1994 році. Цей літак призначений для заміни у військовій та цивільній авіації літака Ан-12. Літак Ан-70 в 1,5 рази перевершує літак Ан-12 по корисному навантаженню й у 1,4 рази - по крейсерській швидкості. Ан-70 виконаний по нормальній аеродинамічній схемі, з високорозташованим крилом. У конструкції літака широко застосовані композиційні матеріали. Силова установка складається з чотирьох гвинтовентиляторних двигунів Д-27 потужністю по 13880 к.с. зі співвісними гвинтами протилежного обертання. Ця силова установка забезпечує одержання високої крейсерської швидкості при 20-30 % економії палива в порівнянні із сучасними літаками з турбореактивними двигунами.

Ан-70 оснащений метеорадіолокатором, електродистанційною системою керування і кабіним устаткуванням з кольоровими екранами на електронно-променевих трубках. Комплекс пілотажного і навігаційного устаткування забезпечує польоти в складних метеоумовах. Вантажна кабіна герметизована, з регулювання температури повітря. У носовому відсіку обладнано два місця для супровідних вантажів. Усі вантажно-розвантажувальні операції максимально механізовані. Шасі і міцна механізація крила забезпечує експлуатацію літака як з бетонних, так і з ґрунтових злітно-посадкових смуг.

Літак Ан-70 по аеродинамічному компонуванню – моноплан з верхнерозташованим крилом, однокільовим вертикальним оперенням і фіксованим горизонтальним.

Чотири високо-економічні гвинтовентиляторні двигуни Д-27, високомеханізоване крило й ефективне хвостове оперення забезпечує високі крейсерські і злітно-посадкові характеристики. Передня кромка крила обладнана носовою частиною, що відхиляється, між фюзеляжем і внутрішніми гондолами двигуна і передкрилком в іншій частині крила.

Елерони односекційні, з ваговою компенсацією. На крилі розташовані інтерцептори, які використовуються в режимах інтерцепторів-елеронів, гальм і глісадних інтерцепторів.

Закрилки – двоцелеві, двосекційні розсувні, обдуваються струменями гвинтовентиляторів.

Стабілізатор має предстабілізатор, що відхиляється.

Фюзеляж літака – суцільнометалевий напівмонокок з подовжнім набором зі стрингерів і балок і поперечним набором зі шпангоутів і з працюючою обшивкою. Для забезпечення мінімальної маси, необхідній надійності і живучості, проведений великий обсяг розрахунково-дослідницьких робіт з оптимізації елементів конструкції. Застосовано поліпшені алюмінієві і нові алюмінієво-літєві сплави. Широко застосоване титанове кріплення. У великому обсязі використані клейові і клейово-клепані з'єднання.

Для підвищення ресурсу велика увага приділена корозійній захищеності елементів конструкції.

Предкрилки, відхиляємий носок, ланки закрилків, елерони – складальні з застосуванням композиційних матеріалів. Інтерцептори виконані з вуглепластику зі сотовим заповнювачем.

Горизонтальне оперення – з полімерних матеріалів (ПКМ).

Вертикальне оперення – з композиційних матеріалів.

Руль висоти – чотирьохсекційний. Кожна секція руля висоти зв'язана механічною проводкою з рульовими приводами системи керування літаком.

Руль напрямку – двосекційний. Кожна секція руля напрямку зв'язана механічною проводкою з рульовими приводами системи керування літаком.

Шасі виконано по традиційній для вантажних літаків Антонова багатостійковій схемі основних опор. Ця схема забезпечує експлуатацію літака на ґрунтових аеродромах, а також дозволяє проводити зліт і посадку при виході з ладу однієї зі стійок в опорі.

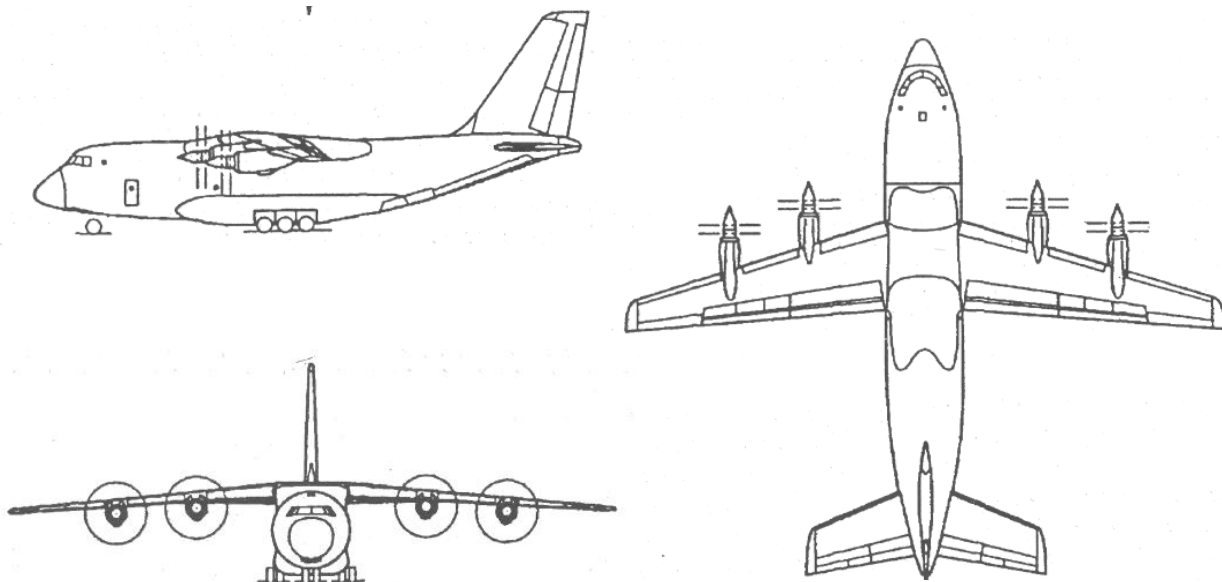


Рисунок 1 - Літак Ан-70

Таблиця 1.

Льотно-технічні характеристики	
Рік прийняття на озброєння	2000
Екіпаж	3-5 чоловік
Швидкість максимальна	890 км/год
Швидкість крейсерська	800 км/год
Найвищя висота польоту	8500 м
Практична висота	12000 м.
Дальність практична	7400км
Довжина ВПП при зльоті при нормальній злітній масі	1500 м
Довжина ВПП при посадці при нормальній злітній масі	1900 м
Максимальне корисне навантаження	35000 кг
Максимальна злітна маса	130000 кг
Нормальна злітна маса	112000 кг
Розмах крил	44,06 м
Довжина літака	40,73 м
Висота літака	16,38 м
Двигун, тип	4ТВД Прогрес Д-27
Двигун, потужність	4x19040к.с.

Модифікації літака:

Ан-70Т - транспортний літак з чотирма двигунами Д-27 для застосування в цивільній авіації. Літак забезпечує перевезення 35 т вантажу на дальність 3800 км, а 20 т - на 7400 км. Можливість експлуатації з бетонних та ґрунтових злітно-посадочних площадок довжиною 1300 м.

Ан-70ТК - варіант Ан-70Т з вантажопасажирської кабіною;

Ан-70-100 - модифікація літака з двома двигунами Д-27.

Літак має меншу злітну масу і спрощене шасі, на ньому змінено ряд систем і агрегатів. При застосуванні зі злітно-посадкових майданчиків завдовжки 2500 м він здатний перевозити вантаж масою 30 т на дальність 1000 км або 20 т - на 4300 км з виключно високою паливною ефективністю;

Ан-77 - модифікація з чотирма двигунами CFM56-5A1 і авіонікою західного виробництва;

Ан-7Х - модифікація пропонована як основний транспортний літак для європейських країн НАТО.



Рисунок 2 - Перший політ літака Ан-70

1 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

1.1. Конструктивно-технологічний аналіз та технічний опис конструкції відсіку Ф2

Літак являє собою вільнонесучий-високоплан з чотирма гвинтовентиляторними двигунами, розміщеними в гондолах під крилом.

Фюзеляж літака служить для розміщення в ньому обладнання, палива, цільового вантажу, що визначається призначенням літака, і в деяких випадках - для розташування рухової установки. У силовому відношенні фюзеляж є базою - опорою для кріплення крила і органів управління.

Фюзеляж - круглого перетину складається з трьох відсіків (Ф1, Ф2, Ф3) жорстко з'єднаних між собою.

Основні конструкційні матеріали, які використовуються на фюзеляжі:

- обшивки - 1163АТВ, 1163АМВ та ДІбчАМВ;
- типові стрингери - 1450Т1;
- типові шпангоути - 1163АМВ, ДІбчАМВ;
- силові шпангоути та кронштейни - 1933ТЗ.

Поздовжній силовий набір фюзеляжу включає стрингери, рівномірно розташовані по периметру його перетину, і ряд поздовжніх балок. Всі стрингери виконані з пресованих профілів таврового, Z-подібного і L-подібного перетинів з матеріалу 1450Т1. Стрингери стикуються між собою накладками з того ж профілю, до шпангоутів кріпляться за допомогою фітингів і книць.

Виріз в обшивці фюзеляжу під центроплан крила окантований з обох бортів підцентропланними клепанними балками. Кожна балка складається з зовнішнього і нижнього поясів кутового перетину, стійок і стінки завтовшки 2,5 мм. На балках встановлені кронштейни, які служать для кріплення підкосів під крилом і вертикальних підкосів кріплення навісної підлоги.

По шпангоутам №29 і №35 встановлено діафрагми із склотканини з ребрами жорсткості з пінопласту, стик з фюзеляжем і центропланом замураваний стрічкою з тканини СВМ.

Між шпангоутами №12-47, 47-56 і 64-74 вгорі з обох бортів фюзеляжу встановлені балки з рейками для електротельферів. Кожна рейка представляє собою пресований профіль двотаврового перетину, по нижніх полицях якого переміщуються каретки електротельфера. Рейка кріпиться болтами до кронштейнів, сполученим з кронштейнами центроплана або до фітингів, що з'єднує з шпангоутами.

Між шпангоутами №14-16, 17-19, 23-25, 29-31, 33-35, 38-40, 44-46 і 48-50 по стрингерам з обох бортів фюзеляжу розташовані поздовжні балки, які служать для застосування горизонтальних тяг навісної підлоги. Кожна балка складається з декількох частин, а кожна частина - із стінки завтовшки 1,2 мм або 1,5 мм і поясів кутового або таврового профілю. З шпангоутами балка кріпиться за допомогою кронштейнів і фітингів болтами і заклепками, а з панелями фюзеляжу - заклепками. До балок кріпляться кронштейни навіски тяг навісної підлоги.

Між шпангоутами № 42-46 по стрингерам №11-17 з лівого борту фюзеляжу становленні профілі таврового перетину, які підсилюють фюзеляж під навішення ДСУ.

Отвір вантажного люка окантований бортовими балками клепаної конструкції, розташованими між шпангоутами №47-50, 50-64 і 64-74. Кожна балка складається з верхньої, бокової та нижньої панелей. Кожна панель складається зі стінок товщиною 1,5 мм і 1,8 мм. Знизу до балок кріпляться діафрагми і кронштейни навішування стулок. На шпангоуті №57а встановлена гермодіафрагма, яка представляє собою штамповану деталь з вирізом і кришкою на гвинтах.

Хвостова частина фюзеляжу посилена поздовжніми балками і профілями таврового типу. Балки складаються зі стінки з отворами швелерного або таврового перерізів і стійок.

Поперечний силовий набір утворений 79-ма шпангоутами. Конструкція шпангоутів визначена конструкцією фюзеляжу (наявністю ліхтаря, дверей і люків, вирізів під передню і основні опори, вантажного люка, стиків з

центропланом крила і хвостовим оперенням). Залежно від типу діючого навантаження шпангоути діляться на силові, посилені і нормальні.

Силові шпангоути сприймають навантаження від кріплення передньої і основний опор шасі, крила і оперення. Решта шпангоутів служать для посилення і кріплення різних деталей обладнання.

До силовим відносяться шпангоути: №2, 9, 29, 32, 35, 38, 41, 50, 64, 66, 68, 70, 72, 74, до посилених - №4, 6, 8, 52, 54, 56, 57а), 60, 62, 79, решта шпангоути нормальні.

Нормальні шпангоути - типової конструкції, складаються з декількох зістиканих накладками ободів Z-подібного перетину з листового алюмінієвого сплаву з просічками (вирізами) для стрингерів і отворів полегшення, з'єднуються зі стрингерами кницями. В районі вирізів встановлені додаткові шпангоути типової конструкції.

Нижні частини шпангоутів входять в конструкцію підлоги нижньої палуби. Нижні частини шпангоутів (низинки) №12, 14 і т. д. (всі парні по №49, виключаючи відсіки основних опор шасі) складаються з стінок зі стійками, ободу з просічками (вирізами) для стрингерів, поясів таврового і кутового перетинів.

Нижні частини шпангоутів №11, 13 і т. д. (всі непарні по №48, виключаючи відсіки основних опор шасі) складаються з трьох стінок, ободу з просічками (вирізами) для стрингерів, поясів таврового і кутового перетинів і стійок Z-подібного, таврового або ГТ-подібного перетинів. По осі симетрії літака в стінці є отвір. З боків нижньої частини шпангоута встановлені кутові кронштейни, за допомогою яких здійснюється стик з бічними частинами шпангоутів.

Шпангоут №38 сприймає навантаження від основних опор шасі. Складається з нижньої, двох бічних частин і двох верхніх дуг. Бічні частини шпангоута і верхні дуги виконані у вигляді штампованих балок двотаврового перерізу з алюмінієвого сплаву. Верхні стійки бічних частин шпангоута виступають за обводи фюзеляжу і стикуються болтами з відповідними

кронштейнами центроплана. Верхні дуги стикуються болтами з бічними частинами шпангоутів.

Технологічність конструкції - це сукупність властивостей конструкції виробу, які проявляються у можливості оптимізації витрат праці, коштів, матеріалів і часу при технічній підготовці виробництва, виготовлення, експлуатації та ремонту конструкцій виробів того ж призначення при забезпеченні встановлених знань, показників якості та прийнятих умов виробництва, експлуатації та ремонту.

Розрізняють два типи технологічності конструкції:

- 1) виробничу;
- 2) експлуатаційну.

Виробнича технологічність проявляється в економії витрат коштів і часу на конструкторську, технологічну підготовку виробництва, процес виготовлення виробу, організацію та управління процесом виробництва.

Експлуатаційна технологічність проявляється в скороченні витрат, коштів і часу на технічне обслуговування і ремонт виробу, а також на підготовчі та заключні роботи, пов'язані з польотом (завантаження і розвантаження літака пасажирями, вантажами, паливом і т.д.). Конструкція машини (літака) повинна бути зручною для обслуговування і ремонтпридатною.

Конструктивні фактори що визначають технологічність конструкції відсіку фюзеляжу Ф2 (далі по тексту - відсік Ф2):

- 1) відсік Ф2 має форму подвійної кривизни;
- 2) відсік Ф2 має раціональне членування: стрингера, шпангоути, обшивки;
- 3) в конструкції відсіку Ф2 широко застосовуються стандартні деталі: болти, заклепки, гайки, анкерні гайки;
- 4) в конструкції відсіку Ф2 уніфіковані наступні елементи конструкції: радіуси, діаметри, крок отворів під заклепки, підсічки, малки;

- 5) такий же відсік Ф2 може застосовуватися на різних модифікаціях літака Ан-70;
- 6) всі стрингера відсіку Ф2 виготовлені з матеріалу 1450Т1.
1450Т1 володіє хорошими характеристиками міцності і має хороші технологічні властивості (обробка різанням, штамповка). Це дозволяє знизити трудомісткість виготовлення даного виробу. Переважне використання матеріалу 1450Т1 дозволяє зменшити обсяг робіт по визначенню раціональних режимів обробки деталей, а також з проектування ТП;
- 7) відсутність надмірно високих вимог до точності розмірів і чистоти обробки поверхні дозволяє зменшити витрати на механічну обробку;
- 8) в конструкції відсіку Ф2 застосовані компенсатори, це дозволяє здійснювати збірку без попередньої підгонки деталей і забезпечує взаємозамінність;
- 9) в конструкції відсіку Ф2 є хороші підходи до місць з'єднань;
- 10) конструкція відсіку Ф2 орієнтована на складання в складальному пристосуванні, так як вона має вихід на аеродинамічний контур;
- 11) взаємозамінність деталей забезпечується методом складання «від обшивки»;
- 12) простота обслуговування в експлуатації;
- 13) припуск виключити не можна, так як він є компенсатором;
- 14) є підходи для свердління по направляючим отворами;
- 15) процес виготовлення відсіку Ф2 механізований.

Ґрунтуючись на даних конструктивних і технологічних факторах, що забезпечують технологічність відсіку Ф2, можна зробити висновок, що дана конструкція технологічна.

Конструкція відсіку Ф2 технологічна, проста в обслуговуванні та ремонті, зручна в експлуатації. При виготовленні в основному застосовується

праця робітників середньої кваліфікації (3-го і 4-го розряду), немає необхідності в особливо складних технологічних процесах і спеціальному обладнанні, а завдяки своїй конструктивній спадкоємності дозволяє істотно спростити складальну оснащення при виготовленні типових літаків.

1.2. Обґрунтування прийнятих рішень розрахунками

1.2.1. Аналіз зовнішніх навантажень, що діють на фюзеляж

Зовнішні та інерційні навантаження, що діють на літак, його вузли і агрегати на різних режимах експлуатації (експлуатаційні навантаження) нормуються. Величини нормованих експлуатаційних навантажень або формули для їх визначення наводяться в нормах льотної придатності. На підставі особливостей навантаження літака, його агрегатів і систем на всіх можливих режимах експлуатації визначаються максимальні експлуатаційні навантаження. Елементи конструкції літака розраховуються на статичну міцність по розрахунковим навантаженням. Для переходу від максимальних експлуатаційних навантажень до розрахункових в НЛП задається коефіцієнт безпеки 1,5. В даному проекті розглядаються польотні і посадочні випадки навантаження фюзеляжу і не розглядаються аварійні (посадка на воду, розгерметизація, ушкодження не локалізованими уламками двигуна і т.д.).

За даним значенням розрахункових навантажень побудовані графіки розподілу зовнішніх навантажень по довжині фюзеляжу проектного виробу (малюнки 1.1 - 1.3). При виборі визначальних розрахункових випадків звертається особлива увага на випадки, в яких:

- 1) значення розрахункових навантажень максимальні;
- 2) має місце, комбіноване навантаження конструкції (в тому числі випадки з надлишковим тиском в герметичній кабіні);
- 3) можливе виникнення високих напруг в елементах конструкції.

Аналізуючи графіки розподілу зовнішніх навантажень по довжині

фюзеляжу, можна виділити найбільш характерні поперечним перерізом для яких значення зовнішніх навантажень або їх результуючих максимальні.

Також береться до уваги комбіноване навантаження конструкції, при якому значення зовнішніх навантажень не максимальні, але можливе виникнення високих напруг в елементах конструкції. Такими перетинами є поперечний переріз фюзеляжу по:

- шпангоуту №26 з боку шпангоута №25;
- шпангоуту №29 з боку шпангоута №28;
- шпангоуту №35 з боку шпангоута №36;
- шпангоуту №41 з боку шпангоута №42;
- шпангоуту №45 з боку шпангоута №46.

У зазначених перетинах можна прогнозувати найбільш високі рівні нормальних і дотичних напружень, внаслідок чого можлива втрата несучої здатності поздовжніх елементів панелей, які працюють на спільну дію стиснення і зсуву, випинання обшивки між заклепками і руйнування конструкції. Особливо це небезпечно для перетинів з вирізами (двері, ніші шасі), в обшивці з незамкнутим контуром (район вантажного люка) при крученні.

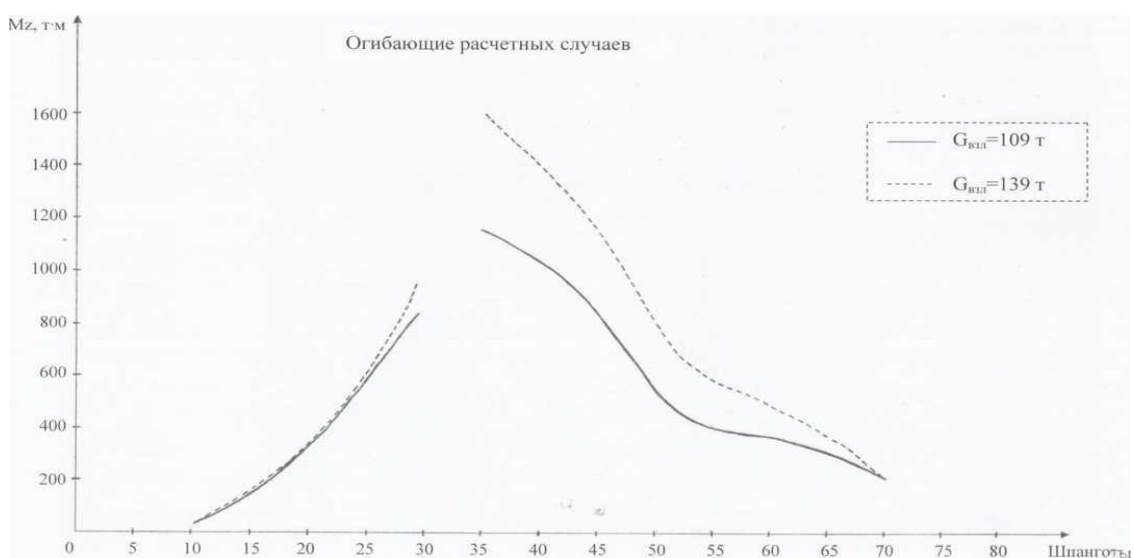


Рисунок 1.1— Збільшення маси літака.

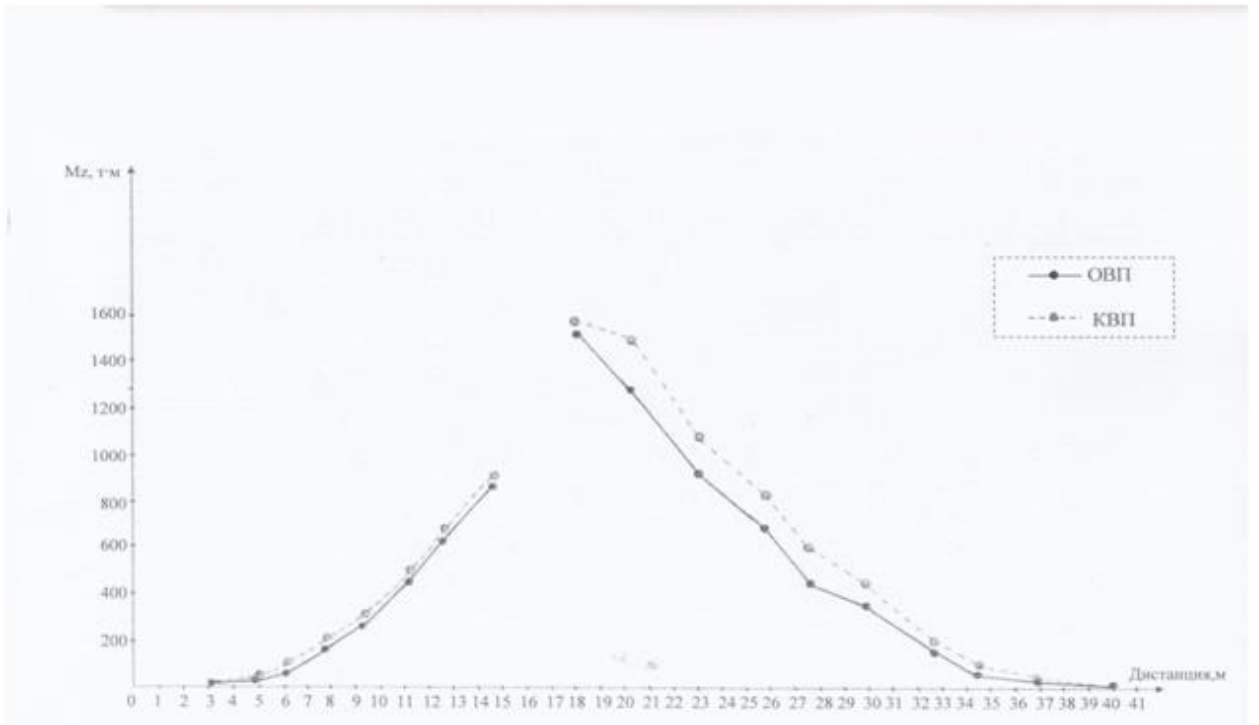


Рисунок 1.2 — Момент навантаження M_z .

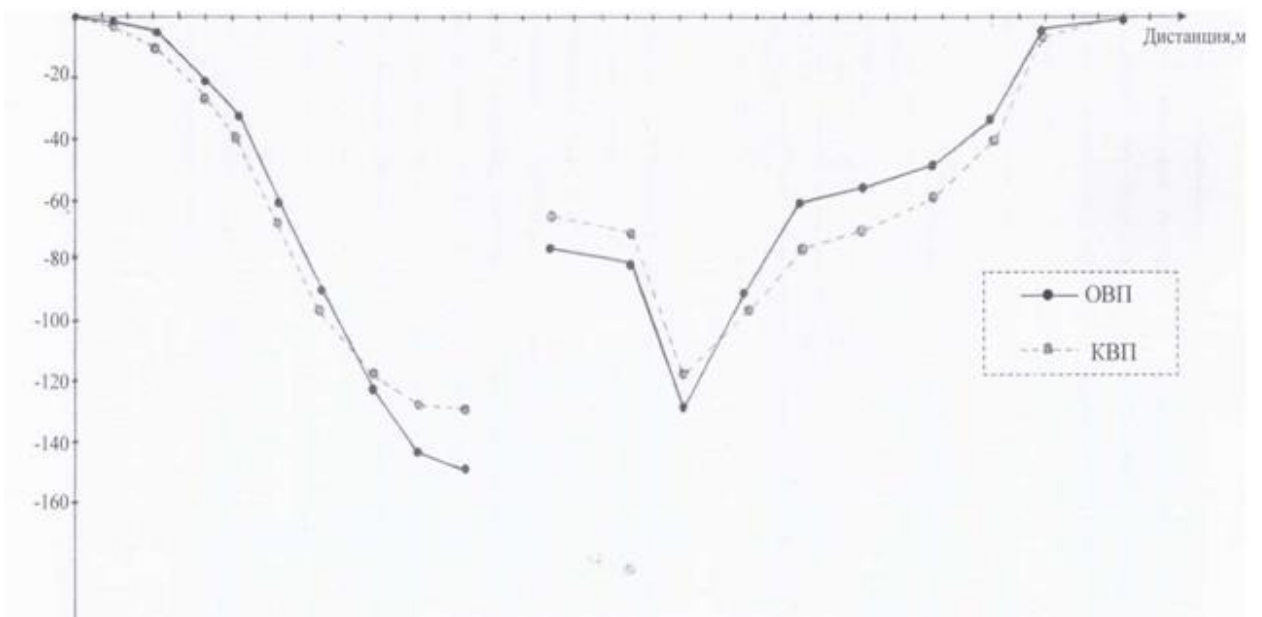


Рисунок 1.3. —Перерізуюча сила

1.2.2 Вибір матеріалів.

Обшивка збірних панелей від шпангоута №1 до шпангоута №74 виконана з обшивочних листів 1163АТВ, 1163АМВ та Д16чАМВ. Типові стрингери виконані з пресованих профілів матеріалів 1450Т1 вище рівня вантажної підлоги і 1933ТЗ нижче рівня вантажної підлоги.

Механічні властивості вищевказаних матеріалів наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Механічні властивості матеріалів

Марка матеріалу	Межа міцності, σ , МПа	Модуль пружності, Е, ГПа
Д 16ч АМВ	420	72
1450Т1	420	72
1933ТЗ	510	74

1.2.3 Розрахунок критичних напружень місцевої втрати стійкості елементів поздовжнього набору обшивки фюзеляжу.

Застосовувані в конструкції обшивки фюзеляжу проектного виробу елементи поздовжнього набору є пресовані профілі, що складаються з тонких пластинок (кутових, тавр, Z-подібний) (малюнки 1.4, 1.5). При поздовжньому стисканні таких елементів поздовжнього набору можлива місцева втрата стійкості - місцеве випинання однієї з пластин профілю з різкою зміною його поперечного перерізу, що веде до вигину і руйнування елемента. Розрахунок критичних напружень місцевої втрати стійкості проводився за методикою, викладеною в РДК 1963 року (Том IV випуск 5) за допомогою експериментальних кривих критичних напружень, побудованих для типових профілів.

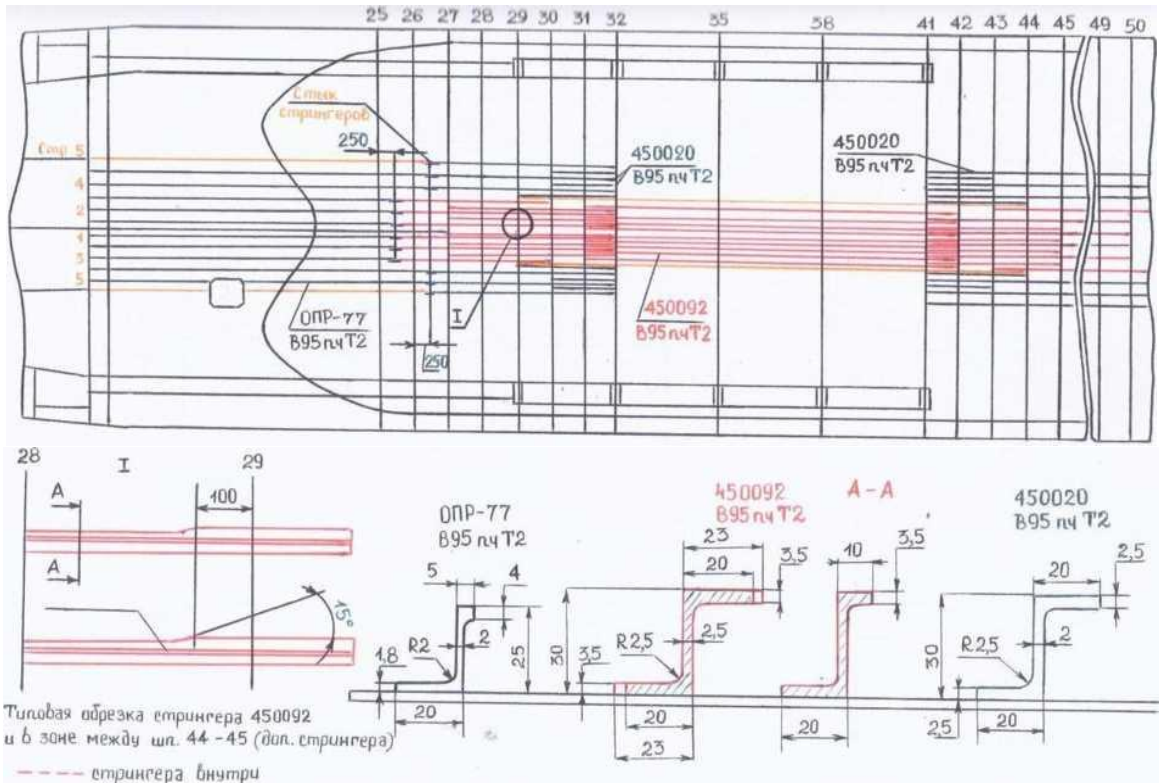


Рисунок 1.4.—Схема усиления стрингерного набора

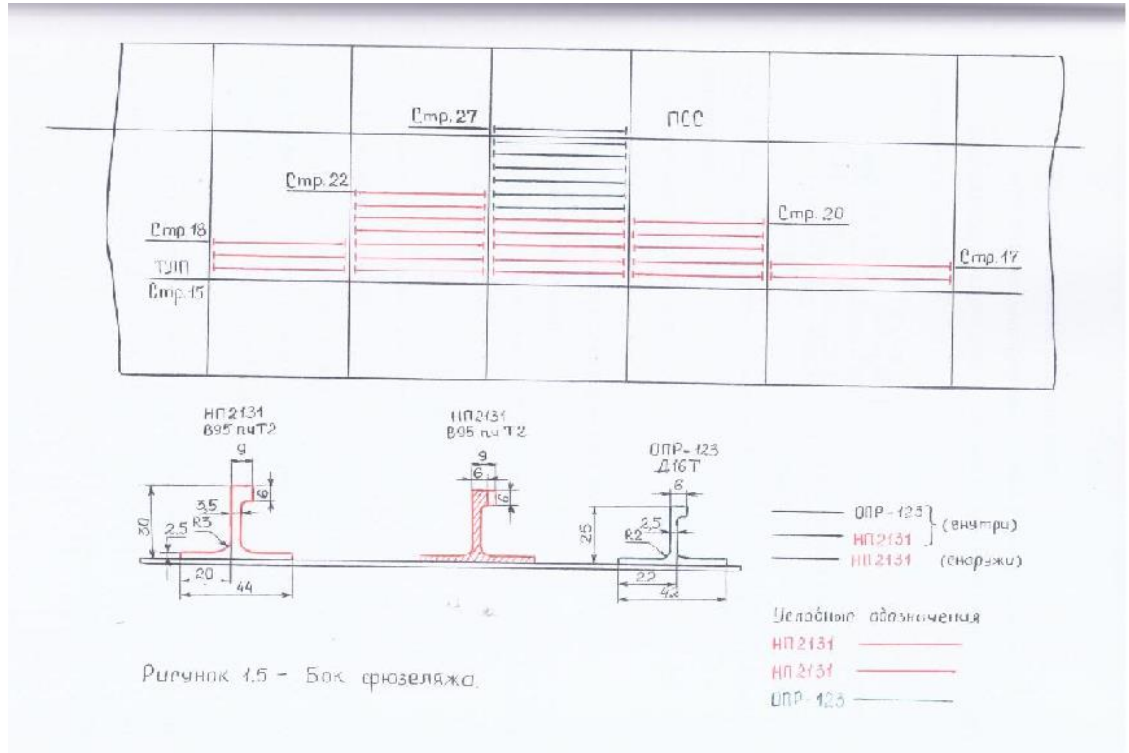


Рисунок 1.5. – Бик фюзеляжу

1.2.4 Розрахунок напружень в стрингерах і обшивці оболонки

фюзеляжу від надлишкового тиску.

Напруження в стрингерах і обшивці від надлишкового тиску визначаємо за формулою:

$$\frac{\Delta p R}{2\delta} \cdot \frac{\left(1 + 2 \cdot \mu \cdot \frac{\delta_{\text{стр}} \cdot E_{\text{стр}}}{\delta_{\text{обш}} \cdot E_{\text{обш}}}\right)}{\left(1 + \frac{\delta_{\text{стр}} \cdot E_{\text{стр}}}{\delta_{\text{обш}} \cdot E_{\text{обш}}}\right)} - \text{повздовжня напруга в обшивці,}$$

де R , $\delta_{\text{обш}}$, $\delta_{\text{стр}}$ - радіус оболонки і реальна товщина обшивки, стрингерів;

Δp - надлишковий тиск.

1.2.5 Визначення критичних напружень стиску обшивки між

заклепками.

Критичні напруги стиснення між заклепками обшивки визначаються за формулою:

$$\delta_E = E \cdot S$$

де E - модуль пружності матеріалу обшивки;

S - товщина обшивки.

При $\delta_3 > \delta_{\text{пц}}$ розрахунок виконується за методикою викладеної в РДК (книга перша). Слід враховувати, що коефіцієнт приведеної довжини приймається $\nu = 0,7$, так як обшивка між заклепками знаходиться в напівзащемленному стані.

Обшивка збірних панелей оболонки фюзеляжу виконана з листового матеріалу 1450Т1 ($a_{02} = 2800$ Па, $a_{\text{пц}} = 2700$ Па, $E = 72$ ГПа) товщиною 1,5, 1,8 і 2,0 мм, крок заклепок $t = 28$ мм, діаметр заклепок $d = 4$ мм.

Значення критичних напружень:

1) $\sigma_{\text{кр}}^E = 3000$ Па - при товщині листа 1,5 мм;

2) $\sigma_{\text{кр}}^E = 3180$ Па - при товщині листа 1,8 мм;

3) $\sigma_{\text{кр}}^E = 3210$ Па - при товщині листа 2,0 мм.

1.2.6 Вибір допустимих напружень.

Значення допустимих нормальних напружень при розтягуванні визначаються за формулою:

$$[\sigma] = \sigma_B \cdot K_{\text{осл}} \cdot K_K,$$

де σ_B - межа міцності для матеріалу елемента;

$K_{\text{осл}}$ - коефіцієнт ослаблення перетину від наявності концентрації напружень;

K_K - коефіцієнт чутливості матеріалу до концентрації напружень.

Дані і результати розрахунку значень допустимих нормальних напружень при розтягуванні для використовуваних матеріалів наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Дані і результати розрахунку допустимих напружень.

Марка матеріалу	σ_B , МПа	$K_{\text{осл}}$	K_K	E, ГПа	$[\sigma]$, Па
Д 16ч АМВ	420	0,92	0,9	72	3478
1450Т1	420	0,92	0,9	72	3478
1933Т3	510	0,92	0,85	74	3988

Для типових розрахункових панелей оболонки фюзеляжу критичні напруги при спільній дії стиснення і зсуву визначаються за діаграм загальної втрати стійкості панелей. Значення напруги в розрахунковій точці відкладаються по осях діаграми. Через отриману точку і початок координат проводиться пряма до перетину з кривою загальної втрати стійкості панелі. Координати точки перетину є критичними напруженнями загальної втрати стійкості.

1.2.7 Критерій руйнування.

Вважається, що розтягнутий або стиснений, але не втративший стійкість смольний підкріплювальний елемент руйнується, якщо середня напруга в його перерізі досягає значення:

$$\sigma = \sigma_B \cdot \varphi_K,$$

σ_B - межа міцності для матеріалу елемента;

φ_k - коефіцієнт, що враховує ослаблення елемента в зв'язку з наявністю отворів під елементи кріплення.

Для панелі обшивки руйнівне напруження обчислюється аналогічно, однак з ним порівнюється інтенсивність напружень в панелі, що обчислюється за середнім напруженням. Для випуклої панелі значення обчислюється поблизу ребер в невивуклій частини.

Руйнування випуклого стрингера контролюється за величиною відносного зближення його кінців. Критерієм (наближеним) його руйнування вважається досягнення деформацією крайнього волокна стрингера межі пропорційності. Для зруйнованих елементів конструкції $\varphi_k=0$ (панель) і $\varphi_k=0$ (стрингер).

1.2.8 Розрахунок перетину оболонки фюзеляжу по шпангоута №35.

Значення розрахункових навантажень в перетині в розрахункових випадках навантаження, вид деформації і запас міцності по елементах конструкції наведені в таблиці 1.3.

Випадки навантаження:

1) 25,427 (с / з від РІО-1 №1/354 від 13.07.2018р):

$Q_x=11.7$ Нм; $M_x=263$ кг· см;

$Q_y=-127$ Н· м; $M_y=-352$ кг· см;

$Q_z=10$ Н· м; $M_z=1410$ кг· см;

2) 25,331 (с/з від РІО-1 №1/354 від 13.07.2018р):

$Q=-152$ Н· м; $M=1490$ кг· см;

3) 25,473 (с/з від РІО-1 №1/503 від 28.09.2018р):

$M=1500$ кг· см.

Таблиця 1.3.

Розрахунок запасу міцності по елементам конструкції

№ перетину по шпангоуту	Розрахунковий випадок	Вид деформації	Елемент конструкції	Запас міцності
26	25,331	Стиснення	Стр. 2 (р.т. 1)	$\eta = \frac{-1800}{-1382} = 1,3$
		Стиснення + зсув	Стр. 19 (р.т. 20)	$\eta = \frac{980^2 + 1240^2}{612^2 + 775^2} = 1,6$
		Розтягнення	Стр. 53 (р.т. 54)	$\eta = \frac{3478}{1413 + 214} > 2$
	25,427	Стиснення	Стр. 2 (р.т. 1)	$\eta = \frac{-1800}{-1389} = 1,3$
		Стиснення + зсув	Стр. 19 (р.т. 20)	$\eta = \frac{900^2 + 1270^2}{613^2 + 854^2} = 1,5$
		Розтягнення	Стр. 53 (р.т. 54)	$\eta = \frac{3478}{1424 + 214} > 2$
	25,491	Стиснення + зсув	Стр. 53 (р.т. 54)	$\eta = \frac{1500^2 + 140^2}{1342^2 + 136^2} = 1,12$
29	25,331	Стиснення + зсув	Стр. 7 (р.т. 8)	$\eta = \frac{1700^2 + 400^2}{1282^2 + 300^2} = 1,3$
		Стиснення	Стр. 1 (р.т. 2)	$\eta = \frac{-3200}{-1378} > 2$
		Розтягнення	Стр. 53 (р.т. 54)	$\eta = \frac{3478}{1174 + 214} > 2$
	25,473	Стиснення + зсув	Стр. 7 (р.т. 8)	$\eta = \frac{1700^2 + 420^2}{1340^2 + 328^2} = 1,27$
		Стиснення	Стр. 1 (р.т. 2)	$\eta = \frac{-3200}{-1440} > 2$
		Стиснення + зсув	Стр. 19 (р.т. 20)	$\eta = \frac{1300^2 + 1050^2}{698^2 + 853^2} = 1,5$
		Розтягнення	Стр. 53 (р.т. 54)	$\eta = \frac{3478}{1224} > 2$
	25,491	Стиснення	Стр. 53 (р.т. 54)	$\eta = \frac{-1500}{-779} = 1,9$

Продовження таблиці 1.3.

№ перетину по шпангоуту	Розрахунковий випадок	Вид деформації	Елемент конструкції	Запас міцності	
35	25,427	Стиснення + зсув	Стр. 0 (р.т. 52)	$\eta = \frac{2700^2+450^2}{2294^2+371^2}=1,18$	
		Стиснення + зсув	Стр. 16 (р.т. 14)	$\eta = \frac{2020^2+870^2}{1987^2+841^2}=1,1$	
		Розтягнення	Стр. 53 (р.т. 51)	$\eta = \frac{3478}{1919 + 214} = 1,6$	
	25,331	Стиснення	Стр. 0 (р.т. 52)	$\eta = \frac{-3200}{-2463} = 1,3$	
		Стиснення + зсув	Стр. 16 (р.т. 14)	$\eta = \frac{1900^2+890^2}{1553^2+709^2}=1,23$	
		Розтягнення	Стр. 53 (р.т. 51)	$\eta = \frac{3478}{2038 + 214} = 1,3$	
	25,473	Стиснення	Стр. 0 (р.т. 52)	$\eta = \frac{-3200}{-2397} = 1,3$	
		Розтягнення	Стр. 53 (р.т. 51)	$\eta = \frac{3478}{2039 + 214} = 1,5$	
		Стиснення+ зсув	Стр. 16 (р.т. 14)	$\eta = \frac{2200^2+500^2}{1500^2+340^2}=1,5$	
		Стиснення+ зсув	Стр. 21 (р.т. 19)	$\eta = \frac{1510^2+710^2}{917^2+442^2}=1,6$	
	41	25,427	Стиснення + зсув	Стр. 16 (р.т. 14)	$\eta = \frac{1870^2+920^2}{1723^2+867^2}=1,08$
			Стиснення + зсув	Стр. 21 (р.т. 19)	$\eta = \frac{1350^2+1000^2}{1295^2+975^2}=1,04$
Стиснення + зсув			Стр. 0 (р.т. 52)	$\eta = \frac{2500^2+630^2}{2008^2+510^2}=1,2$	
Розтягнення			Стр. 53 (р.т. 51)	$\eta = \frac{3478}{1914+214}=1,6$	

Продовження таблиці 1.3.

№ перетину по шпангоуту	Розрахунковий випадок	Вид деформації	Елемент конструкції	Запас міцності
	25,331	Стиснення + зсув	Стр. 16 (р.т. 14)	$\eta = \frac{1800^2+970^2}{1253^2+684^2}=1,43$
		Стиснення + зсув	Стр. 21 (р.т. 19)	$\eta = \frac{1210^2+1110^2}{725^2+797^2}=1,52$
		Стиснення + зсув	Стр. 0 (р.т. 52)	$\eta = \frac{2500^2+630^2}{2008^2+510^2}=1,2$
		Розтягнення	Стр. 53 (р.т. 51)	$\eta = \frac{3478}{1951+214}=1,6$
	25,473	Стиснення + зсув	Стр. 16 (р.т. 14)	$\eta = \frac{1960^2+840^2}{1697^2+714^2}=1,16$
		Стиснення + зсув	Стр. 21 (р.т. 19)	$\eta = \frac{1300^2+1060^2}{1008^2+840^2}=1,28$
		Стиснення	Стр. 0 (р.т. 52)	$\eta = \frac{-2737}{-2736}=1$
		Розтягнення	Стр. 53 (р.т. 51)	$\eta = \frac{3478}{2485}=1,4$
45	25,427	Стиснення + зсув	Стр. 1 (р.т. 2)	$\eta = \frac{1800^2+1230^2}{1352^2+937^2}=1,3$
		Стиснення + зсув	Стр. 25 (р.т. 26)	$\eta = \frac{800^2+1300^2}{526^2+322^2} > 2$
		Розтягнення	Стр. 53 (р.т. 51)	$\eta = \frac{3478}{1562+214}=1,96$
	25,473	Стиснення	Стр. 1 (р.т. 2)	$\eta = \frac{-2737}{-1600}=1,7$
		Стиснення + зсув	Стр. 11 (р.т. 12)	$\eta = \frac{2200^2+610^2}{1298^2+367^2}=1,7$
		Розтягнення	Стр. 53 (р.т. 54)	$\eta = \frac{3478}{1425} > 2$

1.2.9. Розрахунок стінки клепаної частини низу шпангоута №38.

1.2.9.1 Розрахунок стінки на поперечний вигин.

Надмірний тиск на стінку: $\Delta P = 0,885$ Па.

Геометричні характеристики між р. 1-2

$\delta = 0,0015$ м;

$a = 0,7050$ м; $h = 0,815$ м;

$b = 0,0110$ м; $l = 0,128$ м.

Зробимо розрахунок:

$$\frac{b}{\delta} = \frac{11}{0,15} = 73,3; \quad \kappa = \frac{E}{E_{д16Г}} = 1; \quad \frac{a}{b} = \frac{70,5}{11} = 6,4; \quad \sqrt[4]{\frac{K_E}{\Delta P}} = \sqrt[4]{\frac{1}{0,885}} = 1,03.$$

$$30 \cdot 1,03 = 30,9; \quad 50 \cdot 1,03 = 51,5;$$

$$\frac{b}{\delta} > 50 \sqrt[4]{\frac{K_E}{\Delta P}} \text{ мембрана.}$$

$$\sigma_y = k_y^2 \sqrt{k_{розп}} \cdot \left(\frac{b}{\delta}\right)^2,$$

де $k_y = 0,56$ - на кромках;

$k_y = 0,56$ - в середині;

$k_y = 0,43$ - в арці.

$$K_{розп} = \frac{2F+b \cdot \delta}{2(F+b \cdot \delta)} = \frac{2 \cdot 70,5 \cdot 11 + 11 \cdot 0,15}{2(70,5 \cdot 11 + 70,5 \cdot 0,15)} = 0,99; \quad K_{розп} = 1.$$

$$\sigma_y = 0,425 \sqrt[3]{0,99 \cdot 7,2 \cdot 10^5 \cdot 0,885^2 \cdot 73,3^2} = 0,425 \sqrt[3]{29996 \cdot 10^5} = 1442;$$

$$f = k_2 \cdot b \cdot \sqrt[3]{\frac{\Delta P \cdot b}{k_{розп} \cdot E \cdot \delta}} = 0,43 \cdot 11 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,885 \cdot 11}{0,99 \cdot 7,2 \cdot 10^5 \cdot 0,15}}$$
$$= 0,43 \cdot 11 \cdot \sqrt[3]{0,000091} = 0,21.$$

Тоді коефіцієнт запасу дорівнює:

$$\eta = \frac{\sigma_{дод}}{\sigma_H} > 2.$$

1.2.9.2 Кріплення стінки низу зі стійкою

Кріплення стінки зі стійкою здійснюється заклепками 4-9,5-Ан.Оск. ОСТ1 34045-79.

$n = 2$ ряди, $t = 30$.

Розрахунковий випадок E + G + вантаж 12,5 т (клітка між ст. 6-7):

$$q_{max}^{cp} = \frac{261 + 171 + 143}{3} = 192 \frac{кг}{см}$$

$$P_1 = \frac{1,1 \cdot q \cdot t}{m \cdot n} = \frac{1,1 \cdot 192 \cdot 3}{2} = 316 \text{ кг},$$

$$P_{cp}^{d4} = 316 \text{ кг},$$

$$P_{cp}^{d4} = 1,3 \cdot 4350 \cdot 0,4 \cdot 0,15 = 339 \text{ кг}.$$

Тоді коефіцієнт міцності дорівнює:

$$\mu = \frac{339}{317} = 1,07.$$

1.3 Технічні умови на виготовлення відсіку Ф2

Технічні умови (далі по тексту - ТУ) на виготовлення об'єкта складаються з відомостей, що стосуються точності ув'язки, ступеня складальної закінченості, можливих відхилень від креслення, вимог випробувань і контролю.

У зв'язку з цим ТУ можна розділити на три групи:

1) ТУ на відхилення розмірів і обводів агрегату від теоретичного контуру.

Допустимі відхилення обводів агрегату визначаються швидкісними характеристиками літака і розташуванням агрегату.

Для літака Ан-70 $V_{max} = 850$ км / год. Відповідно з цим:

- відхилення від теоретичного контуру не більше ± 2 мм;

- допуск на зміщення осей нервюр від теоретичних осей не більше ± 1 мм;

- допуск на зміщення осі лонжеронів від теоретичної осі не більше ± 1 мм;

- не вказані граничні відхилення розмірів по ОСТ1 00022-80;

2) ТУ на з'єднання деталей:

- граничні відхилення на кроки заклепок в клепаних швах по ОСТ1 00016-71;

- оброблення отворів і установка болтів по ПІ-4;

- гнізда під головки заклепок допускається виконувати зенкуванням; допуск виступання заклепок на більш $\pm 0,2$ мм;

- установка кріплення ОСТ1 11296-74 по КТМ-1895.

3) ТУ на покриття і забарвлення деталей:

- після складання зовнішню поверхню покрити емаллю ЕМ АС-1115 по ОПИ 348-75;

- покриття головок болтів, різьбових частин шайб, які виступають, гайок емаллю ЕМ ХВ-16 сіро-блакитною 224. ОСТ1 90055-72;

- після клепки все заклепочні шви і внутрішні поверхні покрити ґрунтом АК-069 з 1,5% алюмінієвої пудри;

- покриття БЧ деталей внутрішнього набору Ан.Окс.Хр. / гр.Фл-086 з 5% алюмінієвої пудри 132. ОСТ1 90055-72.

Для проектування технологічного процесу велике значення мають вимоги до елементів конструкції, які поступають на збірку.

До вузлів і деталей пред'являються вимоги по міцності, точності, вазі і взаємозамінності. До вузлів і деталей, що створюють обводи агрегату пред'являються ще вимоги так званої «аеродинамічної взаємозамінності», тобто виконання зовнішніх контурів в межах заданої точності.

Загальні вимоги:

1) відповідність, в межах встановлених допусків, фактичних розмірів елемента розмірам креслення;

2) відтворення вимагаємо за кресленням форми всіх геометричних контурів (відповідність плазу);

3) правильність положення всіх геометричних контурів щодо базових осей елемента;

4) використання необхідних матеріалів, виконання заданих умов термообробки;

5) забезпечення необхідної якості поверхні, застосування заданих антикорозійних і декоративних покриттів;

6) забезпечення заданої маси елементів конструкції;

7) забезпечення аеродинамічної взаємозамінності;

8) забезпечення вимог міцності, жорсткості, ресурсу, надійності і т.д.

Існує три технологічні групи за ознакою їх зв'язку з динамічними контурами, стиками і роз'ємами:

перша група - це вузли, пов'язані з формоутворенням зовнішніх поверхонь, тобто з аеродинамічними поверхнями;

друга група - це вузли не пов'язані з обводами агрегату;

третья група - це вузли, що несуть на собі з'єднувальні елементи (стики, роз'єми), а також мають поверхні, пов'язані з аеродинамічними обводами або не зв'язані.

Відсік Ф2 літака Ан-70 належить до першої технологічної групи.

ТУ на складання відсіку Ф2:

1) не вказані граничні відхилення розмірів, форм і розташування поверхонь по ОСТ1 00022-80;

2) деталі БЧ виготовляти по шаблонах з плаза;

3) клепку виконувати по ПП 249-78 і ТИ 36-21-86;

4) металізація по ОСТ1 01025-82 заклепками;

5) гнізда під головки заклепок ОСТ1 34053-85, ОСТ1 34100-80 зенкувати;

6) болти встановлювати по РТМ 1.4.1941-89 на сирому ґрунті ЕП-0215;

7) отвори під болти виконувати по Н7;

- 8) тароване затягування гайок: $M_{кр} = 24,5 - 2,5 \text{ Нм}$;
- 9) покриття головок болтів, гайок, виступаючих різьбових частин - емаллю ЕП-140, темно-зелений по ОСТ1 90055-85.

1.4 Аналіз технологічності об'єкта складання

Технологічність - властивість конструкції, яка закладена в ній при проектуванні і дозволяє отримати виріб з заданим рівнем якісних характеристик і високими техніко-економічними показниками у виробництві і експлуатації.

Технологічність поділяється на виробничу та експлуатаційну.

Під технологічністю конструкції розуміють сукупність властивостей конструкції, виробу, які виявляються у можливості оптимізації затрат праці, засобів, матеріалів та часу при технічній підготовці виробництва, виготовленні, експлуатації та ремонті виробів, що конструємо, при забезпеченні встановлених значень показників якості та прийнятих умовах виготовлення, експлуатації та ремонту.

Технологічність конструкції агрегату визначається формою деталей і вузлів, точністю виготовлення агрегату, конструкцією стиків, способами з'єднання деталей, вузлів і відсіків між собою, матеріалом заготовок і точністю виготовлення деталей.

Зробимо аналіз технологічності конструкції.

Конструкція вузлів і панелей забезпечує можливість максимальної механізації складально-клепальних робіт. Це досягається наступним:

- 1) деталі і вузли мають відкриті двосторонні підходи до місця клепки;
- 2) розміри відповідають характеристикам свердлильного обладнання;
- 3) шви прямолінійні, крок заклепок однаковий;
- 4) заклепки уніфіковані;
- 5) елементи каркасів мають відкриті профілі.

Конструкція деталей забезпечує можливість застосування високопродуктивних технологічних процесів. Деталі виготовляються з

легкооброблювальних матеріалів. Простота конструктивних форм деталей полегшує виготовлення заготівельної оснастки і скорочує її кількість.

Технологічними є конструкції, які володіючи заданими експлуатаційними якостями в процесі виготовлення дозволяють досягти меншою трудомісткості, простоти обробки і збірки, зниження вартості продукції.

Відсік Ф2 являє собою конструкцію за класичною схемою з поздовжнім набором, основу якого складають стрингери, і з поперечним набором, представленим шпангоутами.

Відсік Ф2 має достатню кількість технологічних роз'ємів, що дозволяє розчленувати агрегат і вести паралельну збірку, а значить скоротити цикл збірки. При цьому спрощується складальна оснащення, поліпшуються умови праці збирачів.

Панелювання конструкції і простота її форм дозволила застосувати СЗУ для оброблення отворів і клепальні преси для пресової клепки, що знижує трудомісткість виготовлення.

Більшість деталей відсіку Ф2 виготовлено з листів і профілів з матеріалів 1450Т1.

Багато деталей і вузлів відсіку Ф2 виготовляються із застосуванням добре відпрацьованого процесу клепання (панелі, шпангоути).

Технологічною перевагою конструкції відсіку Ф2 є застосування деталей, виготовлених гнуттям зі сплаву 1450Т1 (стрингери, шпангоути). Це підвищує коефіцієнт використання матеріалу і знижує питому вагу трудомістких механічних робіт.

У конструкції відсіку передбачені технологічні лючки, що дозволяє забезпечити хороший доступ до агрегатів центроплана.

Також технологічність можна оцінювати якісно і кількісно.

Якісна оцінка (добре-погано, допустимо-неприпустимо, краще-гірше) допустима на всіх стадіях проектування, коли при виборі кращого конструкторського рішення не потрібно визначення ступеня відмінності

порівнюваних варіантів.

Кількісна оцінка виконується за прийнятими показниками технологічності за допомогою розрахунку їх значень і ступеня вимог, що задовільняють технологічності конструкції. Така оцінка необхідна для порівняння варіантів технологічності конструкції і планування її підвищення.

Узагальненими стандартними показниками технологічності являються:

- коефіцієнт рівня технологічності по трудомісткості

$$K_{\text{рт}} = \frac{T_{\text{п.в.}}}{T_{\text{б.в.}}} = \frac{2023,2}{1786} \approx 1,2$$

- коефіцієнт рівня технологічності за собівартістю

$$K_{\text{рс}} = \frac{C_{\text{п.в.}}}{C_{\text{б.в.}}} = \frac{486824}{421532} = 1,15$$

де $T_{\text{п.в.}}$ і $C_{\text{п.в.}}$ - трудомісткість і собівартість проектного виробу;
 $T_{\text{б.в.}}$ і $C_{\text{б.в.}}$ - базові показники трудомісткості і собівартості аналога.

Чим нижче ці коефіцієнти, тим краще технологічність конструкції.

Крім узагальнених коефіцієнтів використовують різні безрозмірні приватні коефіцієнти, що показують рівень технологічності за окремими ознаками конструкції:

- коефіцієнт наступності $K_{\text{наст}}$; $K_{\text{наст}} = \frac{123}{189} = 0,65$;

- коефіцієнт панелювання $K_{\text{пан}}$; $K_{\text{пан}} = \frac{48}{76} = 0,63$;

- коефіцієнт стандартизації $K_{\text{станд}}$; $K_{\text{станд}} = \frac{285}{348} = 0,81$;

- коефіцієнт пресової клепки $K_{\text{прес.кл}}$; $K_{\text{прес.кл}} = \frac{1892}{2645} = 0,71$;

- коефіцієнт уніфікації $K_{\text{уніф}}$. $K_{\text{уніф}} = \frac{219}{319} = 0,68$.

Зазначені коефіцієнти для поліпшення технологічності бажано збільшувати. Найбільший ефект може бути досягнутий збільшенням коефіцієнта наступності виробу.

Спираючись на аналіз технологічності робимо висновок, що конструкція центральної частини фюзеляжу (відсіку Ф2) є технологічною і може виготовлятися серійно.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз діючого виробництва та заходи щодо підвищення якості виробу й ефективності виробництва.

На виробництві проводиться планомірна робота по впровадженню навчальної організації праці згідно плану затвердженому начальником цеху та погодженою з лабораторією навчальної організації праці (НОП).

1. Організовано вивчення існуючої організації праці у цеху, розробка та впровадження заходів по навчальній організації праці (НОП).

2. Створені творчі бригади та наглядаючи комісії до заохочення працівників по вдосконаленню організації праці.

3. Розроблені заходи по зниженню трудомісткості, витрати палива, матеріалів, інструментів.

4. Створюються найбільш сприятливі умови праці (чистота, добре освітлення, вентиляція, гардероби та інше).

5. Ведеться виховання працівників та службовців у дусі свідомого відношення до праці, збільшення відповідальності за отримане завдання, суворе дотримання трудової дисципліни.

6. Для покращення продуктивності праці покращується культура праці, тобто: наведення порядку у цеху та на кожному робочому місці, покращення побутових умов (кімнат відпочинку, вмивальників та інше). Робиться озеленіння приміщень та території навколо цеху.

Проблема якості та надійності виробу тісно пов'язана з економікою (ненадійний виріб призводить до великих економічних втрат).

Надійність одне з головних властивостей якості продукту. Надійність визначається як властивість виробу зберігати у встановлених межах значення усіх параметрів, що характеризують здатність виконувати потрібні функції у заданих режимах та умовах застосування.

В залежності від виду виробу його надійність може включати тільки частину основних властивостей: довговічність, ремонтпригодність, збереженість, безвідмовність.

2.2. Розробка й обґрунтування схеми конструктивно-технологічного членування відсіку Ф2

Розробка серійного технологічного процесу складання виробу, проектування і виготовлення спеціального технологічного оснащення становить основу технологічної підготовки виробництва.

Обсяг складальних робіт визначається конструкцією агрегату, фізико-хімічними властивостями матеріалів, з яких він виготовлений, видами заготовок, з яких виготовлені окремі деталі і вузли.

При розробці технології складання необхідно, перш за все, оцінити конструкцію заданого агрегату з точки зору технологічності для найбільш ефективної оптимізації витрат на проектування техпроцесу.

З цією ж метою аналізується конструктивно-технологічна схема членування відсіку.

При одній і тій же схемі агрегату деталі і вузли, що входять до нього можуть мати різну конструкцію, можуть бути з'єднані між собою різними способами, причому всі варіанти конструктивного оформлення агрегату відповідатимуть заданим технологічним умовам. Однак, бажано так вести проектування, щоб була передбачена можливість застосування раціональних методів збирання більшості вузлів, панелей і агрегатів і можливість роздільного їх виготовлення при проектуванні літака; раціональне членування конструкції на самостійні складальні одиниці є одним з основних вимог, що забезпечують технологічності конструкції.

Будь-який літак представляється у вигляді великої і складної технологічної системи. Це пов'язано з тим, що до складу конструкції входить велика кількість підсистем і окремих елементів, зі складним зв'язком між ними. До складу систем входять підсистеми: агрегати, відсіки, секції, панелі і вузли. Найбільш дрібні - це деталі, з яких складаються більш складні системи. Агрегат - найбільша частина планера літака, закінчена в конструктивному і технологічному відношенні: фюзеляж, крило, гондола двигуна, хвостове

оперення. Ступінь членування літака і його агрегатів на секції, панелі і вузли залежить від численних факторів, наприклад, від особливостей конструкції літака в цілому (наявність монолітних панелей і вузлів); габаритів агрегатів і секцій; матеріалів, з яких виготовлені входять в конструкцію деталі; способів з'єднання деталей; програми випуску літаків і ін. Облік більшої частини цих чинників і є основним завданням проектування літака. Раціональне членування конструкції літака на окремі вузли, панелі та секції дозволить значно спростити складання його агрегатів, знизити трудомісткість складальних робіт за рахунок механізації технологічних процесів.

При членуванні конструкції літака на вузли, панелі, секції та агрегати слід враховувати:

- 1) необхідність конструктивних і експлуатаційних роз'ємів;
- 2) доцільність в тій чи іншій мірі членування агрегатів на секції, а секцій на панелі і вузли, виходячи з можливих технологічних процесів і умов виробництва;
- 3) габарити існуючого обладнання, що застосовується для виготовлення деталей і виконання складальних робіт;
- 4) необхідність вибору тієї форми панелей, яка зберігалася б незмінною при виконанні окремих операцій технологічного процесу, а отже, не змінювалися б обводи і розміри панелі;
- 5) доцільність того чи іншого способу панелювання агрегату з точки зору його міцності, можливого ускладнення, погіршення аеродинаміки і взаємозамінності;
- 6) забезпечення зручних підходів до місць з'єднання деталей і виконання монтажних робіт в панелях, секціях і агрегатах.

Для підвищення продуктивності праці при складанні відсіку Ф2 доцільно проводити його членування на окремі більш дрібні підзбірки і деталі. Цим ми збільшуємо фронт робіт і скорочуємо терміни складання виробу.

В основу членування покладені конструктивні, технологічні і експлуатаційні роз'єми:

1) технологічні - визначають за вимогами виробництва (великі габарити агрегатів, труднощі підходу до місць з'єднання складальних одиниць, зміна термінів виробництва і т.д.);

2) конструктивні - обумовлені різкою різницею в конструкції окремих частин літака внаслідок застосування різних конструкційних матеріалів, а також вимогами до рухливості (переміщенню) окремих частин літака і т.д.;

3) експлуатаційні - визначають за вимогами експлуатації виробу (наприклад, заміна агрегатів, наявність підходів для огляду і контролю).

Конструктивні та експлуатаційні роз'єми виконують як роз'ємні з'єднання. Виконання роз'ємних з'єднань ускладнює конструкцію агрегату. Ці роз'єми призначають при проектуванні літака, а технологічні роз'єми залежать від програми виробництва, габаритів окремих складальних одиниць, способів їх з'єднання, можливостей використання засобів автоматизації та механізації робіт. Роз'єми виконують у вигляді нерухомих як роз'ємних, так і нероз'ємних з'єднань.

Раціональне членування конструкції центральній частині фюзеляжу на окремі панелі, вузли і відсіки необхідне для реалізації можливих технологічних процесів і умов праці. При визначенні форм і розмірів панелей і вузлів необхідно враховувати габарити існуючого обладнання для свердлильно-зенковальних і клепальних робіт. Таке виконання конструкції дозволяє застосувати механізоване обладнання та автомати з стандартним оснащенням.

На вибір схеми членування великий вплив робить тип виробництва: масове, серійне, одиночне, дослідне. Серійне виробництво дозволяє широко механізувати і автоматизувати складально-клепальні роботи, розширити фронт робіт і спеціалізувати працю робітників і операторів. В результаті цього підвищується продуктивність праці, скорочується виробничий цикл складання і поліпшується якість продукції.

Разом з тим, при збільшенні ступеня членування, збільшується кількість складальної оснастки і витрати в сфері підготовки основного виробництва.

Доцільна при даній програмі ступінь членування центрального відсіку фюзеляжу і раціональна конструкція агрегатів визначаються на підставі техніко-економічних розрахунків.

Техніко-економічні показники процесу складання в значній мірі залежать від ступеня технологічної досконалості конструкції відсіку, його вузлів і деталей.

Наявність в конструкції вузлів і панелей призводить до скорочення обсягу складальних робіт. Широке членування конструкції, застосування різного виду компенсаторів створюють необмежені можливості механізації і автоматизації складально-клепальних робіт, знижують необхідну точність виготовлення і складання вузлів на проміжних етапах і витрати на загальному складанні відсіку.

2.3. Розробка схеми складання відсіку Ф2 і маршрутний технологічний процес складання. Обґрунтування методу складання і необхідної номенклатури складальних пристроїв.

Технологічний процес складання та його оснащення з початку розроблюють укрупнено, а потім розробляють деталізовану проробку. При укрупненій розробці матеріали оформлюють у вигляді компонування процесу складання вузла.

Схема складання і забезпечення взаємозамінності складальної одиниці є графічним зображенням (у вигляді умовних позначень) послідовності установки елементів конструкції при складанні відсіку Ф2, із зазначенням першоджерел, засобів ув'язки і погодження геометричних параметрів базових поверхонь елементів конструкції, що входять в конструкцію відсіку Ф2. Схема складання описує ієрархічну структуру відсіку Ф2, при заданому технологічному членуванні відсіку і склад складального оснащення, що відповідає певним етапам складання. Схемою складання є ідеологія виконання

операцій, які полягають в порядку виконання окремих операцій технологічного процесу складання відсіку Ф2.

Залежно від наявності різних способів членування відсіку на окремі частини, можна виділити наступні основні схеми складання:

- 1) послідовна;
- 2) паралельна;
- 3) послідовно-паралельна.

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

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

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

З урахуванням обставин, викладених у Проекті, для складання відсіку Ф2 мною обрана послідовно – паралельна схема складання і ув'язки.

Розробивши схему членування конструкції можна приступати до складання схем збирання окремих агрегатів. При цьому треба враховувати окремі критерії оптимальності конкретно прийнятої схеми:

- 1) показники трудомісткості робіт;
- 2) загальний цикл СМР.

Залежно від типу виробництва схеми збірки можуть бути змінені.

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

Типовий технологічний процес складання містить:

- 1) суть операцій і переходів технологічного процесу;
- 2) послідовність виконання операцій процесу складання;
- 3) інструмент і обладнання необхідні для кожної операції;
- 4) норми часу на виконання операцій;
- 5) спеціальність, кількість робітників і розряд робіт;
- 6) операції контролю;
- 7) транспортні і підйомні засоби (кран-балка), що застосовуються при закладці деталей і виїмці готового агрегату з пристосування.

Базою даних для проектування технологічного процесу складання в даному випадку є:

- 1) програма випуску виробів;
- 2) конструкторські креслення відсіку;
- 3) схема членування відсіку;
- 4) схема складання відсіку і ув'язки оснащення;
- 5) ТУ на виготовлення Ф2;
- 6) заводський технологічний процес складання з нормами часу на кожну операцію і послідовністю подачі деталей на складання;
- 7) тарифна сітка.

Розроблений технологічний процес повинен забезпечити:

- 1) максимальну технологічну завершеність вузла, підзбірки (насиченість його найбільшою кількістю деталей);
- 2) мінімальна кількість деталей подаються на складання в стапелі;
- 3) хороші умови роботи складальника-клепальника (зручність підходів до місця збірки, освітленість, положення інструменту, об'єкта збірки, механізація праці та інше);
- 4) найвищу продуктивність праці робітників (механізація і автоматизація свердлильних, зенковальних, клепальних робіт, застосування високопродуктивного інструмента, швидкодіючих фіксаторів пристосування, організація потокової збірки і інше);

5) точність складання і взаємозамінність вузлів, підбірок і агрегату (застосування складальних пристосувань, контрольно-вимірювальних засобів, обробних стендів і ін.).

Норма часу показує, за який проміжок часу може бути виконана дана операція (перехід) незалежно від того, скільки людей необхідно мати на її виконання. Нормування складальних робіт має враховувати умови складання, вагу і габарити виробу, що збирається і вузлів, що входять, так як це визначає необхідну кількість робітників на виконання даної операції. Якщо на виконання даної операції потрібно більше одного робочого, то це обумовлюється в технології.

Нормування технологічних процесів здійснюється за довідниками (нормативам часу).

Нормування технологічного процесу складання відсіку Ф2 здійснюється за укрупненими нормами з округленням, за типовими технологічними процесами і цикловими графіками, які діють на базовому підприємстві.

Оптимальний варіант технологічного процесу складання вибирають виходячи з мінімальної технологічної собівартості, економічної ефективності, капітальних вкладень на устаткування, інструмента для виконання свердлильно-зенкувальних, клепальних та інших операцій.

Розроблена мною схема складання відсіку фюзеляжу Ф2 додається.

2.4. Розробка схеми ув'язування заготівельної і складальної оснастки для низу шпангоута № 38.

Ув'язка - процес перенесення розміру з креслення (плаза) на відповідні пов'язані між собою види заготівельно-штамповочної і складальної оснастки. Сутність ув'язки - забезпечення збігу обводів в розглянутій зоні по всій поверхні каркаса, обшивки, рубильників і координація центрів отворів під стикові болти в зоні стиків агрегатів щодо обводів.

Схема складання повинна відповідати загальному об'єму виробництва, та темпу виробництва – ритму.

В останні роки ведуться інтенсивні роботи по розробці нового методу ув'язки форм та розмірів, який заснований на використанні електронно-обчислювальної техніки для завдання та обробки первинної вихідної інформації. Це координатно-машинний метод на базі ЕОМ.

Цей метод дозволяє широко використовувати засоби механізації та автоматизації техпроцесів на всіх етапах виготовлення оснастки та деталей літака. Він дає можливість паралельно виготовляти весь комплект необхідної оснастки та деталей, що призводить до різкого скорочення термінів підготовки виробництва у 3-5 разів, трудомісткість обробки робочих контурів оснастки зменшується у 10-15 разів. Координатно-машинний метод веде до скорочення числа спеціальних засобів ув'язки, наприклад, технологічних шаблонів на 80-90 %, значно підвищує точність виготовлення та ув'язки.

Сутністю цього методу ув'язки є те, що елементи заготівельної та складальної оснастки, які відповідають елементам (контурам, обводам, поверхням роз'ємів та стиків, розташування систем складальних отворів) конструкції виробу, виконується на обладнанні з числовим програмним керуванням (ЧПК), програма роботи яких отримана на основі аналітично заданих даних. Першоджерелами ув'язки елементів оснастки, а також і деталей конструкції літака є математичні моделі поверхонь та стиків виробу. Дані математичної моделі заносяться у пам'ять ЕОМ, за допомогою якої і складаються програми роботи обладнання з ЧПК.

Координатно-машинний метод ув'язки форм та розмірів дозволяє відмовитись від технологічних ув'язочних шаблонів. Конструктивні плази (КП) використовуються у цьому методі як засоби ув'язки внутрішніх елементів конструкцій (деталей каркаса, систем керування, життєзабезпечення, електро та радіосистем та інше.), а також, як засоби для підготовки програм шляхом зчитування та запису вихідної інформації безпосередньо з КП.

Основою системою координатно-машинного методу є коректно розроблена математична модель аеродинамічних поверхонь, основних частин планера літака, а також їх стиків та роз'ємів. Аналіз координатно-машинного методу показує, що основними етапами техпроцесу, які вносять похибку переносу вихідної інформації про розміри та форми виробів, є: підготовка інформації для обладнання з ЧПК; виготовлення технологічної оснастки та деталей на обладнанні з ЧПК; базування деталей при виготовленні та складанні; контроль готових деталей та складальних одиниць.

На етапі виготовлення деталей конструкції та технологічної оснастки на обладнанні з ЧПК основними операціями будуть: введення інформації з програмоносіїв у блок зчитування пульта керування обладнання з ЧПК; перетворення та посилення керуючої інформації; переміщення виконуючих органів обладнання для утворення безпосередньої обробки деталей або оснастки.

Розрахунки очікуваної точності виготовлення оснастки (оправки, форм-блоки, ложементи, рубильники) на обладнанні з ЧПК показали, що для техпроцесів побудованих на основі аналітичного завдання геометричних розмірів та форм, точність виконання контурів оснастки лежить у межах 0,2 ... 0,3 мм., а для техпроцесів із використанням у якості першоджерела КП точність виконання контурів оснастки складає 0,5 ... 0,6 мм., якщо КП викреслений за допомогою координатографа та 0,6 ... 0,9 мм., якщо КП викреслений вручну.

2.5. Типові операції, складання і нормування маршрутної операційного технологічного процесу складання низу шпангоута № 38.

Варіанти процесу складання будуть відрізнятися також і за ступенем автоматизації та механізації операцій виконання з'єднань. При забезпеченні різноманітними варіантами процесу складання потрібної якості виробів

кращий з них обирається на основі техніко - економічних показників (трудомісткості, собівартості, продуктивності).

Варіанти складання будуть також відрізнятися об'ємом виробничих площин, строками та вартістю підготовки виробництва, циклом складання.

При проектуванні технологічного процесу складання виконуються наступні етапи:

– Вибір схеми базування та складу оснащення складання.

Задачі, які вирішуються на першому етапі:

а) вибір схеми базування елемента складальної одиниці, схеми збірки;

б) вибір конструктивної схеми складальної оснастки;

в) вибір схеми забезпечення точності та взаємозамінюваності та ув'язки технологічної оснастки;

г) розробка технічних умов на постачання деталей та складальних одиниць по етапах складання.

– Визначення послідовності виконання складальних операцій.

Задачі, які вирішуються на другому етапі:

а) вибір можливих послідовностей встановлення елементів складальної одиниці з урахуванням умов їх, базування та доступу до місця встановлення;

б) вибір можливих послідовностей виконання операцій з'єднання (клепання, герметизації);

в) вибір оптимальної послідовності виконання усіх операцій складання.

– Проектування робочого технологічного процесу складання.

Задачі, які вирішуються на третьому етапі:

а) визначення складу операцій робочої оснастки, інструменту, обладнання та допоміжних матеріалів;

б) визначення складу та кваліфікації виконавців;

в) розрахунок режимів та нормування операцій складання;

г) розрахунок техніко - економічних показників, вибір оптимального варіанту технологічного процесу;

д) оформлення карт технологічного процесу складання.

Вихідні дані, які вимагаються для розробки технологічного процесу (далі по тексту ТП) складання низу шпангоута № 38:

– Креслення складальної одиниці, конструкторсько-технологічна специфікація (далі по тексту КТС).

– Вимоги до якості виготовлення виробів, які визначаються кресленням та технічними умовами (ВГТ, ВГК, технічне бюро цеху).

– Виробнича програма випуску. Об'єм виробництва.

– Характеристика обладнання, яке є та вимагається.

– Характеристика та розміри виробничих площин, приміщень.

– Характеристика міжцехових транспортних засобів.

– Кількість та кваліфікацію робітників.

– Відомості постачання деталей та вузлів на складання, КТС.

– Галузеві каталоги інструменту, засобів, обладнання.

– Інструкція по техніці безпеки та протипожежної безпеки.

– Нормативні довідники по нормуванню операцій складання.

– Директивні технологічні матеріали та рекомендації "НИАТ", "ВИ-АМ", "РТМ".

Технологічна карта складання вміщує:

– Дані про складальну одиницю (номер креслення агрегату, деталей, нормалей)

– Дані про склад та послідовність виконання операцій та переходів, а також про особливості їх виконання (способи встановлення, базування, контролю, робот по доведенню та інше.).

– Дані про склад засобів оснащення (шифри обладнання, інструменту, оснастки).

– Дані про допоміжні матеріали.

– Дані про кваліфікацію виконавців.

– Дані про норми часу.

- Організаційні, технічні дані (номер цеху, ділянки, робочого місця та операцій технологічного процесу).
- Дані про зміну технологічного процесу.
- Дати оформлення та прізвища з підписами розробників та посадових осіб, які затверджують технологічний процес.
- Карти технологічного процесу (технічний й юридичний документ), регламентують виробничу діяльність при виготовленні виробу.

ТП складання містить:

- 1) склад і послідовність виконання операцій, переходів і особливості ТП складання (способи установки, базування, фіксації, підготовки деталей до з'єднання, з'єднання, контроль);
- 2) необхідне обладнання, складальну оснастку за кожною операцією;
- 3) методи та засоби контролю операцій;
- 4) транспортні та підйомні засоби;
- 5) розряд робіт і спеціальність робітника;
- 6) норми часу на виконання операцій;
- 7) організаційно-технічні відомості;
- 8) інструкції з техніки безпеки.

Варіанти технологічного процесу виконання складально-клепальних робіт можуть відрізнятися:

- видом застосовуваного обладнання, оснащення та інструменту;
- характером підготовки деталей до складання;
- формою організації виробництва і т.д.

Вибір оптимального варіанту ТП залежить від річної програми випуску, а отже, і типу виробництва.

Оптимальний варіант ТП повинен мати найменшу трудомісткість, мінімальну собівартість, максимальну продуктивність праці, хороші умови праці робітників (механізація і автоматизація виробничого процесу,

зменшення ручної праці, відсутність шкідливих умов праці), при тому він повинен мати якомога менші терміни окупності устаткування, оснащення, верстатів та інструменту.

Нормування технологічного процесу здійснюється за довідниками (нормативами часу) галузі і повинно враховувати застосування високовиробничого обладнання, інструменту, умов складання, вагу та габарити виробу, що збирається, та інші специфічні фактори (використання прогресивних прийомів, досвіду працівників та інше).

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

На вибір інструменту та обладнання впливає конструкція виробу, матеріал деталей, їх термічний стан, а також метод складання. При складанні відсіків фюзеляжу можливе застосування автоматизації свердлення та клепання при виготовленні панелей, шпангоутів, балок. При стиковці відсіків застосовується ручний інструмент, який забезпечує високу якість робіт, що виконуються та мінімальну трудомісткість - це пневматичний дріль та пневматичний молоток.

Пневматична дріль СН 11-6- 3600 застосовується при складальних роботах, для свердлення отворів діаметром від 1 до 16 мм у різних матеріалах. Пневматичні дрилі мають багато переваг перед електричними: плавність зміни сили та частоти обертання, безвідмовність, компактність.

Пневматичний молоток КМП 11-0,25 надійний у роботі та простий у будові, малогабаритний, компактний, знаходить застосування у важкодоступних місцях. Принцип роботи полягає у застосуванні стисненого повітря (5 атм.) для надання поршню в циліндрі обернено - поступального руху.

При клепанні стиків відсіку Ф2 можливе застосування клепання розкаткою.

Показники контролю встановлюються на основі вимог креслення та технічних умов (ТУ).

Для виконання операцій контролю застосовуються:

- універсальний інструмент (лінійка, щуп, мікрометр, кутомір, індикатор);
- граничний інструмент (шаблони, радіусоміри та інше);
- спеціальні контрольні прилади (лазерний нівелір ЛГС-Ш та лазерні центруючі, вимірюючі системи-ЛЦВС) для контролю стикування відсіків фюзеляжу та для контролю монтажу стикувального стенда.

В агрегатне-складальних цехах контролю підлягають: складальна оснастка, тиск повітря у мережі, стан інструменту, якість клепаання вузлів та зборки.

На складальних операціях перевіряються: якість просвердлених та роззенкованих отворів під заклепки, крок отворів та прямолінійність їх розташування, якість клепаання, правильність з'єднання вузлів, проводок, кріплення обладнання.

В залежності від стадії виготовлення вузла, агрегату, контроль підрозділяється на :

- попередній;
- операційний;
- кінцевий.

Попередній контроль здійснюється робітником та спрямований на усунення причин, які викликають брак та застосовується для перевірки стану обладнання.

Операційний контроль здійснюється контролером на операціях які відрізняються підвищеною точністю, на операціях при яких отримують високу чистоту поверхні та точність обводів, на операціях, якість яких не можливо перевірити пізніше.

Кінцевий контроль застосовується для перевірки якості вузла, агрегату. Він здійснюється тільки робітничим відділу технічного контролю (ВТК).

2.7. Операційний технологічний процес для складання низу шпангоута №38

1. Підгонка панелей, деталей, вузлів і попереднього складання технологічними болтами або фіксаторами.

Підгонку і попереднє складання за допомогою технологічних болтів або фіксаторів, а також контроль якості підгонки, виконувати згідно з кресленням і інструкцією на установку кріплення.

2. Свердління і зенкування отворів.

При виконанні клеї-клепального з'єднання по методу клепання по сирому клею при попередньому складанні з'єднання, всі отвори згідно з кресленням крім отворів під заклепки металізації, свердлити і зенкувати в остаточний розмір. Отвори під заклепки металізації свердлити діаметром на 0,5-1,0 мм менше креслярського. В остаточний розмір розсвердлювати після полімеризації клею ВК-9 (ВК-27). При виконанні клеє-клепального з'єднання по методу клепання після полімеризації клею ВК-9 (ВК-27) при попередньому складанні з'єднань свердлити отвори тільки під технологічне кріплення. При цьому діаметр отворів повинен бути на 0,5-1,0 мм менше креслярського.

Свердління і зенкування інших отворів згідно з кресленням виконувати після полімеризації клею.

3. Розбирання з'єднань, зачистка задирок, видалення стружки, пилу.

При зачистці задирок не допускається порушення цілісності і подряпин підшар клею ВК-25. Пил і стружку видаляти пиłosосом і м'якими волосяними китицями.

4. Підготовка поверхні клею ВК-25 під нанесення клею ВК-9 (ВК-27).

Перед нанесенням клею ВК-9 (ВК-27) підшар клею ВК-25 обидві з'єднувальні поверхні зашкурити за допомогою пневмо-полірувальної машинки ШТМ-1 або вручну наждачним папером №5 до видалення глянцею. Зачистка підшару клею ВК-25 до анодного шару не допускається. Продукти

зашкурювання видалити пирососом або чистим волосяним пензлем. Зашкуренну поверхню клею ВК-25 знежирити чистими бязевими серветками, змоченими нефрасом і віджати. Сушити не менше 30 хв. Провести контроль чистоти поверхні чистими серветками.

5. Нанесення клею ВК-9 (ВК-27).

Нанесення клею проводити при температурі від 15 °С до 30 °С при відносній вологості не вище 75%.

6. Складання деталей, що з'єднуються технологічними болтами або пружинними фіксаторами і полімеризація клею.

Постановку і затяжку технологічного кріплення виконувати в період життєздатності клею ВК-9 (ВК-27). Технологічне кріплення, що використовується для стиснення деталей, що з'єднуються, встановлювати з кроком не більше 100 мм. При товщині листів, що з'єднуються 1,5 мм і менше; при товщині листів, що з'єднуються більше 1,5 мм допускається крок до 160 мм. При з'єднанні деталей (панелей) двох- і трирядними клею-клепальними швами технологічне кріплення встановлювати в шаховому порядку.

У зоні рубильників встановлювати по два технологічних болта справа і зліва на мінімально можливій відстані від рубильника. На кінцях клеї-клепального шва повинно бути встановлене технологічне кріплення на відстані не більше 20 мм від краю. У місцях, де не передбачено кресленням отвір, стиснення пакету забезпечити струбцинами або іншими пристосуваннями залежно від можливості підходу.

Для надійного стиснення пакету і формування клейового шару оптимальної товщини технологічні болти затягувати до повного витискування надлишків клею ВК-9 (ВК-27). По мірі видавлювання надлишків клею болти необхідно періодично, через 10-15 хв. підтягувати. До видавлювання надлишків клею і утворення суцільного валика уздовж стику, виконання klepanня не допускається. Якщо при підтягуванні технологічних болтів або дії пружинних фіксаторів клейовий валик не виникає, стик необхідно розібрати і повторити операції п. 4. і п. 5.

Провести контроль якості складання стику. Уздовж кромки листів, що з'єднуються з обох сторін повинен утворитися валик клею ВК-9 (ВК-27). Зазорів між листами, що з'єднуються, незаповнених клеєм, не повинно бути.

Після остаточної затяжки болтів і контролю якості стиснення пакету надлишки видавленого клею видалити неметалевим шпателем і бязевими серветками, змоченими ацетоном і віджатими. Полімеризацію клею ВК-9 (ВК-27) виконувати по одному з двох режимів:

- 1) температура 15-30 °С, час 24 год.;
- 2) температура 60 ± 5 °С, час 1 год.

7. Клепання з'єднання.

При виконанні клею-клепального з'єднання по методу клепання по сирому клею, в тому числі по контрольним отворах, виконувати в період життєздатності клею ВК-9 (ВК-27) (орієнтовно 2,5 години при 18-23 °С). Для виконання якісного клепання торці заклепок протирати серветками, змоченими ацетоном і віджатими, видаляючи клей з торців. Надлишки клею, видавленого із з'єднання в процесі клепання, повинні бути ретельно видалені неметалевим шпателем, потім бязевими серветками, змоченими ацетоном і віджатими.

При виконанні з'єднань по методу клепання по полімеризованому клею оброблення отворів по кресленням і клепку робити протягом 24 годин після закінчення полімеризації. Для забезпечення герметичності з'єднання при клепанні по полімеризованому клею застосовувати заклепки з компенсатором. Заміну технологічного кріплення заклепками при клепанні по сирому клею виконувати в період життєздатності клею ВК-9 (ВК-27), а при клепанні по полімеризованому клею протягом 24 годин після полімеризації.

При клепанні по сирому клею оброблення, зенковку отворів і установку заклепок металізації виконувати протягом 24 годин після повної полімеризації клею К-9 (ВК-27). В якості заклепок металізації використовувати заклепки з компенсатором.

8. Герметизація клейових швів для захисту від вологи.

Клеє-клепальний шов повинен бути захищений з зовнішньої і внутрішньої сторін валиком герметика ВТЕФ-1.

9. Контроль якості виконання клеє-клепального з'єднання

Операції виконання клею-клепального з'єднання контролюються БТК з закриттям операцій в технологічному паспорті. Паралельно виконанню клею-клепального з'єднання виготовити зразки-свідки. Підготовку поверхні, нанесення і термообробку підшару клею ВК-25, нанесення клею ВК-9 (ВК-27) і клепаання зразків-свідків проводити одночасно з відповідними операціями виконання клею-клепального з'єднання.

2.8. Розробка схеми базування при складанні відсіку Ф2.

Складання - сукупність технологічних операцій по встановленню деталей у складальному пристрої й з'єднання їх у вузли, панелі, секції, агрегати ЛА.

Вибір методу складання здійснюється з урахуванням приналежності конструкції до відповідного класу і групи об'єктів складання (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1– Класифікація об'єктів складання ЛА

З урахуванням рисунку 2.1, розглянута в Проекті конструкція агрегату відноситься до класу 4, і 5 -ї групи об'єктів складання.

В залежності від способу базування деталі в процесі складання можливі 2 групи методів складання:

1) деталі встановлюються по базах розташованим на основній (базовій) деталі:

- метод складання по складальних отворах (СО);
- метод складання по базових отворах БО (на об'ємних деталях);
- метод складання по розмітці на базовій деталі;
- метод складання по базовим поверхням базової деталі.

2) деталі чи вузли встановлюються по базах розташованим на спеціальних носіях розмірів-складальних пристосуваннях (СП):

- метод складання в пристосуванні з базою "від обшивки";
- метод складання в пристосуванні з базою "від каркаса";
- метод складання в пристосуванні з базою по координатно-фіксуючим отворах (КФО);
- метод складання в пристосуванні з базою по отворах під стикові болти (ОСБ).

Методи складання вибирають в залежності від конструкції літака. В той же час метод складання може вплинути на конструкцію, в результаті чого конструкцію змінюють відповідно до вимог технології виробництва.

Вибір методу складання відсіку проводиться з урахуванням наступних конструктивно-технологічних параметрів:

- конструктивно-технологічне членування конструкції;
- геометричні розміри і форма;
- наявність компенсуючих елементів конструкції, які забезпечують отримання заданих геометричних параметрів;
- види і способи з'єднань елементів між собою;
- наявність підходів до елементів конструкції, використовуваних, як складальних баз.

Застосування того чи іншого методу складання для даного вузла визначається:

1) точністю вузла, що збирається відповідно до ТУ на його виготовлення;

2) економічною доцільністю при рівноцінних за точністю декількох методів складання.

Порівняльна оцінка методів складання приведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Точність методів базування

№ п/п	Метод базування	Точність зовнішнього обводу, мм
1	По зовнішній поверхні обшивки або «від обшивки»	0,7
2	По поверхні каркаса або «від каркаса»	1,5
3	За макетною нервюрою (по внутрішній поверхні обшивки)	0,2
4	За складальними отворами (СО)	0,3
5	По координатно-фіксуєчим отворами (КФО)	0,25

Для досягнення необхідної точності по аеродинамічному обводу, а також взаємозамінності по площині стику, вузлів навішування предкрилків і елеронів, складання відсіку Ф2 необхідно виробляти в складальному пристосуванні з базою «від обшивки». Складання в пристрої не тільки збільшує точність, а також збільшує продуктивність праці при складанні, і дозволяє використовувати робітників з середньою кваліфікацією.

При методі складання в пристосуванні з базою від обшивки, обшивка або панель притискається зовнішнім обводом до опорних поверхонь пристосування (рубильників) на період з'єднання її з каркасом. Контури ложементів або рубильників, на які лягає обшивка, відповідають зовнішнім теоретичним обводам відсіку Ф2. Точність обводів зібраного агрегату залежить тільки від точності виготовлення рубильників або ложементів і обшивки, так як похибки виготовлення деталей і вузлів усуваються пластичними деформаціями і компенсаторами - елементами конструкції, призначеними для з'єднання панелей зі шпангоутами.

При складанні шпангоутів я застосовую метод складання по складальним отворах (СО). Складання по складальним отворах полягає в здійсненні установки в правильному взаєморозміщенні деталей, що збираються шляхом поєднання отворів в опорних елементах (базових деталях або фіксаторах пристосувань) та сполучаються з ними деталями для подальшого скріплення їх штирями-фіксаторами.

При неможливості вибору тільки одного методу складання, застосовують комбінований метод, що полягає у використанні декількох видів складальних баз. При використанні декількох видів баз, тобто комбінованого способу базування елементів, основним способом базування вважають той, при якому безпосередньо формується аеродинамічний обвід конструкції.

Деталі поперечного набору каркаса встановлюють в пристосуванні (рисунок 2.1) і фіксують їх за спеціальними координатно-фіксуєчим отворами (КФО) на період з'єднання з деталями каркаса. Такі деталі надходять на складання з просвердленими в них координатно-фіксуєчим отворами, такі ж отвори є і в елементах складального пристосування.

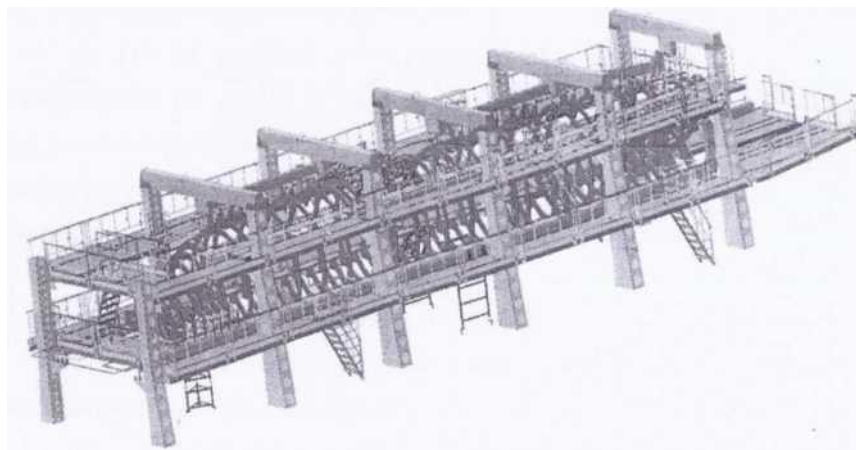


Рисунок 2.1 – Складальне пристосування для складання фюзеляжу

2.9. Розробка ТУ на проектування і конструкцію пристосувань для складання відсіку Ф2

Складальний пристрій – пристрій конструкція якого забезпечує правильне взаємне розташування, фіксацію та з'єднання складальних одиниць (деталей, вузлів, відсіків) літака із заданою точністю.

Після розробки ТП складаються технічні умови на поставку деталей, вузлів і агрегатів з урахуванням конструктивних, технологічних і експлуатаційних вимог. Зазвичай складанням ТУ займається технічний відділ того цеху, який веде складання даного вузла або відділ головного технолога. В ТУ вказується стан поставки деталей: цех- постачальник і цех-споживач, номер креслення, кількість деталей.

ТУ складаються тільки в тих випадках, якщо поставляються деталі за розмірами відрізняються від вимог креслення. Отже цех- постачальник, не маючи ТУ на поставку деталей і вузлів, подає їх цеху- споживачеві відповідно до креслень.

В ТУ на поставку обумовлюють ступінь готовності деталей, відповідність їх форми і розмірів даними креслення, дотримання в межах допусків їх фактичних розмірів, наявність передбачених мінімальних припусків, використання матеріалів відповідних марок, забезпечення необхідної якості поверхонь і заданої маси, що забезпечує можливість складання без підгонів, деформацій і значних внутрішніх напружень.

Вузли і деталі, що поступають на складання секцій і агрегатів повинні задовольняти вимогам міцності, точності, взаємозамінності.

До деталей, що надходять на складання, висуваються такі вимоги:

- 1) дотримання габаритних лінійних розмірів деталей в межах допусків і ТУ для виключення підрізування, обпиловки і іншої підгонки;
- 2) дотримання розмірів рельєфу і форми - площинності, прямолінійності або криволінійності, глибини підсічок і т. д. ;
- 3) дотримання положення складальних, інструментальних, направляючих отворів, їх розташування щодо баз і контурів, їх кроку, перемички, числа і т. д. ;

4) матеріали і напівфабрикати, які застосовуються при виготовленні деталей відсіку Ф2, повинні задовольняти кресленням, ТУ, галузевим і державним стандартам;

5) відповідна термічна обробка матеріалів деталі;

6) чистота поверхні;

7) відсутність поверхневих ушкоджень, рисок, подряпин;

8) всі деталі в межах допусків, встановлених ваговим контролем;

9) відповідне антикорозійне покриття.

Вузли, з яких складається відсік Ф2, відносяться до першої технологічної групи. Це пов'язані і не пов'язані з обводами літака вузли, що несуть на собі елементи, що використовуються для з'єднань даного відсіку або агрегату з іншими відсіками і агрегатами (Ф1, Ф3, ЦЧК). Ці сполуки можуть бути рухомими або нерухомими.

При стикуванні підбірок в агрегаті необхідно забезпечити щільність прилягання по всьому контуру, відсутність сходинки по обводу в місці стику і співвісність положення з'єднувальних елементів.

Для забезпечення щільності прилягання підбірок, що стикуються необхідне виконання наступних вимог:

- площинність вузла в зібраному вигляді;

- точність розмірів по контуру профілю щодо конструкторських баз (осей симетрії, будівельної горизонталі) або технологічних баз (базових отворів);

- точність малки по контуру в межах допусків на малку.

Крім щільного прилягання поверхонь при стикуванні секцій між собою повинні збігатися стикові вузли і осі отворів з'єднувальних секцій.

Основні ТУ на поставку деталей:

1) на всіх деталях агрегату в процесі виробництва, зберігання, транспортування та експлуатації не допускаються механічні пошкодження (подряпини, зазори, забоїни і ін.);

2) не допускається порушення антикорозійного покриття на всіх деталях агрегату;

3) покриття деталей відсіку: Ан.Окс.Нхр, ґрунт ФЛ-086.204 по ОСТ1 90055-85;

4) при базуванні по технологічним отворах, в деталях які надходять на складання повинні бути попередньо розкриті КФО, СО, БО;

5) шорсткість оброблюваних поверхонь деталей відсіку - Ra 6,3;

6) деталі відсіку з Д16АМВ розжарювати, група контролю 2Б по ОСТ1 00221-05;

7) таврувати і маркувати по ОПИ-63, шрифт ПО-3 Т2У30-62.

Розробка ТУ на проектування складального пристосування для збірки відсіку Ф2

У пристосуванні положення зібраних елементів конструкції літака фіксується щодо головних базових осей відсіку або агрегату, його аеродинамічного обводу, площині стику, вузлів навішування елеронів і передкрилка. Після фіксації складальних елементів в пристосуванні вони збираються в єдине ціле. З'єднання можуть бути роз'ємні і змішані. Безперервне підвищення вимог до точності та взаємозамінності зібраних елементів конструкції літака, до зростання продуктивності праці обумовлює не тільки збільшення кількості складальних пристосувань у виробництві, а й більш високі технічні вимоги до них.

Вимоги до складальних пристосувань для складання відсіку Ф2:

1) забезпечення заданої ТУ точності складання вузла, панелі, відсіку або агрегату літака, яка повинна бути ув'язана зі ступенем точності зібраного пристосування;

2) стапель для складання відсіку Ф2 повинен забезпечувати точність по аеродинамічному контуру $\pm 0,5$ мм, по вузлах навішування елеронів і передкрилка $\pm 0,5$ мм, точність установки нервюр ± 1 мм, по установці площини стику $\pm 0,3$ мм ;

3) забезпечувати мінімум таких операцій як: вимір, розмітка, підгонка по місцю;

4) збереження точності складального пристосування протягом усього періоду експлуатації між регламентними оглядами і ремонтами;

5) збереження стабільності базових точок, вузлів і поверхонь, заданих ТУ на складання вузла, панелі, відсіку і агрегату, і надійність фіксації зібраних елементів протягом усього періоду експлуатації пристосування;

6) постійність заданих розмірів незалежно від коливань температури;

7) використання в конструкції складального пристосування можливо більшої кількості стандартизованих елементів для здешевлення пристосування і скорочення термінів їх проектування і виготовлення;

8) раціональні розміри пристосування, з метою кращого використання виробничих площ;

9) забезпечення для підвищення складальних робіт найбільш вільних підходів до робочих зон, гарного освітлення, мінімального часу на фіксацію і розфіксацію виробу, що складається, зручність використання інструменту і засобів механізації праці, а також знімання складальних елементів конструкції літака.

Складання відсіку Ф2 в пристосуванні проводиться з базуванням «від обшивки». Відсік Ф2 в складальному пристосуванні розташований в горизонтальному положенні. На складання в стапель по черзі подаються деталі і вузли; обшивки зі стрингерами, шпангоути, настил підлоги. Виймка готового агрегату проводиться шляхом розфіксації фіксаторів і підняття рубильників складального пристосування за допомогою кран-балки.

До стапеля підведена електроенергія для освітлення та розміщені колонки зі стисненим повітрям для пневмоінструменту.

2.10. Розробка конструкції складального пристосування для складання низу шпангоута №38

Існують наступні види складальної оснастки:

- 1) спеціальне складальне пристосування для збірки елеронів, закрилків, передкрилків і т.д.;
- 2) спеціалізовані або групові складальні пристосування для збірки нервюр, шпангоутів, лонжеронів і т.д.;
- 3) універсальні складальні пристосування (переналагоджувані);
- 4) стапеля - для складання великогабаритних складальних одиниць (Ф1, Ф2, Ф-3, ВЧК, СЧК, центроплан);
- 5) стикувальні стенди для стикування відсіків і агрегатів, зібраних в стапелях (стенд стикування відсіків фюзеляжу Ф1, Ф2, Ф3);
- 6) обробні стенди - для оброблення роз'ємів відсіків і забезпечення взаємозамінності при стикуванні відсіків.

Для складання низу шпангоута №38 використовується спеціалізоване складальне пристосування.

Для проектування конструкції складального пристосування необхідні такі вихідні дані:

- 1) креслення виробу, що складається, КТС, ТУ на складання;
- 2) укрупнений технологічний процес складання, з якого визначається:
 - номенклатура (перелік) та вид поставки елементів на складання;
 - послідовність установки і фіксації в пристосуванні зібраних елементів;
 - кількість і вид з'єднувальних елементів;
 - засоби, що використовуються для механізації процесу складання;
 - трудомісткість і цикл операцій складання виробу;
- 3) ТУ на проектування складального пристосування;
- 4) альбом креслень стандартизованих і нормалізованих деталей і вузлів типових компоновок, нормалізованих пристосувань.

Конструктивна схема складального пристосування визначається габаритами, конструкцією і способами базування виробу, що збирається, а також способом ув'язки оснащення, річною програмою випуску виробу і т.д.

Складальні пристосування і підтримуючі пристрої, що застосовуються в цехах вузлового і агрегатного складання літаків, бувають різної конструкції.

Незалежно від призначення і конструкції будь-який пристрій складається з наступних основних елементів:

- 1) каркасу, на якому монтуються всі елементи пристосування;
- 2) рубильників і ложементів для фіксації по обводам виробу, що збирається в пристосуванні;
- 3) фіксаторів і вузлів для кріплення і фіксації окремих деталей в складальному положенні;
- 4) плит стику для фіксації стикових вузлів відсіків і агрегатів в пристосуванні по площинах стиків і роз'ємів;
- 5) вузлів і механізмів для установки, підйому і закріплення рубильників;
- 6) плит стику і елементів устаткування (вилки, втулки).

Велика частина елементів і деталей складальних пристосувань нормалізована і стандартизована, методи монтажу та ув'язки пристроїв висвітлені в літературі. При наявності креслень нормалізованих елементів складальної оснастки можна спроектувати, скомпонувати необхідне пристосування і змонтувати його з заздалегідь виготовлених нормалізованих елементів. Розробка ведеться на підставі дотримання принципів базування: єдності, постійності та суміщення баз.

З метою дотримання принципу єдності баз слід за базові осі складального пристосування приймати осі симетрії і будівельні горизонталі агрегатів літака. В якості основної базової горизонталі приймається будівельна горизонталь літака.

Коли є всі вихідні дані можна приступити до проектування складального пристосування. Порядок проектування складального пристосування:

- 1) вивчення креслень і технологічного процесу складання;
- 2) розробка ескізного проекту складального пристосування і узгодження його з технологіями;

3) намічається послідовність установки в пристосування елементів виробу, що збирається;

4) розробляються способи виготовлення елементів пристосування і монтажу пристосування;

5) розробляється схема зборки і ув'язки технологічного оснащення;

6) вибір масштабу креслення складального пристосування;

7) нанесення умовними лініями контуру виробу, що збирається, базових осей і точок фіксації;

8) вибір типових несучих настановних і фіксуючих елементів складального пристосування;

9) розрахунок на міцність несучих каркасних елементів пристосування;

10) розробка загального вигляду складального пристосування - креслення пристосування;

11) схема ув'язки конструкції СП із зібраним агрегатом;

12) деталювання креслень;

13) складання специфікації на складальне пристосування.

Після того, як пристосування спроектовано, починається поетапне виготовлення:

1) виготовлення деталей складальної оснастки;

2) складання вузлів складального пристосування (балок, рубильників, фіксаторів);

3) монтаж складальної оснастки.

Після детального вивчення креслень низу шпангоута №38 відсіку Ф2, з урахуванням базових осей і поверхонь, відповідно до ТУ на проектування складального пристосування обрана наступна конструкція складального пристосування для збірки низу шпангоута, яка представлена в графічній частині проекту.

Каркас складального пристосування пов'язує всі елементи конструкції в єдине ціле. Каркас являє собою жорстку зварену раму. Складається з двох поздовжніх горизонтальних балок і двох вертикальних балок. Дві поздовжні

горизонтальні балки з фіксаторами виготовляють на інструментальному стенді.

Інструментальний стенд служить для точної установки в пристосування фіксуєчих і затискних елементів і утримання їх в заданому положенні під час заливок в зазори між фіксуєчими елементами і стаканами. Дві вертикальні балки служать для створення двох горизонтальних балок, а також для стійкого вертикального положення.

Ложементи і кондуктори служать для додання форми відповідно кресленням.

Фіксатори визначають необхідне положення деталей і вузлів виробу, що складається. Їх розташування, кількість і конструкція визначають точність і взаємозамінність складальної одиниці. Фіксатори повинні відповідати таким вимогам:

- 1) забезпечувати швидкість фіксації зібраних деталей і вузлів;
- 2) гарантувати надійність і неможливість самовільного відходу його під впливом сил, що супроводжують процес складання;
- 3) виключати можливість пошкодження поверхонь або деформування закріплюються деталей;
- 4) відрізнятися конструктивною простотою і технологічністю виготовлення достатньої міцності і жорсткості, а також можливістю повторного використання;
- 5) включати максимальну кількість стандартизованих елементів в конструкції;
- 6) забезпечувати мінімальне затінення робочих зон.

2.11. Розробка конструкції оснащення другого порядку

Оснащення другого порядку є фізичним носієм розмірів і форми, з яким в встановлених межах точності повинна відповідати виробниче оснащення.

Виробниче оснащення, з своєю чергу, є фізичним носієм розмірів і форми, яким повинна також з певною точністю відповідати деталь або виріб.

Оснащення другого порядку є носієм розмірів і форми для виготовлення і контролю виробничої оснастки, за якими встановлюється співвідношення між отворами, поверхнями або обводами певної деталі, поєднаної деталі або вузла або частини вузла.

Оснащення другого порядку застосовується для:

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

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

3) визначення розташування отворів, обводів, поверхонь і критичних точок кріплення;

4) зазвичай оснащення відтворює одну або більше деталей контрольованого вузла;

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

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

Застосування оснащення другого порядку дає наступні переваги:

- вартість виробничої оснастки знижується при використанні контрольної оснастки;

- зменшуються витрати по обслуговуванню при перевірці виробничої оснастки;

- загальна стандартизація дозволяє розділити виробничі операції між різними підприємствами (двері або кришка люка можуть виготовлятися на одному заводі, а конструкція, до якої вони кріпляться, на іншому);
- усувається індивідуальне тлумачення технічних параметрів;
- забезпечується дублювання в вузьких межах.

До недоліків при використанні оснащення другого порядку потрібно віднести наступні:

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

При розгляді вимог щодо взаємозамінності, як передбачених замовленням, так і обумовлених виробничою необхідністю, потрібно завжди враховувати зазначені вище економічні чинники. Застосовувати оснащення другого порядку в кожному окремому випадку потрібно тільки тоді, коли аналіз показує, що це доцільно. Дослідження може показати, що більш точний контроль розмірів (більш жорсткі допуски) при виготовленні деталей дозволить забезпечити задані помірні допуски зі стикування і уникнути перерахованих вище недоліків.

Для скорочення витрат оснащення при обмеженому виробництві повинно бути просте і недороге. При здійсненні програми науково-дослідних робіт важко досягти стандартизації, проте потрібно ретельно зважити всі фактори, перш ніж приймати рішення відмовитися від еталонів і використовувати виготовлене вручну виробниче оснащення. Аксіома, згідно з якою застосування оснастки виправдано тільки зниженням вартості кінцевого виробу, не завжди справедлива. Виготовляти зразки, за якими роблять потім

необхідне виробниче оснащення, дороге, але ще дорожче виготовляти вручну оснащення, яке виявляється неприйнятною, а потім робити еталони, щоб отримати прийнятне виробниче оснащення.

Винятково високі темпи виробництва не є незвичайними в авіаційній промисловості. Серійне виробництво літаків може виправдати дублювання численної виробничої і складальної оснастки. Коли потрібні великі кількості дублюючого оснащення, еталони є необхідним засобом для забезпечення ідентичності розмірів і форми.

В даному проекті спроектована і змодельована конструкція перехідника для установки фіксаторів. Перехідник необхідний для установки фіксаторів в пристосуванні для збирання низу шпангоута №38.

Перехідник являє собою ферменну конструкцію. Монтаж перехідника проводиться в інструментальному стенді.

2.12. Визначення типу виробництва

Розробка технологічних процесів виготовлення літаків задається програмою їх випуску, трудомісткістю робіт та тривалістю випуску. Ці фактори визначають тип виробництва.

$$K = \frac{T_{шт}}{R} \quad (2.1)$$

де: $T_{шт}$ -трудомісткість першого виробу;
 R - річна програма випуску.

Ритм визначається за формулою:

$$R = \Phi_{\text{еф.од.облад.}} \cdot \frac{m}{A_{\text{вир.}}} \quad (2.2)$$

де: $\Phi_{\text{еф.од.облад.}}$ - ефективний річний фонд роботи обладнання;
 m - кількість змін;
 A - річна програма випуску виробів.

В даному проекті розглядається серійне виробництво відсіку Ф2.

Серійне виробництво характеризується тим, що робочі місця навантажуються тільки декількома закріпленими за ними операціями, які виконуються у визначеній послідовності.

У виробництві використовуються робітники середньої та високої кваліфікації. Наряду з універсальними, тут знаходять застосування і спеціальне обладнання, і інструмент

При серійному виробництві розробляється деталізований технологічний процес за операціями та переходами.

У залежності від кількості виробів у серії серійне виробництво умовно поділяється на:

- мілко серійне;
- серійне;
- крупне серійне.

2.13. Організаційна форма складання відсіку Ф2

Робоче місце - це частина виробничої площі з розташованим на ній обладнанням і оснащенням, яке використовується робочим або групою робітників для виконання певної роботи. Раціональна організація спрямована на створення зручностей. Раціональне оснащення - це планомірне оснащення деталями та інструментами. Також передбачене зручне планування робочого місця, створення санітарно-технічних умов на робочому місці.

Місця складання оснащуються наступним обладнанням:

- пристосуваннями для складання відсіку;
- верстаками для підготовчих і позастанпельних робіт;
- допоміжним обладнанням, яке використовується при складанні;
- стелажам для зберігання деталей;
- колодязями для підведення стисненого повітря та електрики;

- комплектом інструментів для складальних робіт.

Складальні пристосування повинні забезпечувати зручність роботи. Місця розташування розеток для включення ламп, клапани повітряної мережі для підключення пневмоінструменту повинні знаходитися близько до робочої зони.

Робочий інструмент повинен бути скомплектований за видами виконуваної роботи.

Верстати і стапелі для готових деталей і вузлів слід розташовувати поблизу від складального пристосування (0,5-2 м).

Планування робочого місця повинно відповідати економії рухів в процесі роботи і забезпечувати зручність підходів до всього обладнання, розміщеного на робочому місці.

2.14. Розробка циклового графіку складання агрегату.

Цикловий графік є одним з основних технічних документів складання взагалі та головним при поточному складанні.

Цикловий графік дає наглядне уявлення про порядок виконання операцій, про завантаження робітників у процесі роботи, про ритм складання та тривалість складання даного вузла, панелі або агрегату.

У цикловому графіку показані:

- короткий зміст об'єму робіт по завданню та об'єднанню;
- послідовність виконання робіт, обумовлена послідовністю робочих місць;
- тривалість виконання кожного завдання та кожного об'єднання;
- трудомісткість;
- кількість одночасно працюючих по кожному завданню.

При розробці циклового графіку, передусім, необхідно визначити ритм складання вузла.

Ритмом (тактом) називається відрізок лінії часу між послідовним випуском із поточною лінією виробів, які слідуєть одне за одним.

Величина ритму визначається за формулою:

$$R = \Phi_k / A \quad (2.3)$$

де:

R - ритм випуску виробів у годинах (або хвиликах);

Φ_k - календарний річний фонд робочого часу;

A - кількість виробів (річна програма).

Отже,

$$R = 1993/70 = 28 \text{ год.}$$

Чим більша програма випуску, тим коротше ритм, тим більш вузько спеціалізуються завдання робітників і тим швидше та якісніше вони освоюються. Разом із тим, при збільшенні програми є все більш доцільним застосування високовиробничого обладнання та засобів механізації виконання складальних робіт та транспортування виробу.

Цикл складання - це інтервал часу від початку виробництва складання до його остаточного випуску. Цикл визначається за формулою:

$$Ц = T / P_0 \cdot k \quad (2.4)$$

де:

Ц - цикл складання у годинах;

T - трудомісткість складального виробу у н/год.;

K - середній коефіцієнт виконання норм;

P_0 - кількість одночасно працюючих робітників (на завданні, операції).

$$Ц = 2023,2 / 65 \times 1,2 = 32 \text{ год.}$$

Для скорочення циклу доцільно розширення робіт, так, щоб у цикловому графіку була найбільша кількість одночасно виконуваних складальних завдань.

Розроблений мною цикловий графік складання відсікуФ2 додається.

2.15. Технологічні розрахунки проектного цеху: визначення трудомісткості аналоговим методом за видами підзбірок, розрахунок кількості робочих, оснащення та обладнання, обчислення потрібної площі

Основою для визначення трудомісткості є розроблений технологічний процес.

Трудомісткість технологічного процесу складання відсіку Ф2 ($T_{\text{вир}}$) складається з суми трудомісткості технологічних процесів складання вузлів, відсіків, стапельного і внестапельного складання (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2. -

Трудомісткість технологічних процесів складання вузлів і панелей відсіку Ф2

№ п/п	Зміст завдань технологічного процесу	Трудомісткість, н/год	
		одного ТП	<i>n</i> ТП
1	Складання настилу підлоги переднього відсіку вантажної підлоги	30,6	30,6
2	Складання настилу підлоги заднього відсіку вантажної підлоги	30,6	30,6
3	Складання балок відсіку вантажної підлоги	19,0	38,0
4	Складання секції переднього нижнього відсіку вантажної підлоги	31,4	31,4
5	Складання секції заднього нижнього відсіку вантажної підлоги	32,6	32,6
6	Складання низу шпангоутів силових відсіку вантажної підлоги	41,0	41,0

7	Складання низу шпангоутів відсіку вантажної підлоги	84,4	84,4
8	Складання ободів шпангоутів секції верхньої передньої, верхньої задньої	63,2	63,2
9	Складання ободів шпангоутів секції бічної передньої, бічної задньої (прав./лів.)	86,4	86,4
10	Складання панелі №1 секції бічної передньої, бічної задньої (прав./лів.)	32,8	131,2
11	Складання панелі №2 секції бічної передньої, бічної задньої (прав./лів.)	32,8	131,2
12	Складання ободів шпангоутів секції центральної (прав./лів.)	42,2	42,2
13	Складання панелі секції центральної (прав./лів.)	33,1	66,2
14	Складання підкосів секції центральної	12,0	12,0
15	Складання верхньої і нижньої балок секції нижнього аварійного люка	16,0	32,0
16	Складання панелі секції нижнього аварійного люка	22,0	22,0
17	Складання відсіку вантажної підлоги	234,5	234,5
18	Складання секції верхньої передньої	31,2	31,2
19	Складання секції бічної передньої (прав./лів.)	42,4	84,8
20	Складання секції верхньої задньої	33,6	33,6
21	Складання секції бічної задньої (прав./лів.)	42,4	84,8

№ п/п	Зміст завдань технологічного процесу	Трудомісткість, н/год	
		одного ТП	<i>n</i> ТП
22	Складання секції центральної (прав./лів.)	43,2	86,4
23	Складання секції нижнього аварійного люка	27,0	27,0
24	Стапель загального складання	182,4	182,4
25	КП-204	186,0	186,0
26	КП-503М	129,4	129,4
27	Контроль і здача БТК	68,1	68,1
Разом:		2023,2	

Розрахунок кількості виробничих робітників

Розрахунок кількості виробничих робітників дільниці здійснюється за формулою:

$$P = \frac{T_{\text{вир}} \cdot A}{\Phi_{\text{д}} \cdot K_{\text{пн}}} \quad (2.5)$$

де P - кількість виробничих робітників, чол.;

$T_{\text{вир}}$ - трудомісткість складання виробу по дільниці, н/год.;

A - розрахункова річна програма, шт. ($A = 70$ шт.);

$\Phi_{\text{д}}$ - корисний (дійсний) річний фонд робочого часу одного робітника в годинах ($\Phi_{\text{д}} = 1993$ год);

$K_{\text{пн}}$ - плановий коефіцієнт переробки норм ($K_{\text{пн}} = 1,1$).

Виконаємо розрахунок:

$$P = \frac{2023,2 \cdot 70}{1993 \cdot 1,1} = 65 \text{ чол.} \quad (2.6)$$

Приймається 65 виробничих робітника.

Визначення кількості робочих-відрядників за розрядами згідно з формулою:

$$P_p = \frac{T_{\text{вир.р}} \cdot A}{\Phi_{\text{д.р}} \cdot K_{\text{пн.р}}} \quad (2.7)$$

де P_p - кількість робочих по розрядам, чол.;

$T_{\text{вир.р}}$ - трудомісткість складання виробу за розрядами з урахуванням професії, н/год.;

$\Phi_{\text{д.р.}}$ - корисний річний фонд робочого часу одного робітника в годинах за розрядами з урахуванням професії;

Дані розрахунку кількості робочих на ділянці за професіями і розрядами заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3.

Кількість робітників за професіями і розрядами

№ п/п	Професії	Кількість робочих по розрядам			Всього
		3-й	4-й	5-й	
1	Слюсар-складальник	6	16	7	29
2	Складальник-клепальник	6	16	7	29
3	Оператор ПК			3	3
4	Фрезерувальник			4	4
Всього:		12	32	21	65

Розрахунок необхідної кількості допоміжних робочих

Згідно з нормативом галузі для агрегатно-складальних цехів передбачено, що кількість допоміжних робітників становить 22% від кількості виробничих робітників:

$$P_{\text{доп}} = P \cdot 22\% = 65 \cdot 0,22 = 15 \text{ чол.} \quad (2.7)$$

Приймаємо 15 допоміжних робітників (п'ять слюсарів ремонтників 4-го розряду, п'ять слюсарів-ремонтників 5-го розряду, три електрика 5-го розряду і два транспортних робітника).

Визначення необхідної кількості обладнання та оснащення на проєктованій ділянці. Розрахунок кількості обладнання, оснащення та робочих місць на проєктованій ділянці збірки відсіку Ф2 при роботі в одну зміну здійснюється за формулою:

$$C_{\text{об}} = \frac{T_{\text{вир}} \cdot A}{\Phi_{\text{до}} \cdot \Pi \cdot K_{\text{пн}}}, \quad (2.8)$$

де $T_{\text{вир}}$ - нормований час на складання в даному пристосуванні (значення $T_{\text{вир}}$ по кожному технологічному процесу наведені в таблиці 2.2);

A - розрахункова програма, шт .;

$\Phi_{до}$ - ефективний річний фонд роботи обладнання, год ($\Phi_{до} = 2030$ год);

П - кількість одночасно працюючих на даному робочому місці, чел.;

$K_{пн}$ - коефіцієнт переробки норм.

Розрахунок кількості універсальних пристосувань для збірки настилу підлоги:

$$C_{об1} = \frac{T_{вир} \cdot A}{\Phi_{до} \cdot П \cdot K_{пн}} = \frac{30,6 \cdot 2 \cdot 70}{2030 \cdot 2 \cdot 1,1} = 0,96, C_{пр} = 1. \quad (2.9)$$

Розрахунок кількості спеціалізованих пристосувань для збірки низів силових шпангоутів:

$$C_{об2} = \frac{T_{вир} \cdot A}{\Phi_{до} \cdot П \cdot K_{пн}} = \frac{41 \cdot 70}{2030 \cdot 2 \cdot 1,1} = 0,64, C_{пр} = 1. \quad (2.10)$$

Розрахунок кількості спеціалізованих пристосувань для збірки низів нормальних шпангоутів:

$$C_{об3} = \frac{T_{вир} \cdot A}{\Phi_{до} \cdot П \cdot K_{пн}} = \frac{84,4 \cdot 70}{2030 \cdot 2 \cdot 1,1} = 1,32, C_{пр} = 2. \quad (2.11)$$

Розрахунок кількості стапелів для збірки відсіків вантажної підлоги:

$$C_{об4} = \frac{T_{вир} \cdot A}{\Phi_{до} \cdot П \cdot K_{пн}} = \frac{234,5 \cdot 70}{2030 \cdot 4 \cdot 1,1} = 1,84, C_{пр} = 2. \quad (2.12)$$

Розрахунок кількості пристосувань для збірки секцій верхніх передніх:

$$C_{об5} = \frac{T_{вир} \cdot A}{\Phi_{до} \cdot П \cdot K_{пн}} = \frac{31,2 \cdot 70}{2030 \cdot 2 \cdot 1,1} = 0,49, C_{пр} = 1. \quad (2.13)$$

Розрахунок кількості пристосувань для збірки секцій бічних передніх (правої/лівої):

$$C_{об6} = \frac{T_{вир} \cdot A}{\Phi_{до} \cdot П \cdot K_{пн}} = \frac{42,4 \cdot 2 \cdot 70}{2030 \cdot 2 \cdot 1,1} = 1,33, C_{пр} = 2. \quad (2.14)$$

Розрахунок кількості пристосувань для збірки секцій верхніх задніх:

$$C_{об7} = \frac{T_{вир} \cdot A}{\Phi_{до} \cdot П \cdot K_{пн}} = \frac{33,6 \cdot 70}{2030 \cdot 2 \cdot 1,1} = 0,53, C_{пр} = 1. \quad (2.15)$$

Розрахунок кількості пристосувань для збірки секцій бічних задніх (правої/лівої):

$$C_{об8} = \frac{T_{вир} \cdot A}{\Phi_{до} \cdot П \cdot K_{пн}} = \frac{42,4 \cdot 2 \cdot 70}{2030 \cdot 2 \cdot 1,1} = 1,33, C_{пр} = 2. \quad (2.16)$$

Розрахунок кількості пристосувань для збірки секцій центральних (правої/лівої):

$$C_{об9} = \frac{T_{вир} \cdot A}{\Phi_{до} \cdot П \cdot K_{пн}} = \frac{43,2 \cdot 2 \cdot 70}{2030 \cdot 2 \cdot 1,1} = 1,35, C_{пр} = 2. \quad (2.17)$$

Розрахунок кількості пристосувань для збірки секцій нижнього аварійного люка:

$$C_{об10} = \frac{T_{вир} \cdot A}{\Phi_{до} \cdot П \cdot K_{пн}} = \frac{27 \cdot 70}{2030 \cdot 1,1} = 0,85, C_{пр} = 1. \quad (2.18)$$

Розрахунок кількості стапелів загальної збірки:

$$C_{об11} = \frac{T_{вир} \cdot A}{\Phi_{до} \cdot П \cdot K_{пн}} = \frac{182,4 \cdot 70}{2030 \cdot 4 \cdot 1,1} = 1,43, C_{пр} = 2. \quad (2.19)$$

Розрахунок кількості пресів КП-204:

$$C_{об12} = \frac{T_{вир} \cdot A}{\Phi_{до} \cdot П \cdot K_{пн}} = \frac{186 \cdot 70}{2030} = 3,86, C_{пр} = 4. \quad (2.20)$$

Розрахунок кількості пресів КП-503М:

$$C_{об13} = \frac{T_{вир} \cdot A}{\Phi_{до} \cdot П \cdot K_{пн}} = \frac{129,4 \cdot 70}{2030} = 2,43, C_{пр} = 3. \quad (2.21)$$

Прийняте кількість верстатів ($C_{пр}$) визначено округленням одержаного розрахункового значення ($C_{об}$) до більшого цілого числа.

Складання всіх інших операцій виконуються на верстатах.

Крім устаткування і оснащення, необхідних для виконання всіх операцій технологічного процесу, при проектуванні виробничого ділянки розраховується потрібна кількість верстаків, необхідних для підготовки деталей і складання вузлів, а також для комплектації всіх деталей і вузлів при складанні виробу в стапелі загального складання (пристосуванні) для позастапельного складання.

Визначення потрібних площ цеху.

Після того як виконано розрахунок кількості устаткування і виробничого персоналу, виконується розрахунок потрібної площі. Всю площу цеху по своєму призначенню можна підрозділити на:

- виробничу;
- допоміжну;

- складську;
- конторську;
- побутову та інші.

Виробнича - площа, на якій виготовляються вироби основного виробництва, контрольні ділянки, завантажувальні майданчики, проїзди і проходи, службовці для руху транспорту робітників.

Допоміжні площі - це площі ділянок, зайнятих ремонтом обладнання, ремонтом та виготовленням інструменту (приміщення майстерні, приміщення механіка цеху, приміщення електромонтера тощо).

Складська площа - це площа, призначена для гардеробних, умивальних кімнат, душових, туалетів, зберігання і видачі матеріалів і т. д.

Інша площа - це площа корпусних проїздів, тамбурів, сходових клітин і т.д.

Площу виробничої ділянки можна визначити кількома шляхами.

Перший шлях (найбільш точний) - визначення кількості виробничої площі за питомими нормами на одиницю устаткування з подальшою перевіркою цієї площі планувальними рішеннями.

Другий шлях - визначення площі за техніко-економічними показниками по питомій площі:

- 1) на одного виробничого робітника;
- 2) на один агрегат, який складається.

Допоміжна площа приймається за нормами технічного проектування.

Виробнича площа ділянки визначається за формулою:

$$S = Q_{\text{п}} \cdot S_{\text{пит}} \quad (2.22)$$

де S - виробнича площа, м^2 ;

$Q_{\text{п}}$ - кількість одиниць прийнятого в проекті устаткування;

$S_{\text{пит}}$ - питома площа на одиницю обладнання, м^2 .

В стадії робочих проектів виробнича площа уточнюється прийнятому плануванню устаткування, стапелів.

Загальну площу виробничої ділянки можна визначити за формулою:

$$S_{\text{заг}} = \sum Q_{\text{п}} \cdot S_{\text{пит}} \cdot \left(1 + \frac{a+b}{100}\right), \quad (2.23)$$

де $S_{\text{заг}}$ - площа, м²;

$S_{\text{пит}}$ - питома площа різного устаткування, м²;

a - коефіцієнт допоміжної площі, %;

b - коефіцієнт, що враховує площу, зайняту проходом, %.

Дані розрахунків виробничих площ для складання відсіку Ф2 зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4.

Дані розрахунків виробничих площ

№ п/п	Найменування пристосування та обладнання	Q _п , од.	S _{пит} , м ²	S, м ²
1	Стапель загальної збірки	2	160	320
2	СП для складання настилу підлоги	2	40	80
3	УСП для складання низів силових шпангоутів	2	14	28
4	УСП для складання низів шпангоутів	2	14	28
5	СП для складання вантажного відсіку підлоги	2	140	280
6	СП для складання секції верхній передній	1	10	10
7	СП для складання секції бічний передній	2	12	24
8	СП для складання секції верхній задній	1	10	10
9	СП для складання секції бічний задньої	2	8	16
10	СП для складання секції центральної	2	10	10
11	СП для складання секції нижнього аварійного люка	1	8	8
12	КП-204	4	6	24
13	КП-503М	3	7	21
14	Стелажі деталей	2	14	28
15	Стелажі готових деталей	2	10	20
16	Верстати	30	2	30
17	Місце майстра	22	4	8
18	Місце контрольного майстра	1	4	4
19	Внестапельнескладання	2	72	144
	Разом:	65	545	1123

Орієнтовна площа допоміжних приміщень цеху буде складати:

1) служба механіка цеху:

- верстатний ділянку

- 46 м;

- слюсарний ділянку -18 м²;
- ділянку слюсарів по обслуговуванню
обладнання, ділянка електриків - 32 м²;
- комора матеріалів і запасних частин - 6 м²;
- комора мастильних матеріалів - 6 м²;
- 2) інструментальне господарство:
 - майстерня ПРИН - 62 м²;
 - заточувальні майстерня - 48 м²;
 - інструментально-роздавальна комора (ІРК) - 30м²;
 - архів креслень - 14 м²;
 - ізолятор браку -14 м²;
 - площі контрольних ділянок - 28 м².

Таким чином, орієнтовно допоміжна площа цеху становитиме 304 м².

До складу адміністративно-технічних площ цеху входять приміщення планово-диспетчерського бюро (ПДБ) і економіста, приміщення для змінних майстрів, кабінет начальника цеху і його заступників, а також приміщення інших служб цеху, затверджених згідно його структури.

Остаточний розмір площі визначається після планування обладнання, робочих місць і транспортних пристроїв, з урахуванням розривів між обладнанням і шириною проходів та проїздів, а також після розміщення всіх допоміжних служб відповідно до правил техніки безпеки і норм технологічного проектування.

2.16. Схема планування виробничої частини цеху

Планування - це графічне зображення на плані ділянки (цеху) у відповідному масштабі всього обладнання, автоматичних ліній, стапелів, підйомно-транспортних пристроїв і інженерних мереж, призначених для обслуговування технологічних процесів, а також складських, побутових, адміністративно-технічних та інших приміщень.

Складність виконання планувальних робіт полягає в необхідності глибокого аналізу взаємопов'язаних факторів, що впливають на планування, і умінні вибирати з них вирішальне, що визначає доцільність того чи іншого варіанту просторового розміщення обладнання. У планувальних роботах збираються воедино всі питання, пов'язані із здійсненням технологічних процесів, організацією виробництва і економікою, технікою безпеки та промислової санітарією, з проектуванням транспортних засобів і з введенням автоматичної механіки.

Сучасні виробничі будівлі створюють шляхом уніфікованих типових секцій розмірами 144x72 м або 72x72 м (для більшої маневреності дозволяється добирати секцію поодинокими і парними прольотами). Ширина прольотів встановлена: 12, 18, 24 і 30 м, уздовж прольоту знаходяться ряди колон з кроком 12 м, а у пристінкових рядів їх крок дорівнює 6 м або 12 м.

На плануванні зображують і вказують: перетин колон; крок колон; ширину, довжину і висоту прольотів; загальну ширину і довжину цеху; ширину проїздів і проходів, магістральні проїзди; зовнішні і внутрішні стіни; вікна, ворота і двері (зовнішні і внутрішні); основне і допоміжне обладнання; місце розташування працюючих; робочі столи, підставки; місця для зберігання інструментів; місця для складання заготовок і готової продукції; підйомно-транспортне обладнання із зазначенням вантажопідйомності; транспортні пристрої, що відносяться до робочого місця; майданчики для контролю; місця для майстрів; відстані від обладнання до колон і між стінками і робочими місцями; габаритні розміри верстатів; нумерацію обладнання з її розшифровкою в специфікації; назва всіх виробничих відділень і ділянок.

При плануванні цеху враховують всі фактори, які впливають на працівників - доступ до робочих місць; зручність роботи робочого та доставки заготовок і деталей до місця роботи; хороше освітлення; достатній обмін повітря; близькість місць для куріння, туалетів, роздягалень, душових і кімнат прийому їжі т.д. Як протипожежних заходів передбачено зручне розташування протипожежного інвентарю, наявність вільних проходів для швидкого

виведення працюючих і проїздів для пожежних машин, а також, щоб всі двері відкривалися назовні.

Планування розробляють з урахуванням наступних основних вимог:

1) кожна ділянка цеху повинна безпосередньо прилягати до одного з корпусних транспортних проїздів;

2) схема корпусних, цехових проходів, проїздів повинна забезпечувати організацію вантажних і людських потоків, при яких виключається їх перетин;

3) в габаритні розміри обладнання повинні входити максимальні розміри ходів його елементів - столів, порталів, хоботів і т.д., а також виступаючих частин матеріалу і заготовок;

4) планувальні рішення повинні відповідати умовам надійності і безпечної роботи виробничого персоналу;

5) планування цеху повинно відповідати завданням найбільшого знімання продукції з одного квадратного метра виробничої площі;

6) всі системи (огорожувальні конструкції) повинні проектуватися з мінімальною кількістю виступів, легко доступним для видалення пилу;

7) всі інженерні мережі повинні бути закритими. Канали повинні закриватися суцільною підлогою з люком для обслуговування проводок;

8) ворота проектуються з механічним відхиленням і повітряними завісами. А стовпи ущільнені гумовими прокладками;

9) відстані між складальними пристосуваннями і виступаючими частинами будівельної конструкції становить близько 1,5 м. Електрошкафи встановлені на відстані 0,7 м від стіни цеху, ширина проходів становить 1,2 м, ширина проходів і проїздів при транспортуванні агрегатів - 2,5 м.

Принципова технологічна схема агрегатно-складальної ділянки повинна відповідати ряду вимог. Перш за все, схема розміщення обладнання і оснастки повинна бути підпорядкована вимогам організації поточного виробництва. Це особливо необхідно, якщо врахувати, що продукція агрегатно-складальних цехів має, як правило, великі габарити, відносно великі маси і на різних етапах технологічного процесу малу жорсткість агрегатів.

Тому при компонуванні цеху складання відсіку Ф2 слід уникати надмірно не виправданого транспортування агрегатів від операції до операції, будь-якої можливості зворотних і петльових переміщень агрегату і його частин в провисання виробництва.

Планування стапелів і устаткування в цеху збірки Ф2 залежить від габаритів агрегату і його частин, від прийнятої схеми технології, яка повинна передбачати не тільки збірку в стапелі, а й монтаж літакових систем.

Планування залежить також від застосовуваної сітки колон, довжини маршруту, необхідного для просторового розміщення технологічного процесу складально-клепальних і монтажних робіт на агрегаті.

При виконанні планування цеху необхідно прагнути до найбільш економного використання площі. Для прийняття єдиного рішення, при подібних технологічних варіантах планувань, встановлені норми мінімально допустимих розривів між елементами будівельних конструкцій (стіни, колони, опалювальні прилади) і складальними стапелями, пристосуваннями для збирання вузлів, панелей і відсіків, а також відстань між специфічним обладнанням. Однак слід мати на увазі, що ці відстані можуть коригуватися в залежності від габаритів оброблюваних вузлів і агрегатів. У габарити стапеля включати габарити піднятих рубильників. Відстань між стапелями необхідно перевіряти за габаритами вузлів і агрегатів. Верстати, дрібне обладнання та пристосування можуть стояти впритул до будівельних конструкцій. Витяжні шафи також можна встановити впритул до будівельних конструкцій. Електрошафи повинні бути встановлені на відстані 0,7 м від виступаючих елементів будівельної конструкції. Координувати положення стапелів і обладнання в плані необхідно від осей колон до виступаючих елементів пристосувань, або по осях фундаментних болтів стапелів та інших жорстких технологічних і конструктивних баз.

Ширина проходів для робітників повинна становити 1,2-1,6 м, ширина проїздів для транспортування дрібних вузлів агрегату 2-2,5 м, ширина

проходів і проїздів при транспортуванні агрегатів верхнім транспортом для одностороннього руху повинна прийматися 2,5-3 м.

Устаткування й оснащення в даному проекті розташована по ходу технологічного процесу. Клепальні преси встановлені поблизу пристосувань для збірки панелей (на них припадає найбільша кількість клепаних з'єднань), біля преса розміщений біля стіни силовий електрощит. Верстати розташовані біля стін, щоб вони не заважали вільному переміщенню зібраних елементів і в той же час перебували недалеко від складальних пристосувань. Місце майстра і контролера ВТК розташовується праворуч посередині ділянки, так щоб було добре видно все робочі місця. Стелажі для деталей і склад готових виробів розташований біля входу на територію ділянки. Стелажі для деталей, які надходять на складання, розташовані біля входу на територію ділянки, а стелажі для готових виробів - в кінці цеху справа.

До складальних пристосувань, СЗУ і клепального пресу підводимо колонки зі стисненим повітрям, так щоб їх кількість забезпечувала виконання технологічного процесу з використанням різного пневмоінструменту і в той же час, щоб гумові шланги не заважали вільному переміщенню робітників. До стапелів і стендів для доопрацювання відсіку Ф2 підводимо електричний струм напругою 36 В для переносного освітлення.

Для протипожежної безпеки зліва біля стінки розташований пожежний комплект, до нього є хороші підходи.

Транспортування відсіку Ф2 на ділянці проводиться кран-балкою або спеціальним візком.

Планування цеху складання відсіку Ф2 літака Ан-70 представлена в додатку.

2.17. Прийнята система управління якістю продукції

Управління якістю - це аспекти виконання функції управління, які визначають політику, цілі та відповідальність в області якості, а також здійснюють за їх допомогою такі засоби, як планування якості, оперативне управління якістю, та покращення якості в системі якості.

При управлінні якістю акцент роблять на економічні аспекти (ДСТУ 3230).

Об'єктами управління якістю є фактори, стан яких безпосередньо впливає на якість:

- організація і управління ресурсами;
- управління документацією;
- управління процесами життєвого циклу продукції, вчасності процесами пов'язаними зі споживанням, проектуванням і розробкою, закупівлею, виробництвом і обслуговуванням (в ч. спеціальними та особливо відповідальними процесами);
- управління контрольними і вимірювальними приладами;
- управління вимірюванням та аналізом процесів СЯ;

Керуючими органами є:

- вище керівництво підприємства;
- науково-технічна рада (НТР);
- керівники структурних підрозділів;
- постійно діюча комісія по якості (ПДКЯ).

Засобами управління якістю є керуючий вплив від підсистем правового, матеріально-технічного, метрологічного, економічного, організаційного та інформаційного забезпечення, направлені на попередження, виявлення і усунення можливих відхилень по якості на будь-якому етап створення, виробництва та експлуатації авіаційної техніки.

Виробничі процеси, які безпосередньо впливають на якість продукції, визначені і виконуються в керуючих умовах.

Керуючі умови включають:

- наявність конструкторської документації;

- наявність необхідних робочих інструкцій та документованих технологічних процесів;
- доступність діючої конструкторської, технологічної, нормативної та іншої виробничої документації виробничому та контролюючому персоналу, а також можливості використання ними цієї документації в роботі;
- регулювання та управління відповідними параметрами процесів і характеристиками продукції;
- виконання комплексу робіт з технологічної підготовки виробництва;
- використання придатного обладнання;
- наявність та використання вимірювальної техніки;
- проведення заходів, пов'язаних з моніторингом та вимірювальною технікою, вчасності забезпечення стабільності і точних характеристик обладнання, оснастки, засобів контролю, вимірювання і випробовування та їх обов'язкова перевірка перед вводом в експлуатацію, після ремонту та періодично згідно графіків;
- проведення заходів по управлінню запуском у виробництво матеріалів, напівфабрикатів та КВ;
- забезпечення ідентифікації та простежування продукції;
- контроль всіх параметрів продукції, що випускається та технологічних процесів;
- реєстрація результатів контролю та вимірювання;
- контроль за виробничими, технічними і адміністративними факторами, що впливають на якість продукції та роботи персоналу, з ціллю запобігання невідповідностей та прийняття своєчасних корегуючих дій;
- реалізація додаткових вимог, що гарантують якість продукції при виконанні особливо відповідальних та спеціальних операцій;
- забезпечення постійного впливу на виробництво продукції допоміжних (технологічних) матеріалів (вода, стиснене повітря, електроенергія та хімічні продукти, які використовують у виробництві);
- постійне управління та перевірка стану виробничого середовища - температури, вологості повітря, чистоти.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ СКЛАДАННЯ ВІДСІКУ Ф2

ЛІТАКА АН-70

Розрахунок собівартості складання відсіку Ф2

3.1 Розрахунок фонду заробітної плати виробничих працівників, допоміжних працівників, керівників, фахівців, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП).

Розрахунок фонду оплати праці основних виробничих працівників.

При розрахунках заробітної плати за основу приймається відрядно-преміальна система оплати праці та загальноприйнята її структура: основна зарплата (згідно тарифної сітки вартості розрядів) і додаткова зарплата, що складається з денних і місячних доплат.

Додаткова заробітна плата включає у себе: премії з фонду зарплати, премії з фонду майстра, доплати за роботу в нічний час, за керівництво бригадою, за навчання учнів. Дані фонди формують за погодженням з трудовим колективом підприємства.

Тарифні ставки розрядів взяті із діючих на Державному підприємстві «АНТОНОВ».

Основну заробітну плату виробничих працівників (ОЗВП) для виробу (річної програми випуску) Ф2 розраховують за формулою:

$$\text{ОЗВП} = \text{ТР} \times \text{СВТС}, \quad (3.1)$$

де - ТР – трудомісткість річної програми складання відсіку Ф2, (2023,2 н/год.);

СВТС – середня вартість тарифної ставки, грн.

Середній розряд робіт (СР) та середню вартість тарифної ставки (СВТС) виробничих робітників цеху розраховуємо за формулою:

$$\text{СР} = \Sigma(\text{Р} \times \text{КВОП}) / \Sigma \text{КВОП}, \quad (3.2)$$

$$\text{СВТС} = \Sigma (\text{КВОП} \times \text{ВТС}) / \Sigma \text{КВОП}, \quad (3.3)$$

де - КВОП – кількість основних виробничих працівників, чол,

Р – розряд виконуваних робіт,

ВТС – вартість тарифної ставки.

Склад основних виробничих працівників, середній розряд і середня годинна ставка приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Штат виробничих працівників цеху за розрядами і середньої годинної ставки

Розряд робочих, Р	Кількість ОВП в даному цеху, КОВП чол.	Годинна ставка, ВТСгрн./н/год.	Розрахункові дані	
			Р × КВОП	КВОП × ВТС
3	12	40,82	36	489,84
4	32	48,11	128	1539,52
5	21	55,4	105	1163,40
Разом:	65	X	269	3192,76

Отже, середній розряд складає:

$$CP = 269 / 65 = 4,14$$

середня відрядна тарифна ставка:

$$CBTC = 3192,76 / 65 = 49,12 \text{ грн.}$$

Далі розраховуємо основну заробітну плату виробничих працівників :

$$OЗВП = 2023,2 \text{ н/год.} \times 49,12 \text{ грн.} = 99379,58 \text{ грн.}$$

Додаткову заробітну плату виробничих робітників (ДЗВП) обчислюємо згідно з формулою наступним чином:

$$ДЗВП = OЗВП \times НДО / 100, \quad (3.4)$$

де - НДО – норматив величини додаткової заробітної плати відносно основної, НДО – 35 %.

$$ДЗВП = 99379,58 \text{ грн.} \times 35 / 100 = 34782,85 \text{ грн.}$$

Далі розраховуємо відрахування єдиного соціального внеску (ЄСВ) із заробітної плати основних виробничих працівників, який включається у собівартість виробів, за наступною формулою:

$$ЄСВ = (OЗВП + ДЗВП) \times НЄСВ / 100; \quad (3.5)$$

де - НЄСВ - норматив відрахувань ЄСВ, (22 %).

$$ЄСВ = ((99379,58 \text{ грн.} + 34782,85 \text{ грн.}) \times 22) / 100 = 29515,73 \text{ грн.}$$

Отже, всього фонд оплати праці основних виробничих працівників складає **163678,16грн.**

Розрахунок фонду оплати праці допоміжних робітників.

Кількість допоміжних працівників визначено відповідно до норм обслуговування, а фонд оплати праці визначаємо відповідно до прийнятої системи оплати праці (погодинна або окладна) і дійсним фондом робочого часу.

Заробітну плату допоміжних робітників визначаємо залежно від їх розрядів, виду оплати праці і відпрацьованого часу. Отже, з кожної професії допоміжних робітників необхідно визначити три показники заробітної плати за нижче наведеними формулами.

Основна заробітна плата допоміжних робітників (ОЗДП) і-ї професії визначається за формулою:

$$\text{ОЗДП} = \text{ЧДП} \times \text{ДЧ} \times \text{СОЧ}; \quad (3.6)$$

де - ДЧ – дійсний фонд часу, відпрацьованого працівником за рік;

СОЧ – ставка/оклад оплати за одиницю часу (в грн./год. або грн. /місяць);

ЧДП - чисельність допоміжних працівників і-тої професії.

Додаткова заробітна плата допоміжних робітників (ДЗДП) і-ї професії визначаємо за формулою:

$$\text{ДЗДП} = \text{ОЗДП} \times \text{НДО} / 100; \quad (3.7)$$

де – НДО – норматив величини додаткової заробітної плати відносно основної, НДО – 15,5 %.

Відрахування єдиного соціального внеску із заробітної плати допоміжних працівників (ЄСВДП) визначаємо за формулою:

$$\text{ЄСВДП} = (\text{ОЗДП} + \text{ДЗДП}) \times \text{НЄСВ} / 100; \quad (3.8)$$

Розраховані показники фонду заробітної плати допоміжних працівників відображено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

**Склад допоміжних працівників та розрахунок фонду їх оплати
праці**

Професія	ЧДП, чол.	ДЧ, люд/год, (рік)	СОЧ, грн./год., (оклад)	ОЗДП, грн.	ДЗДП, грн.	ЄСВДП, грн.	Всього з/п, грн.
Слюсар-ремонтник 5р.	5	1993	40,39	402486,35	62385,38	102271,78	567143,51
Слюсар-ремонтник 4р.	5	1993	35,08	349572,2	54183,69	88826,30	492582,19
Електромонтер з РО електроустаткування	3	1993	40,39	241491,81	37431,23	61363,07	340286,11
Транспортний працівник	2	1993	35,18	140227,48	21735,26	35631,80	197594,54
Старший комірник	1	11	4338,00	47718,00	7396,29	12125,14	67239,43
Розподільувач робіт	2	11	4100,00	90200	13981	22919,82	127100,82
Прибиральник виробничих приміщень	2	11	3600,00	79200,00	12276,00	20124,72	111600,72
ВСЬОГО	20	X	X	1350895,84	209388,85	343262,63	1903547,32

Отже, всього фонд оплати праці допоміжних працівників складає **1903547,32 грн.**

*Розрахунок фонду оплати праці керівників, фахівців, службовців
і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП)*

Кількість керівників, фахівців, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) визначають за нормами чисельності, нормам керованості і обслуговування або у відсотках - від кількості основних виробничих працівників.

Штатний розпис прийнятих працівників та оклади встановлені згідно діючих на підприємстві норм організації та оплати праці. Додаткова заробітна плата складає 25 %.

Розраховані величини фонду заробітної плати керівників, фахівців, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) відображено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

**Склад керівників, фахівців, службовців і молодшого
обслуговуючого персоналу (МОП) та розрахунок фонду їх оплати праці**

Посада	ЧП, чол.	ДЧ, (рік)	СОЧ, (оклад)	ОЗП, грн.	ДЗП, грн.	ЄСП, грн.	Всього з/п, грн.
Начальник цеху	1	11	10831,00	119141,00	17871,15	30142,67	167154,82
Заступник начальника цеху з підг-ки виробництва	1	11	9964,00	109604,00	16988,62	27850,37	154442,99
Заступник начальника цеху з виробництва	1	11	9964,00	109604,00	16988,62	27850,37	154442,99
Начальник ТБ	1	11	8872,00	97592,00	14638,80	24690,78	136921,58
Начальник ПДБ	1	11	8872,00	97592,00	14638,80	24690,78	136921,58
Начальник БПЗ	1	11	8872,00	97592,00	14638,80	24690,78	136921,58
Механік цеху	1	11	8872,00	97592,00	14638,80	24690,78	136921,58
Начальник дільниці	2	11	8405,00	184910,00	28661,05	46985,63	260556,68
Майстер дільниці	3	11	7907,00	260931,00	40444,30	66302,56	367677,86
Інженер- конструктор	2	11	7965,00	175230,00	26284,50	44333,19	245847,69
Інженер-технолог	2	11	7787,00	171314,00	26553,67	43530,88	241398,55
Інженер по інструменту	1	11	7450,00	81950,00	12702,25	20823,49	115475,74
Диспетчер	2	11	6005,00	132110,00	19816,50	33423,83	185350,33
Інженер з нормування праці	1	11	8136,00	89496,00	13871,88	22740,93	126108,81
Економіст з планування	1	11	7437,00	81807,00	12271,05	20697,17	114775,22
Технік-технолог	1	11	5653,00	62183,00	9327,45	15732,30	87242,75
Архіваріус	1	11	4987,00	54857,00	8228,55	13878,82	76964,37
Комірник ІРКа	1	11	4338,00	47718,00	7157,70	12072,65	66948,35
ВСЬОГО	24	X	X	2071223,00	315722,49	525127,98	2912073,47

Отже, всього фонд оплати праці керівників, фахівців, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) складає **2912073,47грн.**

Провівши розрахунки фонду оплати праці у розрізі всіх категорій проєктованого складального цеху з випуску відсіку Ф2 Ан – 70, результати річного загальноцехового розміру фонду оплати праці занесемо до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

**Річний фонд оплати праці працівників складального цеху з
випуску відсіку Ф2 Ан - 70**

Назва категорії працівників	Кількість працівників, чол.	Основна заробітна плата, грн.	Додаткова заробітна плата, грн.	Відрахування ЄСВ, грн.	Річний фонд оплати праці, грн.
Основні виробничі працівники	65	99379,58	34782,85	29515,73	163678,16
Допоміжні працівники	20	1350895,84	209388,85	343262,63	1903547,32
Керівників, фахівців, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП)	24	2071223,00	315722,49	525127,98	2912073,47
ВСЬОГО	109	3521498,42	559894,19	897906,34	4979298,95

Отже, річний фонд оплати праці всіх працівників проектного цеху становить **4979298,95 грн.**

3.2 Визначення виробничої собівартості одиниці відсіку Ф2 Ан - 70

Витрати на сировину і матеріали (ВСМ) для одиниці відсіку Ф2 Ан- 70 розраховуються за формулою:

$$\text{ВСМ} = \text{НМ} \times \text{ЦМ}; \quad (3.9)$$

де - НМ – маса матеріалів складальних деталей, (980 кг);

ЦМ – середня ціна матеріалів складальних деталей, (250 грн.).

$$\text{ВСМ} = 980 \text{ кг} \times 250 \text{ грн.} = 245000,00 \text{ грн.}$$

Повернені відходи (ПВ) складального виробництва розраховуються за формулою:

$$\text{ПВ} = (\text{НМ} \times 1 - \text{КВМ}/100) \times \text{ЦМ} \times 0,1; \quad (3.10)$$

де - КВМ – коефіцієнт використання матеріалів для складальних деталей, (95 %);

$$\text{ПВ} = (980 \text{ кг} \times 1 - 95\% / 100) \times 250 \text{ грн.} \times 0,1 = 24476,25 \text{ грн.}$$

Основну заробітну плату виробничих працівників (ОЗВП 1 виробу) для 1-го виробу відсіку Ф2 розраховують за формулою:

$$\text{ОЗВП 1 виробу} = \text{T} \times \text{СВТС}; \quad (3.11)$$

де - Т – трудомісткість програми складання відсіку Ф2, (2023,2 н/год.);

СВТС – середня вартість тарифної ставки (49,12грн.).

$$\text{ОЗВП 1 виробу} = 2023,2 \text{ н / год.} \times 49,12\text{грн.} = 99379,58 \text{ грн.}$$

Далі знаходимо додаткову заробітну плату виробничих робітників для 1-го виробу за формулою:

$$\text{ДЗВП 1 виробу} = \text{ОЗВП 1 виробу} \times \text{НДО}/100; \quad (3.12)$$

$$\text{ДЗВП 1 виробу} = 99379,58 \text{ грн.} \times 35 \% /100 = 34782,85 \text{ грн.}$$

Далі розраховуються відрахування ЄСВ із заробітної плати основних виробничих працівників, який включається у собівартість 1-го виробу, за наступною формулою:

$$\text{ЄСВВП 1 вир} = (\text{ОЗВП 1 виробу} + \text{ДЗВП 1 виробу}) \times \text{НЄСВ} / 100; \quad (3.13)$$

$$\text{ЄСВВП 1 виробу} = (99379,58\text{грн} + 34782,85\text{грн}) \times 22/100 = 29515,73\text{грн.}$$

Отже, всього фонд оплати праці основних виробничих працівників на 1 виріб відсік Ф2Ан– 70 складає **163678,16 грн.**

Розрахунок змінних загальновиробничих витрат.

Змінні загальновиробничі витрати (ЗмВ), що припадають на заплановану річну програму випуску виробів відсік Ф2 Ан – 70 включають в себе наступні елементи:

- витрати на допоміжні матеріали;
- витрати на силову енергію;
- внутрішньозаводське переміщення вантажів;
- обслуговування виробничого процесу і контроль за ним;
- оплату праці працівників, зайнятих на цих роботах;
- відрахування ЄСВ з заробітної плати цих категорій працівників;
- інші витрати, пов'язані з обслуговуванням і контролем виробничого процесу.

Визначимо змінні загальновиробничі витрати за формулою:

$$\text{ЗмЗВ} = \text{ОЗВП 1 виробу} \times \text{НЗмЗВ}/100; \quad (3.14)$$

де - НЗМЗВ - норматив змінних загальновиробничих витрат (50 %),

Отже,

$$\mathbf{ЗМЗВ = 99379,58 \times 50 / 100 = 81839,08 \text{ грн.}}$$

Розрахунок постійних загальновиробничих витрат

Постійні загальновиробничі витрати (ПсЗВ), що припадають на заплановану річну програму випуску виробів відсік Ф2 Ан – 70 включають в себе наступні елементи:

- річні амортизаційні відрахування;
- утримання апарату управління;
- утримання будинків та інвентарю;
- витрати на випробування, досліди, дослідження, винаходи;
- заробітна плата відповідних категорій працівників;
- відрахування ЄСВ і заробітної плати цих працівників;
- інші витрати.

Визначимо постійні загальновиробничі витрати за формулою:

$$\mathbf{ПсЗВ = ОЗВП \ 1 \ виробу \times НПсЗВ / 100; \quad (3.15)}$$

де -НЗПсВ - норматив постійних загальновиробничих витрат (95 %),

Отже,

$$\mathbf{ПсЗВ = 99379,58 \times 95 / 100 = 94410,60 \text{ грн.}}$$

Витрати на підготовку і освоєння виробництва виробів (ВОВ) визначаємо за нормативом від основної заробітної плати основних виробничих працівників та витрат на матеріали для одиниці виробу за такою формулою:

$$\mathbf{ВОВ = (ВСМ + ОЗВП \ 1 \ виробу) \times НОП / 100; \quad (3.16)}$$

де - НОВ - норматив витрат на підготовку і освоєння виробництва (7 %),

Отже,

$$\mathbf{ВОВ = (245000,00 + 99379,58 \times 7 / 100 = 24106,57 \text{ грн.}}$$

Виробничу собівартість (СВир) 1-го виробу розраховуємо за формулою:

$$\text{СВир} = \text{ВСМ} - \text{ПВ} + \text{ОЗВП 1 виробу} + \text{ДЗВП 1 виробу} + \text{ЄСВВП 1 виробу} \\ + \text{ЗмЗВ} + \text{ПсЗВ} + \text{ВОВ}; \quad (3.17)$$

$$\text{СВир} = 245000,00 - 24476,25 + 99379,58 + 34782,85 + 29515,73 + \\ + 81839,08 + 94410,60 + 24106,57 = 633510,66 \text{грн}$$

3.3 Визначення повної собівартості одиниці виробу відсіку Ф2 Ан - 70

Повна собівартість (СПов) виробу розраховуємо за формулою:

$$\text{СПов} = \text{СВир} + \text{АВ} + \text{ВЗ}; \quad (3.18)$$

де - АВ – адміністративні витрати підприємства,

ВЗ – витрати, пов'язані зі збутом виробу покупцям.

Адміністративні витрати розраховуються по нормативам (НАВ) від основної зарплати виробничих працівників за формулою:

$$\text{АВ} = \text{ОЗВР 1 виробу} \times \text{НАВ} / 100; \quad (3.19)$$

де - НАВ – норматив адміністративних витрат, (8 %).

$$\text{АВ} = 99379,58 \times 8 / 100 = 7950,37 \text{грн.}$$

Витрати, пов'язані зі збутом виробу розраховуємо за нормативом НС від виробничої собівартості виробу за формулою:

$$\text{ВЗ} = \text{СВир} \times \text{НС} / 100; \quad (3.20)$$

де - НС – норматив витрат на збут, (1,5 %).

$$\text{ВЗ} = 633510,66 \times 1,5 / 100 = 9502,66 \text{грн.}$$

Отже,

$$\text{СПов} = 633510,66 + 7950,37 + 9502,66 = 650963,69 \text{грн.}$$

Розрахуємо податок на додану вартість (ПДВ) – приймаємо 20 % від виробничої собівартості виробу.

$$\text{ПДВ} = \text{СВир} \times 20 / 100; \quad (3.21)$$

Отже,

$$\text{ПДВ} = 633510,66 \times 20 / 100 = 126702,13 \text{грн.}$$

Прибуток (ПР) розраховується на основі 25 % від виробничої собівартості виробу.

$$ПР = С_{Вир} \times 25 / 100; \quad (3.22)$$

$$ПР = 633510,66 \times 25 / 100 = 158377,67 \text{ грн.}$$

Далі для визначення повної собівартості виробу необхідно буде розрахувати планову оптову ціну на виріб (ЦВ) без податку на додану вартість.

$$ЦВ = С_{Пов} + ПР + ПДВ; \quad (3.23)$$

Отже,

$$ЦВ = 650963,69 + 158377,67 + 126702,13 = 936043,49 \text{ грн.}$$

Розрахунок собівартості і призначення ціни наведені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Собівартість і ціна відсіку Ф2 Ан - 70

№ п/п	Найменування показників	Величина, грн.
1.	Витрати на сировину і матеріали;	245000,00
-	Обшивка (1163АМВ;Д16АМ)	35000
-	Типові стрингери(1163АМВ;Д16АМ)	45000
-	Типові шпангоути(1163АТВ;1163АМВ;Д16чАВТ)	65000
-	Панелі:верхня,нижня(1163АТВ;1163АМВ;Д16чАВТ)	73000
-	Силові шпангоути та кронштейни (1163АМВ;1933ТЗ)	27000
2.	Повернені відходи	24476,25
3.	Основна зарплата виробничих працівників	99379,58
4.	Додаткова зарплата виробничих працівників	34782,85
5.	Відрахування до фонду ЄСВ із заробітної плати виробничих працівників	29515,73
6.	Змінні загальновиробничі витрати	81839,08
7.	Постійні загальновиробничі витрати	94410,60
8.	Витрати на підготовку і освоєння виробництва	24106,57
9.	Разом: виробнича собівартість	633510,66
10.	Адміністративні витрати	7950,37
11.	Витрати на збут	9502,66
12.	Разом: повна собівартість	650963,69
13.	ПДВ (20 %)	126702,13
14.	Прибуток (25 %)	158377,67
15.	Ціна виробу (оптова): (ЦВ) + 15%	936043,49

3.4 Визначення критичної програми випуску відсіку Ф2 Ан - 70

Розмір критичної програми (РКП) річного обсягу випуску продукції - це мінімальний розмір програми випуску продукції за рік, при якому дохід від продажу НДР дорівнює витратам виробництва СЗП, тобто прибуток дорівнює нулю.

Визначимо розмір річних постійних витрат (РПОВ) за формулою:

$$\text{РПОВ} = (\text{ПсЗВ} + \text{АВ} + \text{ВЗ}) \times \text{А}; \quad (3.24)$$

де - А – річна програма випуску відсіку Ф2, (70шт).

$$\text{РПОВ} = (94410,60 + 7950,37 + 9502,66) \times 70 = 7830454,10 \text{ грн.}$$

Визначимо суму змінних витрат ЗМВ за формулою:

$$\text{ЗМВ} = \text{СВир} - \text{ПсЗВ}; \quad (3.25)$$

$$\text{ЗМВ} = 633510,66 - 94410,60 = 539100,06 \text{ грн.}$$

Визначаємо розмір критичної програми кількості випуску виробів аналітичним методом за формулою:

$$\text{РПК} = \text{РПОВ} / (\text{ЦВ} - \text{ЗМВ}); \quad (3.26)$$

$$\text{РПК} = 7830454,10 / (936043,49 - 539100,06) = 19,7 \text{ шт.}$$

- приймаємо 20шт.

В точці беззбитковості (РДТБ) величина доходу буде наступною:

$$\text{РДТБ} = \text{ЦВ} \times \text{РПК}; \quad (3.27)$$

$$\text{РДТБ} = 936043,49 \times 20 = 18720869,80 \text{ грн.}$$

Висновок: було проведено розрахунок собівартості складання відсіку Ф2 Ан - 70. В результаті розрахунку виробнича собівартість склала **633510,66** гривень, ціна виробу **936043,49** гривень. Також був проведений аналітичний розрахунок критичної програми випуску, яка склала 20 штук, при цьому дохід в точці беззбитковості склав **18720869,80** гривень.

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1. Загальні положення

В даний час, коли поліпшення експлуатаційних характеристик виробів, а саме підвищення надійності та ресурсу є першочерговим завданням, процеси поверхневого зміцнення деталей методом пневмодінамічного наклепу стають особливо актуальними.

Сутність процесу

Зміцнення ПДН відбувається в результаті зіткнення кульок з робочою поверхнею в замкнутому просторі, утвореному стінками камер і поверхнями деталі. Кульки приводяться в рух стисненим повітрям, що подається із заводської пневмомережі в камеру пневмопристрою.

В результаті на поверхні деталі створюється сприятливий напружений стан (ефекту зміцнення), а також підвищується корозійна стійкість деталей, що збільшує ресурс виробу особливо у всекліматичних умовах.

Місцевому зміцненню методом пневмодінамічного наклепу піддаються деталі з:

- алюмінієвих сплавів Д16чАВМ, 1450Т1, 1933Т3, АК4-1, АК6, В93, В95;
- конструкційних сталей 30ХГСА, 30ХГСН2А, 30ХГСН2МА, 18Х2НВА, 40ХН2МА (40ХНЛМА), ВНС-2, ВНС-5, ВКС-210, ВКС-9;
- титанових сплавів ОТ4, ВТ20, ВТ22.

Особливості технології зміцнення деталей визначаються в залежності від форми і розмірів місць, що зміцнюються при виготовленні деталей, агрегатного складання і ремонті виробів.

Вимоги щодо виконання місцевого зміцнення вносяться до технічних умов креслення. При необхідності виконання зміцнення окремих поверхонь незміцнених деталей, на полі креслення вказуються межі місцевого зміцнення. Зони зміцнення, що охоплюють концентратори напружень, наприклад, колодязі, люки, радіусні сполучення та ін. повинні бути не менше 5 мм, для отворів під стикові болти (ОСБ) - 1-2 мм.

На виробих, що знаходяться в експлуатації, місцеве зміцнення

виконується за рішенням ОКБ, а зміни в технічну документацію вносяться в установленому порядку.

Зона перекриття місцевого і загального зміцнення повинна бути більше 1,0 мм. В зоні перекриття перед місцевим зміцненням допускається гальванічні і лакофарбові покриття і ґрунт не видаляти.

Місцевому зміцнення піддаються деталі, що містять такі типи концентраторів напружень:

- радіусне сполучення поверхонь;
- отвори довільної геометричної форми (круглої, еліпсної і прямокутної) різних розмірів;
- колодязі і цековані поверхні під болти стиків агрегатів;
- необроблені місця кріплення деталей (під притисками) після поверхневого зміцнення вібраційним, ударно-барабанным, дробемітним та іншими способами;
- місця доопрацювання деталей, на яких зміцнений шар знятий на глибину понад 0,05 мм;
- ступінчасті переходи хімофрезерованих ділянок деталей, зварні шви та ін.

Гострі кромки на ділянках деталей, що зміцнюються повинні бути заокруглені радіусом не менше 1,0 мм або притуплені зняттям фасок $1 \times 45^\circ$;

Товщина полотна деталі в зоні зміцнення повинна бути:

- для алюмінієвих сплавів не менше 2,0 мм;
- для титанових сплавів і сталей не менше 1,0 мм.

Допускається зміцнювати деталі з алюмінієвих сплавів з товщиною полотна від 1,0 до 2,0 мм на знижених режимах: тиску стисненого повітря знизити на 30%.

Величини радіусів увігнутих сполучень поверхонь деталей, що підлягають зміцнення:

- для деталей з алюмінієвих сплавів - $R \geq 2,5$ мм;
- для деталей із сталей і титанових сплавів - $R \geq 2,0$ мм.

Для зміцнення деталей застосовуються поліровані кульки зі сталі ШХ15 ГОСТ 3722-81, ОСТ 1.51333-72. Зміцнення деталей з алюмінієвих сплавів проводиться кульками діаметром 4,0 мм, а деталей із сталей і титанових сплавів - кульками діаметром 3,0 мм.

Після місцевого зміцнення деталей з алюмінієвих сплавів сталевими кульками проводиться хімічна обробка 20%-ним розчином азотної кислоти. Час між операціями початку зміцнення деталей і хімічною обробкою має бути не більше трьох (десяти) діб (ПІ 1.4.379-77).

Для місцевого зміцнення деталей з алюмінієвих сплавів в умовах агрегатного складання, при доробках виробів в експлуатації та ремонті, де неможлива хімічна обробка 20%-ним розчином азотної кислоти, застосовуються кульки з алюмінієвих сплавів Д19П або В95Т1.

Сталеві і алюмінієві кульки зберігаються в тарі з алюмінієвих сплавів або з дерева. При зберіганні понад трьох місяців проводиться консервацію кульок машинним маслом марки МС-20 ГОСТ 21743-76 або індустріальним маслом марки И-50А ГОСТ 20799-88.

Пневмоприлади виготовляються з металевих або неметалевих матеріалів в залежності від форми і розмірів місць, що зміцнюються і особливих вимог на виготовлення оснащення (одноразового або багаторазового використання).

Пневмоприлади після виготовлення або ремонту випробовуються на відповідність вимогам забезпечення якості зміцнення по суцільності і рівномірності обробки поверхонь і інтенсивності наклепу за величиною прогинів зміцнених зразків-свідків.

При зміцненні застосовуються напірні рукава (шланги) по ГОСТ 18698-79 з $d_{\text{внутр.}} \geq 14$ мм - для підключення пневмопістолетів і пневмокамер.

При зміцненні пневмокамерами з декількома соплами повітропідвідні напірні рукави повинні бути однакового діаметра. На кожному повітропідвідному шлангу встановлюється контрольний пристрій, відрегульоване на необхідний робочий тиск стисненого повітря, що подається в пристрій. Стиснене повітря відповідає вимогам ГОСТ 24484-80. У місцях

підключення напірних рукавів до пневмотрубопроводу для додаткового очищення стисненого повітря, встановлюються маслотовологовідділювачі для збору конденсату і періодичного видалення по мірі його накопичення.

Діаметри отворів в штуцерах, що підключаються до пневмомережі і пневмоприладу, не менше 8 мм.

Лакофарбове покриття, порушене в зоні зміцнення, відновлюється за технологією, прийнятою для деталей даного виробу.

4.2. Класифікація поверхонь, що піддаються місцевому зміцненню

Місцевому зміцненню піддаються деталі, що містять як конструктивні, так і технологічні концентратори напружень. До конструктивних концентраторів напружень відносяться отвори, люки, колодязі, пази, скоси стрингерів, радіусне сполучення поверхонь цапф, проушин і ін. (рис. 4.1.)

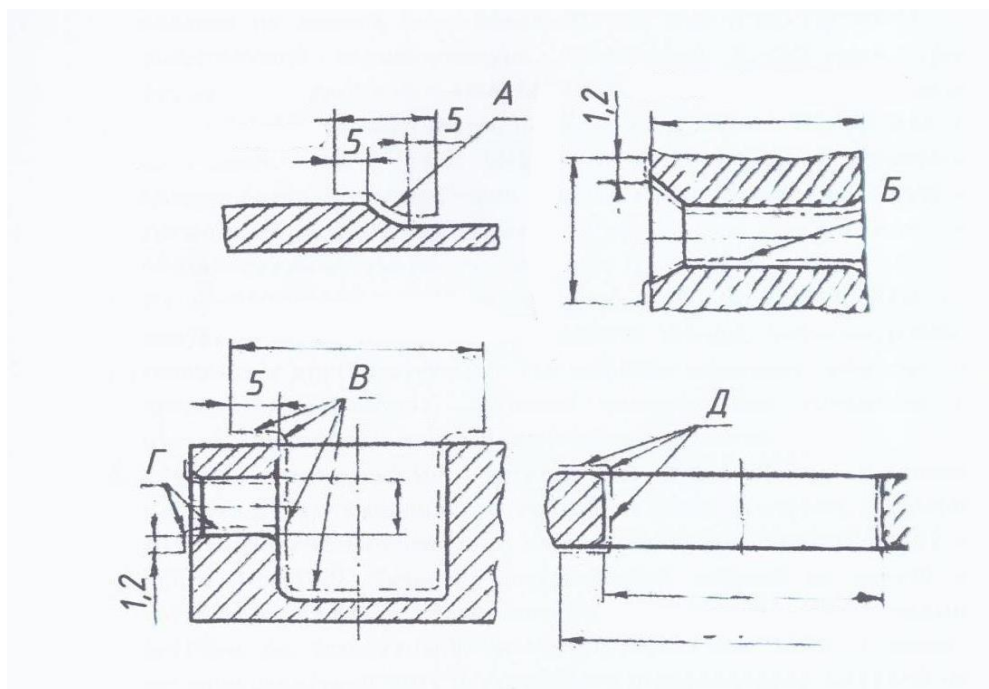


Рисунок 4.1.– Конструктивні концентратори напружень.

До технологічних концентраторів напружень відносяться поверхні після зняття зміцненого шару на глибину 0,05 мм і більше в умовах агрегатного

складання: в панелях, кронштейнах, фітінгах, профілях роз'ємів, амортизаторах та інших деталях.

Вимоги до вихідного стану поверхонь перед зміцненням

1. На поверхнях деталей, що підлягають зміцненню, не повинно бути бруду, пилу і жирних плям, а при наявності їх на поверхнях, що зміцнюються - видалити згідно з інструкціями ВІАМ № 1046-75, ВІАМ № 265-72 і ОСТ 1.90257-89.

2. В експлуатації і в умовах агрегатного складання допускається виконувати зміцнення по хімічному покриттю. При наявності лакофарбового покриття та ґрунту їх необхідно зняти в зоні місцевого зміцнення за технологією, прийнятою на підприємстві. Металізацію цинком зняти механічним способом до повного видалення.

3. Вихідна шорсткість поверхонь деталей з алюмінієвих сплавів не повинна бути більше $R_a = 6,3$ мкм (ГОСТ 2789-73), а поверхонь концентраторів напружень $R_a = 3,2$ мкм. Для деталей із сталей з $\sigma_B < 1400$ МПа і титанових сплавів вихідна шорсткість поверхонь не повинна бути більше $R_a = 6,3$ мкм, а з сталей з $\sigma_B \geq 1400$ МПа - $R_a = 3,2$ мкм. Шорсткість поверхонь концентраторів напружень в деталях із сталей і титанових сплавів не повинна бути більше $R_a = 3,2$ мкм, а позначених індексом " R_z " не більше $R_a = 1,6$ мкм.

4. На поверхнях деталей, що підлягають місцевим зміцненням, не допускаються подряпини, забоїни, ризки, задирки, сліди корозії, тріщини та інші дефекти. Ці дефекти підлягають зачистці до повного їх видалення. Зачистка повинна бути виконана з плавним переходом до не зачищеної поверхні.

5. Зачищення поверхонь деталей з алюмінієвих сплавів рекомендується виконувати водостійкою шліфувальною шкуркою зі скляним наповнювачем зернистістю 3-6 ГОСТ 10054-82 і ГОСТ 13344-79. Зачистку поверхонь деталей із сталей і титанових сплавів рекомендується виконувати абразивним кругом на бакелітовій зв'язці зернистістю 16-25 з подальшою зачисткою цих поверхонь шліфувальною шкуркою на полотні марш 39-5А і 39-20А і

шліфувальною шкуркою марки 36М28А. З метою запобігання утворенню прижогів металу інструмент постійно переміщати в зоні доопрацювання деталей.

4.3. Пневмоприлади, що застосовуються для місцевого зміцнення деталей

Залежно від конструктивних особливостей деталей, що зміцнюються пневмоприлади для виконання місцевого зміцнення ПДН поділяються на пересувні в процесі обробки і стаціонарно-встановлювальні в зоні, яка охоплює концентратор напружень.

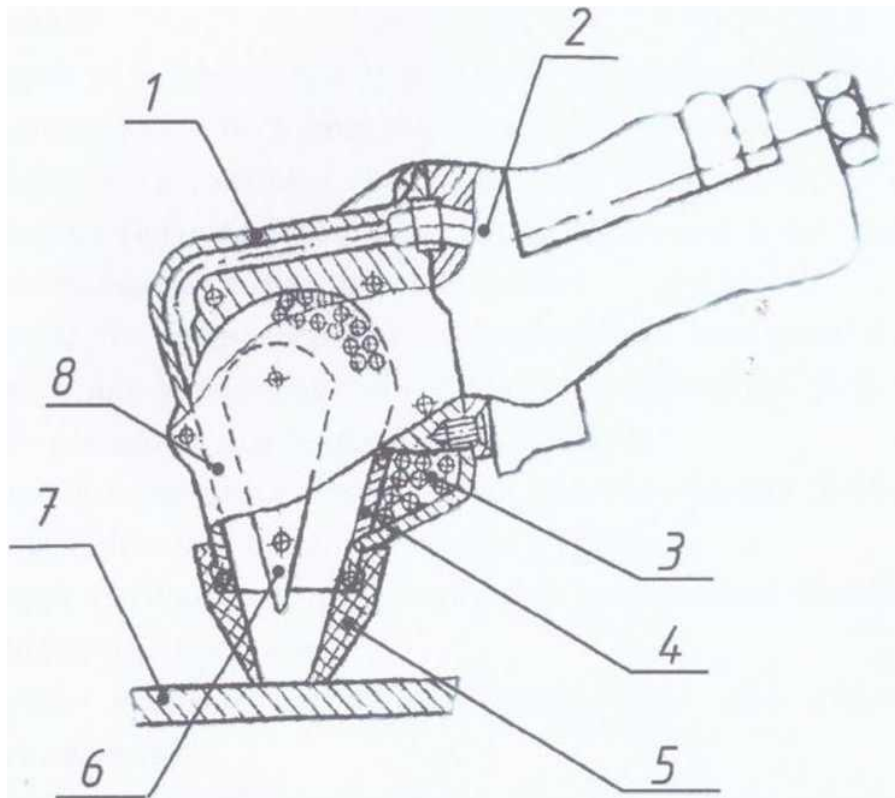


Рисунок 4.2. – Пневмопістолет ППД-50

1-корпус; 2-рукоятка; 3-ловушка кульок; 4-заслонка; 5-насадка
6-профільована вставка; 7-оброблювальна деталь; 8-бічна кришка.

До пересувних пристроїв відносяться:

- пневмопістолети ППД-50 і ППД-60 (рис. 4.2.), призначені для зміцнення плоских поверхонь внутрішніх радіусів сполучень з $R \geq 2,5$ мм

і зовнішніх радіусів сполучень з $R \geq 1,0$ мм на деталях з товщиною стінок $\delta \geq 2,0$ мм;

- пневмоголовка відцентрова ПГЦ-85, призначена для зміцнення плоских і хімфрезерованих поверхонь деталей, а також поверхонь з радіусом кривизни $R \geq 150$ мм при товщині полотен $\delta \geq 1,0$ мм;

- пневмоприлад кутовий ПУУ-50-1 призначений для зміцнення плоских поверхонь в місцях обмеженого простору підходів, наприклад, стінок пазів і ін.;

- пневмоголовка ПГ-50-2, призначена для зміцнення плоских поверхонь і поверхонь деталей з радіусом кривизни $R \geq 200$ мм при товщині полотен $\delta \geq 3$ мм.

До стаціонарно-встановлюваних пневмоприладів відносяться:

- пневмокамери із зустрічними соплами, призначені для зміцнення плоских зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей;

- пневмокамери з одним соплом і відбивачем для зміцнення круглих отворів в деталях;

- пневмокамери з двома соплами і двома відбивачами або одним відбивачем, виконаним за формою зміцнюваного отвору;

- пневмокамери з кільцевим каналом для зміцнення отворів довільної форми (круглих, овальних, прямокутних і ін. форми) з різним розташуванням геометричних осей;

- пневмокамери з спрямованим обертовим потоком стисненого повітря і кульок, для зміцнення цекованих поверхонь в фітингах і кронштейнах під головки стикових болтів і шайби;

- пневмокамери з похилим відбивачем для зміцнення цекованих поверхонь в колодязях під стикові болти і гайки;

- пневмокамери трубчастої конструкції для зміцнення отворів з різним розташуванням їх осей;

- пневмокамери збірні трубчастої конструкції для зміцнення отворів навколо лючков;

- пневмокамери трубчастої конструкції для зміцнення отворів і колодязів під стикові болти агрегатів ЦЧК і КЧК (рис. 4.3.);
- пневмокамери трубчастої конструкції для зміцнення отворів і крайок в фітингах стику кіля і стабілізатора;
- пневмокамери циліндричні без відбивача для зміцнення внутрішніх радіусної і циліндричної частин циліндрів;
- пневмокамери циліндричні з відбивачем для зміцнення внутрішньої поверхні циліндра;
- пневмокамери циліндричні з відбивачами для зміцнення окремих отворів з горизонтальною віссю.

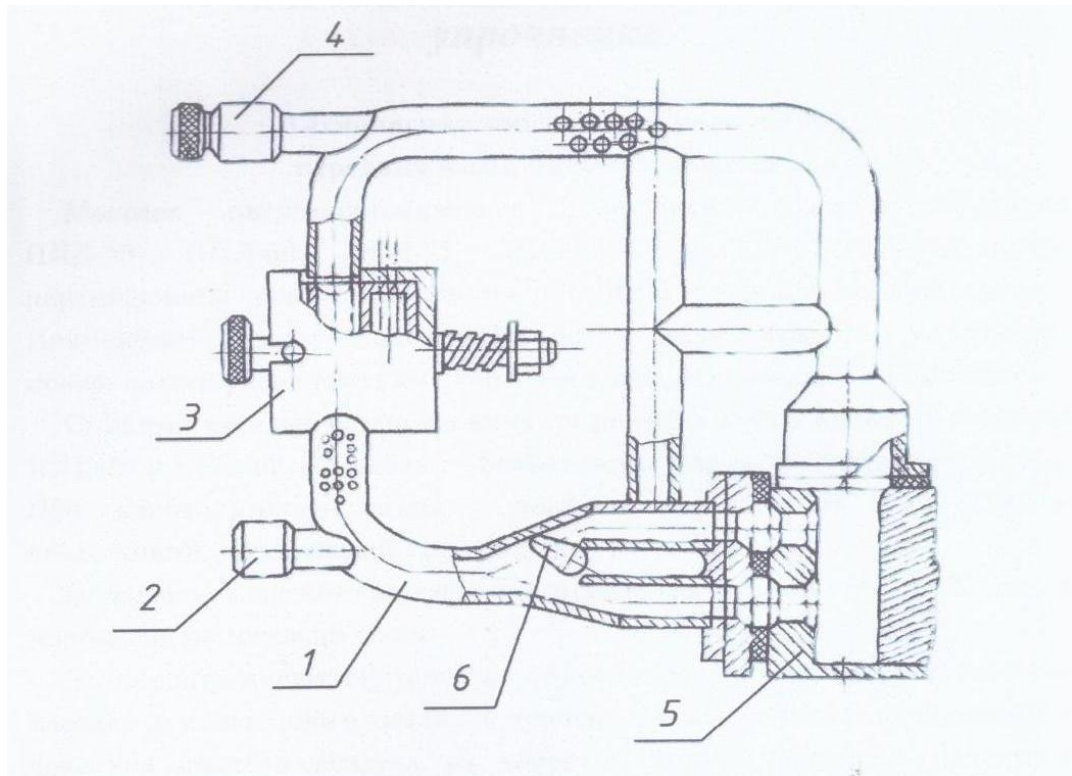


Рисунок 4.3. – Пневмокамера для зміцнення отворів

- 1-корпус; 2-сопло для подачі стисненого повітря; 3-ловушка кульок;
 4-сопло для подачі стисненого повітря, 5-зміцнююча деталь з колодцями і отворами; 6-регулятор-заслонка; 7-пробка.

Для зміцнення отворів діаметром від 40 до 150 мм з вертикальним розташуванням їх осей застосовуються пневмокамери з одним соплом.

Для зміцнення отворів діаметром від 80 до 500 мм з різним

розташуванням їх осей (вертикально, похило або горизонтально), еліпсної або прямокутної форми розмірами від 50x80 мм до 290x500 мм рекомендується застосовувати пневмокамери з кільцевим каналом.

Для зміцнення отворів еліпсної форми розмірами від 30x90 мм до 90x150 мм (вісь отвору, вертикальна) рекомендується застосовувати пневмокамери з двома соплами.

Для зміцнення ділянок розмірами більше 100x150 мм рекомендується застосовувати пневмокамери із зустрічними соплами.

4.4. Типові технологічні процеси зміцнення

Технологічний процес зміцнення пересувними пневмоприладами

Місцеве пневмодінамічне зміцнення пневмоприладами ППД-50, ППД-60, ППЦ-85, ПУУ-50-1 і ПГ-50-2 виробляють переміщенням цих пристроїв по поверхні деталі за один прохід. Застосування цих пневмоприладів забезпечує зміцнення поверхонь розташованих горизонтально, вертикально і похило.

Змінні насадки встановлені на робочому кінці пневмопістолетів ППД-50 і ППД-60, дозволяють обробляти деталі довільної форми. При необхідності змінні насадки доопрацьовувати за профілем поверхні, яка підлягає зміцненню.

Підключити пневмопістолет до контрольного пристрою Е-887 перед зміцненням згідно з схемою.

Встановити пневмопістолет на зміцнюючу поверхню притисненням насадки до поверхні деталі і провести регулювання необхідного тиску стисненого повітря на холостому ході за допомогою редуктора контрольного пристрою Е-887.

У процесі зміцнення не допускається збільшення зазору між оброблюваною поверхнею деталі і гумовою насадкою пневмопістолету більше 1,0 мм (збільшення зазору призводить до втрати кульок або застою частини кульок по лінії утворився зазору).

Порядок операцій при роботі пневмопістолетами ППД-50, ППД-60, ПГЦ-85 і пневмоголовкою ПГ-50-2 виконується в наступній послідовності: (див. рис. 4.2.)

1. Відкрити заслінку ловушки кульок;
2. Завантажити кульки в ловушку;
3. Закрити заслінку ловушки;
4. Встановити насадку необхідної конфігурації на пневмопістолет;
5. Встановити пневмопістолет (пневмоголовку) насадкою на оброблювану ділянку поверхні;
6. Відкрити заслінку ловушки, вивантажити кульки з ловушки в робочу камеру, закрити заслінку;
7. Включити подачу стисненого повітря в робочу камеру пневмопістолету (пневмоголовки), при необхідності відрегулювати редуктором заданий тиск стисненого повітря;
8. Переміщуючи пневмопістолет (пневмоголовку) по поверхні деталі, зробити зміцнення на відповідних режимах;
9. Після закінчення процесу зміцнення деталі відкрити заслінку ловушки, прибрати кульки в ловушку за допомогою стиснутого повітря відкриттям заслінки ловушки, закрити заслінку;
10. Виключити подачу стисненого повітря в робочу камеру пневмопістолету (пневмоголовки).

Рекомендовані режими зміцнення пневмопістолетами ППД-50, ППД-60 і пневмоголовкою ПГЦ-85 за допомогою сталевих кульок наведені в таблиці 4.1., алюмінієвих кульок в таблиці 4.2., а пневмоприлади ПГ-50-2 в таблиці 4.3. в залежності від напрямку переміщення пневмоприлада.

Таблиця 4.1.

Режими зміцнення деталей з алюмінієвих і титанових сплавів і сталей пневмопістолетами з використанням сталевих кульок

Параметри процесу	ППД-50, ППД-60			ПГЦ-85
	матеріал, деталей, що зміцнюються			
	алюмінієві сплави	сталі	титанові сплави	алюмінієві сплави
Тиск стисненого повітря, мПа (кгс/см)	0,314-0,343 (3,3-3,5)	0,392-0,490 (4,0-5,0)	0,294-0,333 (3,0-3,4)	0,343-0,441 (3,5-4,5)
Швидкість переміщення пневмопістолету, мм/хв	30-50 80-100 *	45-50 80-100	45-50 80-100	90-100
Маса кульок, г (кількість кульок, шт.)	7,5-10,3 (30-40)	4,8-5,3 (45-50)	4,8-5,3 (45-50)	19,2-21,5 (70-80)
Діаметр кульок, мм	4,0	5,0	3,0	4,0

Примітка: Кульки з алюмінієвого сплаву В95Т1 застосовуються для місцевого зміцнення деталей з усіх алюмінієвих сплавів з термообробкою Т1, Т2 і Т3, кульки з Д19П застосовуються для зміцнення всіх алюмінієвих сплавів, крім В95 і В93 з термообробкою по режиму Т1.

Таблиця 4.2.

Режими зміцнення деталей з алюмінієвих сплавів пневмопістолетами з допомогою алюмінієвих кульок

Параметри процесу	ППД-50, ППД-60	ПГЦ-85
Тиск стисненого повітря мПа, (кгс/см ²)	0,294-0,441 (3,0-4,5)	0,343-0,490 (3,5-5,0)
Швидкість переміщення, мм/хв	60	90-100
Маса кульок, г (кількість кульок, шт.)	4,7-5,7 (40-50)	8,4-9,6 (70-80)
Діаметр кульок, мм	3,5 ± 0,5	3,5 ± 0,5

Таблиця 4.3.

**Режими зміцнення деталей з алюмінієвих і титанових сплавів і
сталепневмоголівкою ПГ-50-2 за допомогою сталевих і алюмінієвих
кульок**

Параметри процесів	Деталі		
	з алюмінієвих сплавів перед анодіюванням	з алюмінієвих сплавів при агрегатному складанні і в експлуатації	сталей і титанових сплавів
Тиск стисненого повітря, мПа, (кгс/см ²)	0.294 ± 0,20 (3,0 ± 0,2)	0,392 ± 0,49 (4,0 ± 0,5)	0,392 ± 0,49 (4,0 ± 0,5)
Швидкість переміщення, мм/хв	200 ± 10	200 ± 10	100 ± 10
Маса кульок, г (кількість кульок, шт.)	22,5 ± 2,5 (90 ± 10)	9,0 ± 1,0 (90 ± 10)	12 ± 1,0 (100 ± 10)
Діаметр кульок, мм: сталевих алюмінієвих	4,0 -	- 3,5 ± 0,5	3,0 -

Таблиця 4.4.

**Режими зміцнення деталей з алюмінієвих і титанових сплавів і
сталекутовим пневмоприладом ПУУ-50-1**

Параметри процесу	матеріал деталей, що зміцнюються		
	алюмінієві сплави	титанові сплави	сталі
Тиск стисненого повітря, мПа (кгс/см ²)	0,294-0,343 (3,0-3,5)	0,245-0,294 (2,5-3,0)	0,343-0,392 (3,5-4,0)
Швидкість переміщення, мм/хв	50 ± 10	50 ± 10	50 ± 10
Діаметр кульок, мм: сталевих алюмінієвих	4,0 3,5	3,0 -	3,0 -
Маса кульок, г (шт.): сталевих алюмінієвих	40 (160) 20 (200)	3,0 (25) -	3,0 (25) -

Технологічний процес зміцнення пневмокамерами

Пневмокамери застосовуються для місцевого пневмодинамічного зміцнення зовнішніх і внутрішніх поверхонь довільної форми, а також важкодоступних поверхонь деталей, що входять в агрегати.

Пневмокамери встановлюються нерухомо щодо зміцнюваної ділянки деталі і закріплюються за допомогою шпильок з гайками або струбцин. При цьому зазори між гумовими ущільнювачами пневмокамер і оброблювальною поверхнею допускаються не більше 0,5 мм.

Перед зміцненням необхідно зробити установку пневмокамери на деталь з закріпленням, потім підключити до контрольного пристрою Е-887.

При зміцненні пневмокамерами необхідно дотримуватися наступної послідовності дій:

1. Встановити пневмокамеру на поверхню, що зміцнюється і закріпити;
2. Завантажити кульки в пневмокамеру, встановити і закріпити кришку;
3. Включити подачу стисненого повітря вентилем 4 і відрегулювати необхідний робочий тиск за допомогою редуктора 3 контрольного пристрою Е-887.
4. Провести зміцнення на відповідних режимах;
5. Вимкнути подачу стисненого повітря, зняти кришку, зібрати кульки і зняти пневмокамеру з деталі.

Примітка: При зміцненні поверхонь знизу, пневмокамеру з кульками на деталі встановлюють і закріплюють.

Час зміцнення встановлюється з моменту установки необхідного тиску стисненого повітря, що подається в камеру.

Зміцнення поверхонь пневмокамерою з вбудованими соплами виконується на наступних режимах:

- тиск стисненого повітря, кПа (кгс/см ²)	343 (3,5)
- кульки сталеві (Ø4) мм, шт. (г)	820 ± 20 (205 ± 5)
- кульки алюмінієві (Ø3,5) мм, шт. (г)	820 ± 10 (82 ± 1)
- час зміцнення, хв	8 -12

Залежно від об'єму застосовуваної пневмокамери із зустрічними соплами маса кулькового завантаження при зміцненні визначається за формулою:

$$Q = 0,00045 \cdot V, \quad (4.1)$$

Q - маса кулькового завантаження, г;

V - об'єм порожнини пневмокамери, мм³;

0,00045 - постійна величина.

Рекомендовані параметри пневмокамер із зустрічними соплами при їх проектуванні:

- ширина - 40-120 мм

- довжина - 50-200 мм

- висота - 30-90 мм.

Зміцнення отворів діаметром 10-21 мм і канавок під стикові болти виконують пневмокамерами в наступному порядку:

1. Підключити контрольний пристрій до сопла 2 пневмокамери;
2. Завантажити кульки в ловушку пневмокамери;
3. Встановити і закріпити пневмокамеру на деталі;
4. Вивантажити кульки з ловушки в канал пневмокамери;
5. Включити подачу стисненого повітря в пневмокамеру;
6. Встановити необхідний робочий тиск стисненого повітря;
7. Провести зміцнення на встановлених режимах;
8. Вимкнути подачу стисненого повітря;
9. Відключити напірний рукав зі штуцером від сопла 2 подачі стисненого повітря і підключити до сопла 4, а пробку 7 перевстановити в сопло 2 (зміцнення виконувати по режимам для сопла 4);
10. Зібрати кульки в ловушку, вимкнути подачу стисненого повітря;
11. Розкріпити пневмоприлад і зняти з деталі.

Зміцнення отворів діаметром 10-21 мм і колодязів під стикові болти пневмокамерами Е-2059, Е-2060 та Е-2873, 3-3022, Е-3100. Е-3116 (див. рис. 4.3.) виконувати алюмінієвими кульками $\emptyset 3,5^{+0,5}$ мм на режимах, зазначених

у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5.

Режими зміцнення отворів діаметром 10-21 мм і канавок під стикові болти виконують пневмокамерами в наступному порядку

Режими зміцнення	АН-124	АН-140			
	ЦЧК і КЧК	ЦЧК і СЧК	СЧК і ОЧК	кіль	стабілізатор
Тиск повітря, МПа, (кгс/см ²)	0,343 ^{+19,6}	(3,5 ^{+0,2})	(3,5 ^{+0,2})	0,343 ⁺⁴⁹ (3,5 ^{+0,2})	0,392 ⁺²⁰ (4,0 ^{+0,2})
Час зміцнення (подача повітря через сопло 2), хв	1-2	2-3		1,5	2,0
Час зміцнення (подача повітря через сопло 4), хв	3-4	5-6	4-5	3,0	3,0
Маса кульок, г	30 ^{+5,0}	30 ^{+5,0}	15 ^{+5,0}	15 ⁺⁵	45 ⁺³

4.5. Контроль процесу і якості зміцнення ПДН

Після місцевого зміцнення ПДН деталі піддаються 100% візуальному контролю на суцільність і рівномірність обробки. Поверхні після зміцнення повинні бути повністю покриті відбитками кульок і не мати слідів попередньої обробки.

У разі виявлення при візуальному контролі місць, які не мають повного насичення покриття відбитками кульок, допускається повторне зміцнення. При повторному зміцненні пневмокамерою час обробки слід зменшити в два рази.

Якість місцевого зміцнення ПДН забезпечується стабільністю режимів обробки. У процесі зміцнення контролювати тиск стисненого повітря за допомогою контрольного пристрою Е-887.

Інтенсивність зміцнення контролюється по деформації (величиною прогинів) зразків-свідків (рис. 4.4).

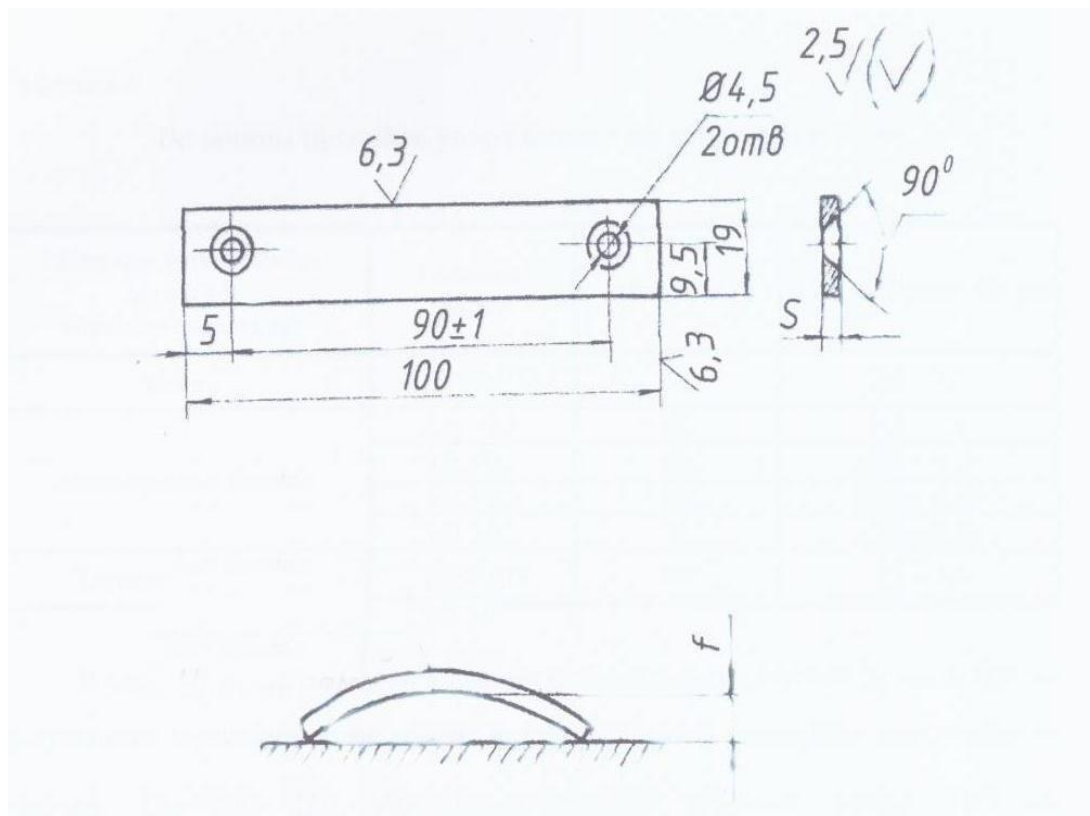


Рисунок 4.4. – Технологічний зразок зразка-еталону для відпрацювання процесу

Контроль інтенсивності зміцнення проводиться після виготовлення або ремонту пневмопристроїв перед обробкою чергової партії деталей, що зміцнюються або при проведенні контрольної перевірки, але не рідше одного разу на рік.

Інтенсивність процесу зміцнення пневмопістолетами і іншими пневмоприроями контролюється за величиною прогинів трьох зразків - свідків, які встановлюються з закріпленням на технологічному зразку.

При відпрацюванні процесу місцевого зміцнення на технологічному зразку зразки-еталони кріпити гвинтами з потайними головками М4х8 ГОСТ 17475- 80.

Зразки-еталони для контролю процесу зміцнення деталей для всіх сталей і титанових сплавів виготовляються на листовій сталі 30ХГСН2А з межею міцності 1666 ± 98 МПа (170 ± 10 кгс/мм²) або 30ХГСА з межею міцності 1176 ± 98 МПа (120 ± 10 кгс/мм²) шліфуванням площин в розмір $1,3 \pm 0,03$ мм.

Для контролю процесу зміцнення деталей з алюмінієвих сплавів зразки-свідки виготовляються з листового матеріалу АК4-1АТ1 або Д16АТ зі знятим лаковим клесом хімфрезеруванням або фрезеруванням з заготовок. Текстульні волокна повинні бути спрямовані уздовж великого розміру зразка. Зразки-свідки з алюмінієвих сплавів повинні виконуватися розмірами 100x19x2 мм. Допускається зменшення зразків-свідків по товщині не більше 0,1 мм.

Перед відпрацюванням режимів зміцнення проводиться установка і закріплення зразків-свідків опуклою поверхнею до ложементів. Фактичний прогин (f) односторонньо зміцнених зразків-свідків визначається за формулою:

$$f = f_1 + f_2 \quad (4.2)$$

де f_1 - стріла прогину зразка-еталону після його одностороннього зміцнення, мм;

f_2 - стріла прогину зразка-еталону до зміцнення, мм.

Величини прогинів (f) зразків-еталонів при односторонньому зміцненні в залежності від марки матеріалу і деталей, що зміцнюються наведені в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6.

Величини прогинів зміцнених зразків-свідків

Матеріал деталей, що зміцнюються і зразків-еталонів	Товщина, (S), мм	Довжина, мм	Прогин зразка (f), мм
Сталь	$1,30 \pm 0,03$	100	2,0-3,5
Алюмінієві сплави	2,0-0,1	100	1,4-1,6
	2,0-0,1	80	0,93-1,06
	2,0-0,1	60	0,60-0,68
	2,0-0,1	50	0,46-0,53
Титанові сплави	$1,30 \pm 0,03$	100	1,2-1,6

Примітка: При відхиленні величини прогину від необхідних значень в бік збільшення або зменшення допускається зміна часу зміцнення і тиску стисненого повітря, що подається в пристрій.

У разі неможливості встановлення зразків-свідків довжиною 100 мм допускається зменшення їх довжини відповідно до розмірів зміцнюваної ділянки. Прогини (f_l) зразків-еталонів довжиною менше 100 мм перераховуються за формулою:

$$f_l = \frac{f_L \cdot \frac{l}{2}}{100 - \frac{l}{2}} \quad (4.3)$$

де f_L - величина прогину зразка-еталона довжиною 100 мм;

f_l - величина прогину зразка-еталона довжиною менше 100 мм;

l - довжина зразка-еталона.

Після місцевого зміцнення зона перекриття по раніше зміцненій поверхні повинна бути не менше 1,0 мм.

Дефекти поверхні глибиною більш 0,05 мм виводяться за спеціальним рішенням, погодженим з розробником, до повного їх видалення з подальшим повторним зміцненням цих місць. Після видалення напливів і задирок в отворах допускається наявність слідів від ріжучого калібруючого інструменту на зміцнених поверхнях в зоні крайок, при цьому різки і подряпини сліди різального інструменту на зміцненій поверхні, віддаленій від крайок, не допускаються.

У разі відсутності можливості контролю якості місцевого зміцнення за зразками-свідками ступінь наклепу контролювати дотриманням режимів, зазначених у цій інструкції та порівнювати якість місцевого зміцнення деталей з затвердженим зразком (еталоном) зміцнених ділянок поверхонь. Еталони якості зміцнення затверджуються в установленому порядку, прийнятому на підприємстві.

Відмітка про виконання операції місцевого зміцнення ПДН заноситься в технологічний паспорт деталі (при наявності паспорта на деталь) або агрегату. Результати контролю операції місцевого зміцнення (дата зміцнення деталі, режими зміцнення і величина прогину зразків-свідків) повинні бути відображені в технологічному паспорті або маршрутної технологічною картою.

Контроль геометричних розмірів кульок слід проводити штангенциркулем ШЦ 1-125, а зразків-свідків - мікрометром МК 25 ГОСТ 6507-90 величина прогинів зразків-свідків - індикатором годинного типу ІЧ5РН з ціною поділки 0,01 мм.

Допускається застосування алюмінієвих кульок діаметром 2,5-2,9 мм в кількості до 30% від загальної маси кульковою завантаження.

Якість зміцнення на суцільність обробки контролюється візуально за допомогою лупи 4-х кратного збільшення.

4.6. Безпека праці при місцевому зміцненні

При виконанні робіт по місцевому зміцненню необхідно дотримуватися правил техніки безпеки при роботі з ручним пневмоінструментом.

До виконання робіт по місцевому зміцненню деталей ПДН допускаються робітники, які досягли 18 років, що пройшли медичний огляд, навчання та інструктаж з безпечних прийомів роботи на висоті.

При виконанні робіт на висоті понад 1,0 м споруджуються огорожі, надійно оберігають робітників від падіння.

Підключення напірного рукава до пневмотрубопроводу і до пневмоприладу, а також його від'єднання проводиться тільки при повному закритті вентиля на пневмотрубопроводу, що подає повітря в пневмоприлад.

Рукав напірний під'єднується до пневмоприлада, контрольного пристрою і пневмотрубопроводу за допомогою штуцерів, і закріплюється хомутами.

Не допускається замінювати оснащення і виробляти її налагодження при наявності стисненого повітря в напірному рукаві.

Перед початком роботи необхідно перевірити надійність кріплення знімних деталей пневмоприладів (кришок, насадок), надійність закріплення пневмопристроїв на деталях, що зміцнюються і відсутність зазорів.

Завантаження кульок в пристрій виробляється при закритому положенні

вентиля контрольного пристрою.

Робочий повинен суворо дотримуватися режимів зміцнюючої обробки, зазначених в технологічному процесі.

При роботі пневмоприладу рекомендується користуватися протишумними навушниками ВЦННІОТ-2М ТУ 400-28-126-76.

Не допускаються перегини, заплутування напірного рукава, перетин його з тросом і електрокабелями. При припиненні подачі стисненого повітря або перервах в роботі перекриваються вентиля пневмотрубопроводу і контрольного пристрою.

Після закінчення процесу зміцнення необхідно перекрити вентиль контрольного пристрою і пневмотрубопроводу, відключити напірні рукава від штуцерів пневмотрубопроводу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Братухін О.Г., Іванов Ю.Л. «Сучасні технології авіабудування». М.: Машинобудування, 1999р.
2. Бойко А. П., Мамлюк О. В., Терещенко Ю. М., Цибенко Р.Т. Конструкція літальних апаратів. – К.: Вища освіта, 2001.
3. Букін Ю.М., Воробйов Ю.А. «Технологія виробництва літаків і гелікоптерів. Складально-монтажні і випробувальні роботи в літако- і гелікоптеробудуванні». Х.: ХАІ, 2001р.
4. Вашуков Ю.А., Ломовской О.В., Шаров А.А. «Технологія та устаткування складальних процесів». Мультимедійний посібник. С: 2011
5. Григор'єв В.П., Ганиханов Ш.Ф. «Пристаосування для збірки вузлів і агрегатів літаків і гелікоптерів». М.: Машинобудування, 1977р.
6. Гриценко І.А., Животовська К.А., Король В.М., Мамлюк О.В., Терещенко Ю.М. Технологія виробництва ЛА, книга 1 – К.: Вища освіта, 2004.
7. Іванов Ю.Л. «Сучасні технологічні процеси збірки планера літака». М.: Машинобудування, 1999р.
8. Закон України «Про оплату праці».
9. Закон України «Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове соціальне страхування» від 08.07.2010 р.
10. Кононенко В.Г. «Технологія виробництва літальних апаратівкурсове та дипломне проектування». К.: Вища школа, 1974р.
11. Кривов Г.А. «Технологія літакобудівного виробництва». К.: КВІЦ, 1997р.
12. Нормативно-технічні документи, що діють в авіаційній галузі України.
13. «Правила забезпечення технологічності конструкції виробів». ГОСТ 14202-73 – ГОСТ 14204-73. М.: Видавництво стандартів, 1973р.
14. «Приклади збірки вузлів і агрегатів великогабаритних літаків і

конструкцій оснастки». Додаток до РТМ-1223. НІАТ, 1970р.

15. Терещенко Ю. М., Волянська Л.Г., Животовська К.А., Король В.М., Кулик М.С., Кудрін А.П., Мамлюк О. В., Панін В.В. «Технологія виробництва ЛА», книга 2. – К.: НАУ, 2006.

16. Тихомиров В.А. «Основи проектування літакобудівних заводів і цехів». М.: Машинобудування, 1975р.

ДОДАТКИ