МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

Факультет літакобудування

Кафедра технології виробництва літальних апаратів

Пояснювальна записка

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

на тему «Технологічна підготовка виробництва центроплана літака типу АН-178»

ХАІ.104.1-96А.23О.134.20-9/22-1ф 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)
Кагарлицький Олександр Вікторович
(прізвище та ініціали здобувача (ки))
Керівник: Катерина МАЙОРОВА
(ім'я та прізвище)
Рецензент: Сергій ІВАНОВ
(ім'я та прізвище)

Харків – 2024

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

Факультет літакобудування

Кафедра технології виробництва літальних апаратів

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

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

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Катерина МАЙОРОВА
(підпис) (ім'я та прізвище)
«____» _____ 20___ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Кагарлицький Олександр Вікторович
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи «Технологічна підготовка виробництва центроплана літака типу АН-178»
керівник кваліфікаційної роботи Майорова Катерина Володимирівна, к.т.н., доцент
прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом Університету № 2054-уч від «30» 11 2023 року
2. Термін подання здобувачем кваліфікаційної роботи 08 січня 2024 р.
3. Вихідні дані до роботи _____
_____
_____
_____
_____
4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати) _____
_____
_____
_____
_____
_____
5. Перелік графічного матеріалу _____
_____
_____

_____
_____
_____
_____

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

Нормоконтроль _____ _____ «____» _____20___ р.
(підпис) (ім'я та прізвище)

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач _____ Кагарлицький О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи
_____ Катерина МАЙОРОВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

ВСТУП 6

1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ 8

1.1 Конструктивно-технологічний аналіз конструкції центроплана транспортного літака типу Ан-178 9

1.2 Проектувальний розрахунок на міцність центроплана 13

1.3 Технічні умови на складання центроплана 16

1.4 Оцінка технологічності центроплана 18

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ 21

2.1 Розробка схеми конструктивно-технологічного членування центроплана 22

2.2 Розробка схеми складання центроплана 24

2.3 Розробка укрупненого технологічного процесу 28

2.4 Розробка схеми ув'язування нервюри № 1 центроплана 31

2.5 Розробка операційного технологічного процесу складання нервюри № 1 центроплана 32

2.6 Розробка схеми базування при складанні центроплана 33

2.7 Розробка ТУ на поставку вузлів центроплана і ТУ на проектування пристосування 36

2.8 Розробка конструкції складального пристосування 38

2.9 Розробка конструкції представника оснащення другого порядку 42

2.10 Опис робочого місця слюсаря-складальника і заходи з охорони праці в складальному цеху 45

2.11 Проектування агрегатно-складального цеху 48

2.12 Схема планування виробничої частини цеху 61

3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ 63

3.1 Визначення чисельності та фонду заробітної плати основних виробничих працівників, допоміжних працівників, керівників, фахівців, службовців і МОП цеху складання центроплана 64

3.2 Визначення виробничої собівартості виготовлення центроплану літака типу Ан-178 69
3.3 Визначення повної собівартості виготовлення центроплану літака типу Ан-178 72
3.4 Визначення критичної програми випуску центроплану 73
4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ 75
4.1 Сутьність процесу нівелювання 75
4.2 Підготовка літака до нівелювання 76
4.3 Проведення вимірів з використанням координатно-вимірювальний машин 78
4.4 Нівелювання крила, хвостового оперення, механізації та органів управління 81
ВИСНОВКИ 89
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ 90
ДОДАТКИ 91

ВСТУП

Ан-178 – український близькомагістральний транспортний турбореактивний літак, розроблений ДП «Антонов» на базі пасажирського Ан-158 (Ан-148-200).

Ан-178 приходить на заміну військово-транспортних літаків попереднього покоління Ан-12, Ан-26 та Ан-32.

Ан-178 – середній транспортний літак вантажопідйомністю 15-18 тонн. Його швидкість становить 825 км/год, висота польоту – 12 км. Літак може сідати і злітати з будь-яких аеродромів, у тому числі з ґрунтовим покриттям, що робить його ефективним для використання у якості військово-транспортного літака.

Конструктивна схема Ан-178 – високоплан нормальної аеродинамічної схеми з двома двигунами Д-436-148ФМ на пілонах під крилом та трьохопорним шасі з одно стійковою передньою опорою та двома двох стійковими основними опорами (рис. 1.1).

Рисунок 1.1 – Літак Ан-178

Основні характеристики літака Ан-178

Довжина – 32,9 м;

Розмах крила – 28,8 м;

Площа крила – 87,3 м^2;

Висота – 10,1 м;

Довжина вантажного відсіку з вантажною рампою – 16,5 м;

Висота вантажного відсіку – 2,7 м;

Ширина вантажного відсіку – 2,7 м;

Площа підлоги вантажного відсіку разом з вантажною рампою – 44 м^2;

Об'єм вантажного відсіку з вантажною рампою – 167 м^3;

Максимальна дальність польоту:

- 5500 км (маса навантаження 5 т);
- 4000 км (маса навантаження 10 т);
- 2600 км (маса навантаження 13,5 т);
- 2000 км (маса навантаження 15 т);
- 1000 км (маса навантаження 18 т);

Корисне навантаження:

- 99 солдатів;
- 80 десантників;
- 40 лежачих поранених + 30 сидячих;
- 3 піддони-платформи П7 з вантажем;
- 2 морських контейнера М2.

1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

1.1 Конструктивно-технологічний аналіз конструкції центроплана транспортного літака типу Ан-178

Крило літака Ан-178 – стріловидне, високорозташованого, великого подовження, трапецієподібної форми в плані з заднім напливом, скомпоновано на базі суперкритичних профілів, розроблених в ДП «АНТОНОВ».

Крило складається з центральної частини (ЦЧК) і двох консольних частин (КЧК), з'єднаних з центропланом фланцевими стиками. Крило кріпиться до фюзеляжу чотирма вузлами і через дуги на лонжеронах центроплану, а також за допомогою силового зализу фюзеляжу.

Конструкція крила – кесонного типу. Кесони центроплана і КЧК містять лонжерони, нервюри і панелі, виконані з алюмінієвих сплавів. У кесонах розташовуються паливні баки, для обслуговування яких на панелях центроплана виконані люки-лази зверху, а на КЧК – знизу.

Консольні частини крила – трапецієподібної форми в плані, включають в себе силовий каркас (виконаний у вигляді кесона), носового і хвостового відсіків.

Для огляду конструкції на нижніх поверхнях КЧК є експлуатаційні відкидні панелі і люки-лази, на верхніх поверхнях кесона КЧК є знімні панелі.

На нижній поверхні крила в негерметичній зоні є дренажні отвори для стоку конденсату.

По кінцях КЧК встановлені кінцеві аеродинамічні поверхні (КАП), виконані з ПКМ і мають трапецієподібну форму.

У носовому відсіку КЧК розташовані відхиляючий носок і три секції передкрилка, виконані з алюмінієвих сплавів. Носова частина КЧК складається з панелей, виконаних з ПКМ, і каркаса виконаного з алюмінієвих сплавів.

У хвостовому відсіку КЧК розташовані дві секції висувних

двохщілинних закрилків з фіксованим дефлектором, елерон і п'ять секцій відхиляючих інтерцепторів, що працюють в гальмівному та глісадному режимах. Хвостова частина КЧК складається з панелей, виконаних з ПКМ, і каркаса виконаного з алюмінієвих сплавів.

Центроплан крила складається з прямокутного в плані кесона, носових і хвостових відсіків. Перед 1 лонжероном встановлені носові частини центроплана. За 2 лонжероном встановлені хвостові відсіки центроплана. Вони мають висувні однощілинні закрилки з ПКМ.

Максимальні габаритні розміри центроплану – 5100х2580х760 мм.

Центроплан розташований між нервюрами № 4 (лівої і правої) і утворює один бак-кесон Силовий набір складається з поздовжнього та поперечного наборів.

Конструкція центроплана зображена на рис. 1.2.

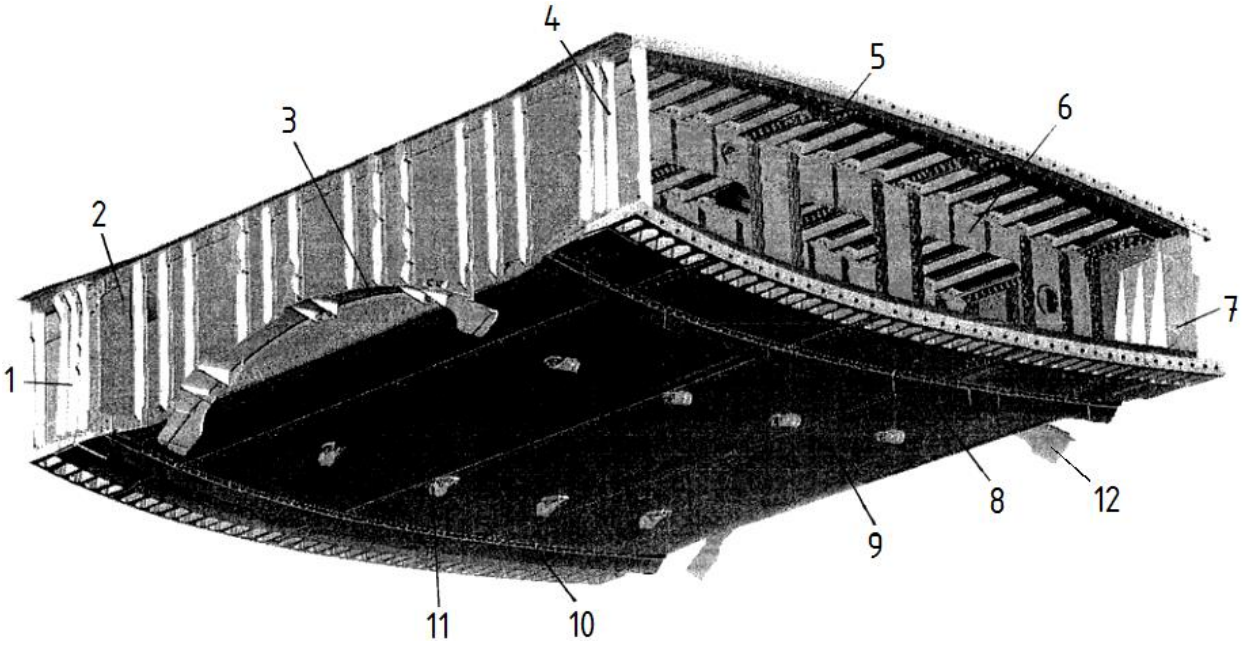


Рисунок 1.2 – Кесон центроплана літака типу Ан-178:
1 – кронштейн; 2 – 1-й лонжерон; 3 – дуга; 4 – кронштейн; 5 –панель верхня;
6 – нервюра; 7 – 2-й лонжерон; 8 – профіль; 9 – панель нижня;
10 – профіль; 11 – кронштейн; 12 – дуга.

Поздовжній силовий набір центроплана утворений двома лонжеронами та силовими панелями. Лонжерони центроплана – це

складальна конструкція, що складається з верхнього і нижнього поясів і стінки, з'єднаних між собою болтовим з'єднанням, і набору стійок з монолітних профілів. На лонжеронах між нервюрами № 3 і 4 встановлені кронштейни 1 і 7 для здійснення фланцевого стику центроплана з фюзеляжем по силових шпангоутах № 20,1 і 25 фюзеляжу.

Конструкція стику центроплана з фюзеляжем зображена на рис. 1.3.

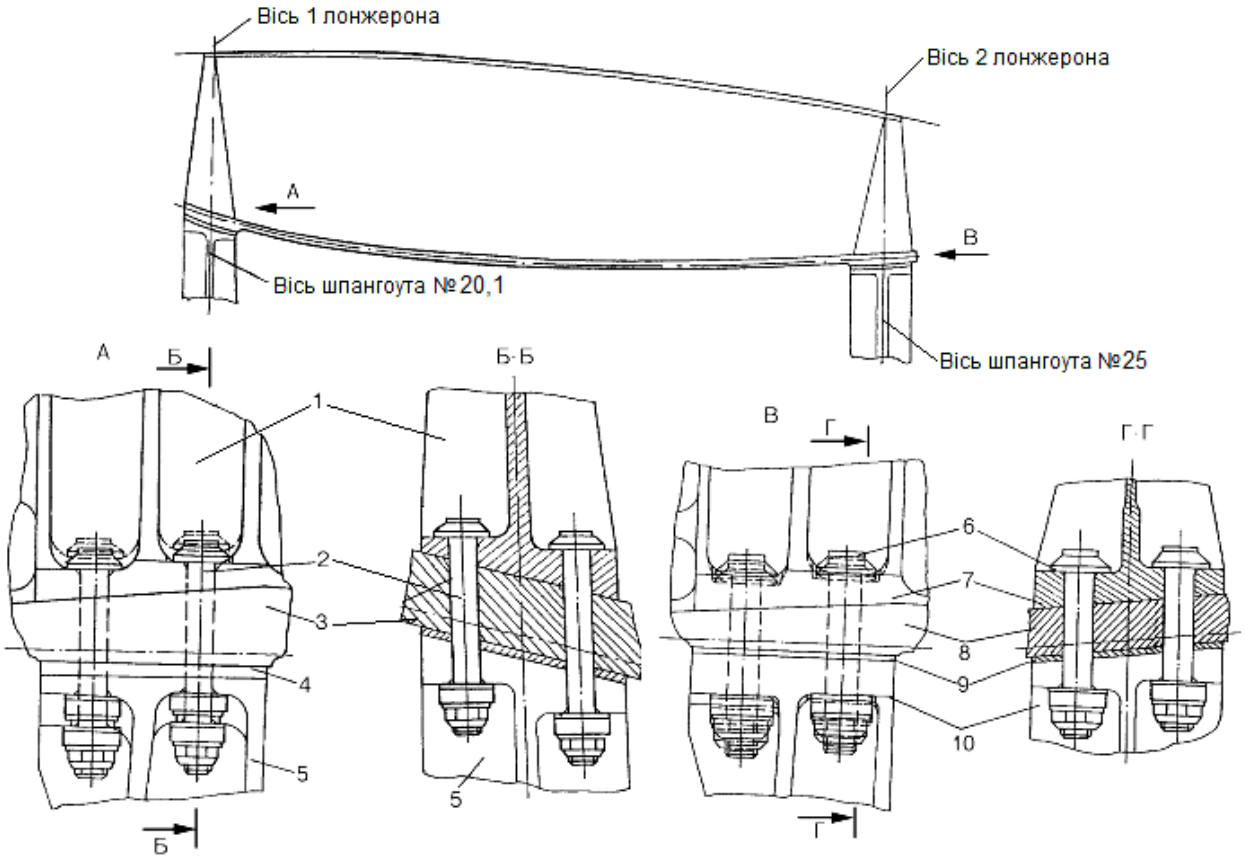


Рисунок 1.3 – Стик центроплана з фюзеляжем:
1 – кронштейн центроплана; 2 – болт; 3 – панель центроплана;
4 – прокладка; 5 – стійка шпангоута № 18; 6 – болт; 7 – кронштейн центроплана; 8 – панель центроплана; 9 – прокладка;
10 – стійка шпангоута № 23.

Між лівою і правою нервюрами № 3 на стінках 1 та 2 лонжеронів встановлені кронштейни дугової форми (дуги) для стиковки силового набору фюзеляжу в зоні вирізу під центроплан.

Нижні панелі центроплана виконані з набору п'яти монолітних панелей. На нижній поверхні центроплана по нервюрі № 4 встановлено профіль для кріплення поздовжньої балки фюзеляжу.

На нижній поверхні центроплана, що виходить в транспортну кабіну, встановлений піддон. Піддон виконаний з штампованих листів з вікнами, закритими гермокришками і посиленими рифтами. Піддон кріпиться до профілів і лонжеронів центроплана за допомогою болтів з подовженою різьбовою частиною.

Верхні панелі виконані з набору трьох монолітних частин. На середньій панелі є сім люки-лази, на кришці одного з них виконана заливна горловина паливної системи. На верхній панелі встановлений знімний зализ в зоні 2 лонжерона, виконаний з КМ. Зализ кріпиться до верхніх панелей болтами.

Поперечний силовий набір складається з нервюр балочної конструкції.

Стик центроплана з фюзеляжем виконаний по нервюрам № 1, 2, 3 по нервюрам № 1, 2 є кронштейни, до яких кріпляться дуги лонжеронів. Кожна нервюра складається з поясів, стінки, профілів і стійок. Стінки виконані з дуралюмінієвого листа, пояса і стійки – з пресованих профілів різних перетинів.

Кесон центроплана є паливним відсіком (баком-кесоном), для герметизації якого застосовуються такі види герметизації:

- внутрішньошовна – шпательним герметиком У30МЕС-5М;
- поверхнева – нанесенням джгутів шпательного герметика У30МЕС-5М по торцях з’єднаних деталей;
- формування шпательним герметиком У30МЕС-5М вихідних частин болтів та гайок (по нижньому профілі і для люків паливомірів).

Внутрішовна герметизація проводиться при складанні крила для герметизації швів в процесі складально-клепальних робіт. При цьому герметик наноситься на одну з поверхонь, що з’єднуються по всій ширині заклепочного шва.

Поверхнева герметизація здійснюється після закінчення складальних робіт нанесенням шпательного герметика на внутрішні поверхні баків-кесонів за допомогою шприця або шпателя.

Після закінчення поверхневої герметизації кесони прогрівають для остаточної полімеризації герметика, після чого випробують повітрям і паливом на герметичність.

1.2 Проектувальний розрахунок на міцність центроплана

У проектувальному розрахунку центроплана підбирають силові елементи поперечного перерізу: лонжерони, стрингери і обшивку. Вихідними даними є наступні параметри: зовнішні навантаження в перерізі – згинальний момент і поперечна сила; величина хорди центроплана положення лонжеронів.

На даному етапі проектування центроплана необхідно визначити навантаження, що діють на конструкцію. Для вирішення цього завдання необхідно побудувати епюри зовнішніх навантажень, що діють на крило. Поперечна сила і згинальний момент, отримані в перетині стикування крила з центропланом, будуть розрахунковими навантаженнями для центроплана. З трьох зусиль $M_{зг}$, Q, $M_{кр}$, що діють в поперечному перерізі крила, вигинає момент, є основними зусиллям, так як маса силових елементів сприймають $M_{зг}$, становить близько 50% загальної маси крила.

При побудові епюр крило розглядається як двохопорна балка (з опорами на фюзеляжі) з консолями, навантажена розподіленою аеродинамічній навантаженням $q_{в}$, масового навантаженням $q_{кр}$ і зосередженими силами від двигунів $P_{дв}$. Врівноважуються ці сили реакціями фюзеляжу $R_{ф}$. Для вирішення поставленого завдання досить уявити епюри навантажень для однієї від'ємної частини крила (інша буде симетрична). Епюри Q і $M_{зг}$ будують від різниці розподілених навантажень $q_{в}$, $q_{кр}$:

$$q = q_{\text{в}} - q_{\text{кр}} = \frac{G - G_{\text{кр}}}{l} n \cdot \Gamma_{\text{пл}},$$

де G – маса літака;

$G_{кр}$ – маса крила;

l – розмах крила;

$n = n^{e} \cdot f$ – розрахункове перевантаження;

$\Gamma_{пл} = \dfrac{C_{y_{пер}} b}{C_{y_{кр}} b_{ср}}$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподіленої повітряної навантаження по розмаху плоского крила.

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

Або приближено:

$$q = \frac{G - G_{кр}}{S} nb = \frac{nG}{S}(1 - \overline{m}_{кр})b.$$

де b – хорда в перетині крила;

S – площа крила, S = 87,3 м^2;

На частку крила доводиться значна частина маси планера (від 30 до 50%), звідки:

$$\overline{m}_{кр} = 0{,}08 - 0{,}15,$$

де $\overline{m}_{кр} = 0{,}12$ – відносна по відношенню до маси всього літака маса крила;

$n^{e} = 4{,}5$ – експлуатаційне перевантаження з АП;

f = 1,5 – коефіцієнт безпеки.

Визначимо масу літака:

$$G = mg = 57450 \cdot 9.8 = 563{,}1 \text{ кН}.$$

Визначимо перевантаження:

$$n = 4{,}5 \cdot 1{,}5 = 6{,}75$$

Таким чином:

$$q_i = \frac{6{,}75 \cdot 563{,}1}{87{,}3}(1 - 0{,}12)b_i = 38{,}4b_i.$$

Після визначення складових, можна знайти сумарне погонне навантаження на крило, діючу в напрямку осі y в швидкісний системі

координат. Обчислення заносимо в таблицю 1.1. При цьому початок координат поміщають зазвичай в корені крила, перетину нумерують від кореня напрямку кінця крила починаючи з $i = 1$. Буквою $\bar{z}$ позначають відносну координату $Z = \frac{2z}{l}$. Так як на ділянці $\bar{z} = 1 - 0{,}95$ епюра q віддалена від прямої лінії, то в цьому дипломному проекті вводимо перетин з координатою $\bar{z} = 0{,}95$.

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

$$Q = \int_{0,5}^{z} q(z)dz + P_{\text{агр}},$$

де $P_{\text{агр}}$ – вага двигуна. З огляду на, що маса двигуна дорівнює 1450 кг, отримаємо $P_{\text{агр}} = m_{\text{дв}} g = 1450 \cdot 9{,}8 = 14{,}1$ кН.

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

Згинальний момент буде визначають за формулою:

$$M = \int_{0,5}^{z} Q(z)dz.$$

Схема рахунку приведена в таблиці 1.1, в якій введено такі позначення:

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

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

$$Q_i = \Delta Q_{i+1} + Q_{i+1};$$

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

$$M_i = \Delta M_{i+1} + M_{i+1}.$$

Таблиця 1.1 побудована в припущенні, що інтегрування здійснюється методом трапецій. Початок координат поміщено в корені крила, перетину пронумеровані від кореня крила, починаючи з $i = 0$.

Таблиця 1.1 – Розрахунок сумарного погоного навантаження на крило

i	$\bar{z}_i$	$\Delta\bar{z}_i$, м	q_i, $\frac{\text{кН}}{\text{м}}$	ΔQ_i, кН	Q_i, кН	ΔM_i, кН·м	M_i, кН·м
0	0	0	65,48	-	548,09	-	2817,06
1	0,1	1,2	61,45	76,16	471,93	612,01	2205,05
2	0,2	1,2	57,93	71,63	400,3	523,34	1681,71
3	0,3	1,2	53,39	66,79	333,51	440,29	1241,42
4	0,4	1,2	49,36	61,65	271,86	363,22	878,2
5	0,5	1,2	45,84	57,12	214,74	291,96	586,24
6	0,6	1,2	41,81	52,59	162,15	226,13	360,11
7	0,7	1,2	37,78	47,75	114,4	165,93	194,18
8	0,8	1,2	33,75	42,92	71,48	111,53	82,65
9	0,9	1,2	29,72	38,08	33,4	62,93	19,72
10	0,95	0,6	27,7	17,23	16,17	14,87	4,85
11	1	0,6	26,19	16,17	0	4,85	0

1.3 Технічні умови на складання центроплана

Для проектування технологічного процесу важливе значення мають вимоги до елементів конструкції, які надходять на складання.

До вузлів і деталей пред'являються вимоги по міцності, точності, вазі та 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.

1 Зовнішні поверхні центроплана розбиваються на одну зону (1 зона), до якої висуваються вимоги до точності виконання форми і якості обробки зовнішньої поверхні.

До 1 зони відноситься верхня поверхня панелей кесона центроплана (нижня поверхня кесона центроплана – по вимогам пунктів 3, 4);

2. Відхилення форми центроплану в плані не повинно бути більше ± 4 мм по хорді і більш ± 8 мм за розмахом.

3. Відхилення зовнішніх обводів ізольованих агрегатів центроплану від ТК не повинно перевищувати величин, зазначених в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Відхилення зовнішніх обводів центроплану

Поверхні	Величина відхилень *h*, мм (не більше)
1 зона	±1,0

4. Хвилястість зовнішньої поверхні ізольованих агрегатів центроплану, не повинна перевищувати величин, зазначених в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Хвилястість зовнішньої поверхні агрегатів центроплану

Поверхні	Величина відхилень *h*, мм (не більше)	Величина відносного прогину Δ, (не більше)
1 зона	±1,0	0,002

Перелічимо основні ТУ складання центроплану:

1. Незазначені граничні відхилення розмірів, форм і розташування поверхонь по ОСТ1 00022-80.

2. Деталі БЧ виготовляти по шаблонах з плаза.

3. Клепку виконувати по ПІ 249-78 і ТІ 36-21-86.

4. Металізації 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 грунті гр.ЕП-0215.

7. Отвори під болти виконувати по Н9.

8. Покриття головок болтів, гайок, виступаючих різьбових частин – ем.ЕП-140, темно-зелена ОСТ1 90055-85.

1.4 Оцінка технологічності центроплана

Технологічність конструкції є одним з найважливіших показників досконалості конструкції. Технологічність конструкції – це сукупність властивостей конструкції виробів, які допомагають в можливості оптимізації витрат роботи, засобів, матеріалів і часу при технічній підготовці виробництва, виготовлення, експлуатації та ремонту конструкції виробів при забезпеченні показників якості.

Технологічність конструкції літака – це комплекс властивостей, які дають можливість виготовити літак, застосовуючи найдосконаліші технологічні процеси, що забезпечують високу її якість (надійність) при мінімальних затратах праці і часу, а також оцінка конструкції з точки зору зручності її обслуговування і ремонту в умовах експлуатації.

Розрізняють виробничу і експлуатаційну технологічність.

Виробнича технологічність виробу проявляється в економії (скороченні) витрат, коштів і часу на конструкторську і технологічну підготовку виробництва при збереженні заданого рівня якості виробу.

Експлуатаційна технологічність виробу проявляється в скороченні витрат, коштів і часу на технічне обслуговування і ремонт виробів, а також на підготовчі та заключні роботи пов'язані з польотом (завантаження вивантаження вантажами, паливом, перевірка працездатності обладнання) при збереженні заданого рівня якості виробів.

Хороша технологічність сприяє досягненню оптимальної маси конструкції і в кінцевому підсумку зменшення вартості літака і спрощення виробництва. Технологічність можна оцінювати якісно і кількісно.

Якісна оцінка допустима на всіх стадіях проектування, коли при виборі кращого конструкторського рішення не потрібне визначення ступеня відмінності порівнюваних варіантів.

Кількісна оцінка виконується за прийнятими показниками технологічності за допомогою розрахунку їх значень і ступеня задоволення

вимог технологічності конструкції. Така оцінка необхідна для порівняння варіантів технологічності конструкції і планування її та підвищення в часі.

Узагальненими стандартними показниками технологічності є коефіцієнт рівня технологічності по трудомісткості і коефіцієнт рівня технологічності за собівартістю:

- коефіцієнт рівня технологічності по трудомісткості;
- коефіцієнт рівня технологічності по собівартості;

Чим нижче ці коефіцієнти, тим краще технологічність конструкції. Крім узагальнених коефіцієнтів, використовують різні безрозмірні коефіцієнти, що показують рівень технологічності за окремими ознаками конструкції: коефіцієнт наступності, коефіцієнт панелювання, коефіцієнт стандартизації, коефіцієнт пресового клепання та коефіцієнт уніфікації.

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

Для досягнення високої виробничої технологічності центроплана літака типу Ан-178 сприяють такі технологічні заходи:

1. Форми поверхні центроплана – теоретичні обводи верхної і нижньої поверхонь центроплана. Усі вхідні вузли (нервюри, панелі, лонжерони) та деталі (стінки, стійки, пояси) мають лінійчаті поверхні (плоскі, циліндричні, конічні), що допускають застосування високопродуктивних процесів (штампування, клепання).

2. Використовується раціональне членування конструкцій на секції, панелі, вузли та деталі. Таке членування розширює фронт робіт, що забезпечує можливість широкого застосування механізації трудомістких робіт і автоматизації основних і допоміжних технологічних процесів, які в свою чергу зменшують трудомісткість і покращують якість їх виготовлення, підвищується продуктивність праці.

3. Широко застосовуються в конструкції центроплана – стандартні заклепки (ОСТ 134040-79, ОСТ 134055-92, ОСТ 11301-74), болти (ОСТ1

31124-80, ОСТ1 31133-80, ОСТ1 31130-80), шайби (ОСТ1 34507-80, ОСТ1 34509-80), гайки (ОСТ1 33507-80, ОСТ1 33048-80, ОСТ1 33071-80, ОСТ1 11531-74), профілю різного перетину, деталі, які забезпечують високі техніко-економічні показники, а також і технологічність конструкції даного агрегату.

4. Застосовуються уніфіковані елементи в конструкції (радіуси, фаски, підсічки), що призводить до скорочення номенклатури деталей однакового функціонального призначення, яке в свою чергу призводить до збільшення обсягу випуску деталей при незмінному обсязі випуску виробів.

5. Максимальне використання в конструкції центроплану алюмінієвих сплавів: Д16Т, Д16АМ, Д16АТ, Д16ЧТ які найбільш часто використовуються в літакобудуванні завдяки їх технологічним якостям – легкості, міцності. Ці матеріали дуже добре штампуються, обробляються різанням, зварюються, піддаються хімічній обробці. Ці матеріали також дуже пластичні і стійкі проти корозії.

6. Застосовуються уніфіковані марки матеріалів і їх обмежена кількість. Це забезпечує зменшення обсягу робіт по визначенню режимів різання і освоєння процесів механічної обробки матеріалів.

7. В разі відсутності дуже високих вимог до точності розмірів і чистоти оброблюваних поверхонь конструкції, виконувати по ОСТ1 00022-80, крім місць спеціально не обумовлених в кресленні або інструкції. Згідно креслення чистота поверхні більшості деталей Ra 6,3, а обшивок виходять на теоретичний контур центроплана Ra 2,5.

8. Є достатня кількість підходів до місць з'єднання, стиків секцій, панелей центроплана і контролю якості складання елементів конструкції.

Спираючись на якісний аналіз технологічності конструкції можна зробити висновок, що конструкція центроплану транспортного літака є технологічною конструкцією і може виготовлятися серійно.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розробка схеми конструктивно-технологічного членування центроплана

Сучасний досвід проектування і виробництва літаків показує, що правильне їх членування на агрегати, відсіки, панелі і вузли забезпечує:

- поділ і спеціалізацію праці при проектуванні і у виробництві, що сприяє скороченню термінів випуску агрегату і підвищення його якості;
- застосування паралельних схем складання, що скорочує виробничий цикл;
- поліпшення умов праці при складанні вузлів, секцій та агрегату в цілому;
- полегшення транспортування при виготовленні та ремонті;
- використання механізації та автоматизації складальних робіт, що веде до підвищення продуктивності праці;
- полегшення ремонту літака.

При членуванні центроплана використовують конструктивні, технологічні та експлуатаційні роз'єми, які вибирають з таких міркувань:

- для організації паралельною складання вузлів, панелей з метою розширення фронту робіт і скорочення циклу складання;
- застосування стапелів спрощеної конструкції для складання вузлів і панелей;
- максимальне застосування пресової клепки в клепаних вузлах.

Роз'єм – це сукупність складальних баз, що становлять поверхню, роз'єднує в заданому місці планер на частини.

Конструктивними називають роз'єми, викликані відмінністю в функціях окремих елементів планера, різкою різницею в конструкції окремих частин, застосуванням різних матеріалів, відносним переміщенням окремих ланок і частин конструкції.

Експлуатаційними називають роз'єми, які визначають за вимогами експлуатації-транспортування, заміни окремих частин, зручності підходів

при регламентних оглядах.

Технологічними називають роз'єми, що спрощують складання і монтаж, що підвищують техніко-економічні показники виробництва з урахуванням програми випуску виробів.

З урахуванням вищевикладених міркувань конструкція центроплану розчленована на наступні конструктивні одиниці:

- 1-й лонжерон;
- 2-й лонжерон;
- нервюри (№ 1-4 пр. та № 1-4 лів.);
- панель верхня;
- панель нижня.

Схема конструктивно-технологічного членування центроплана літака типу Ан-178 зображено на рис. 2.1.

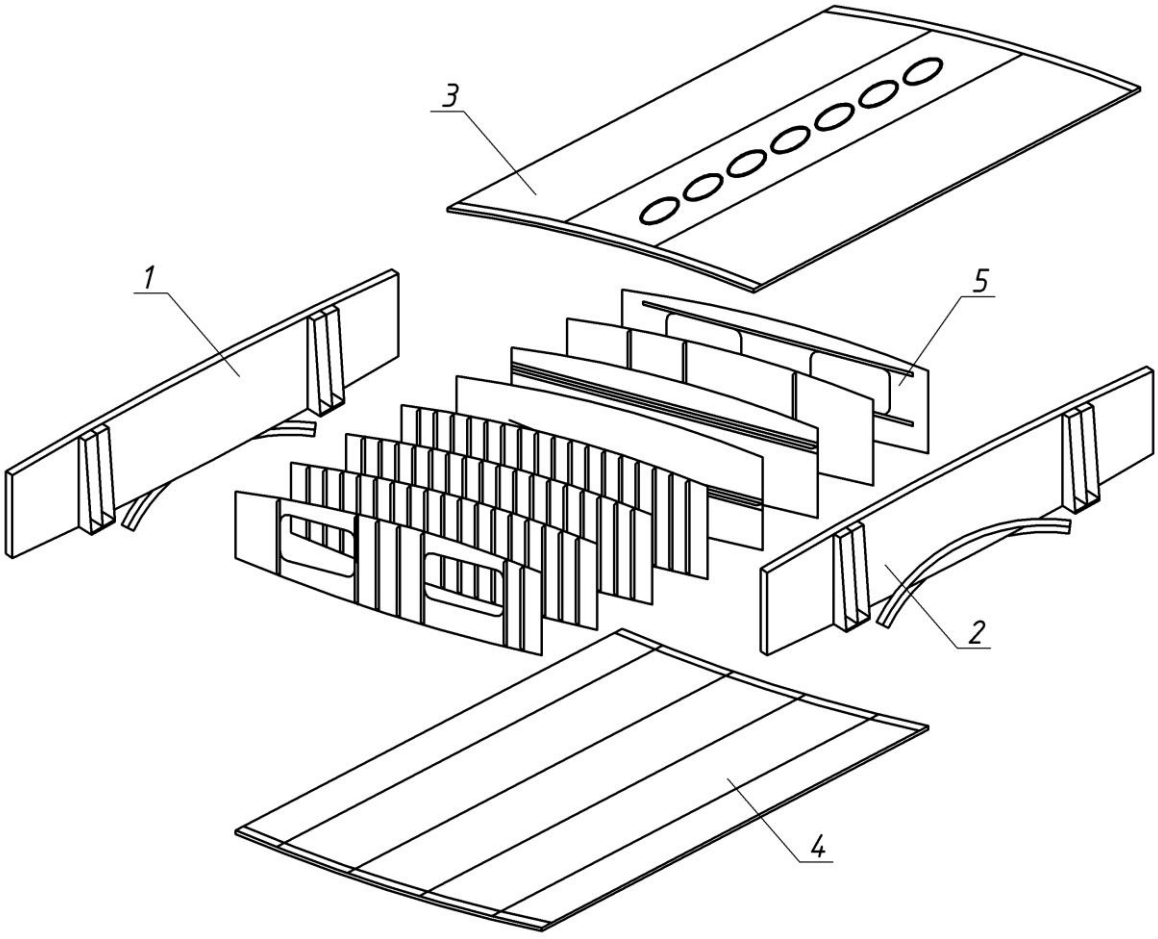


Рисунок 2.1 – Схема членування центроплана:
1 – 1-й лонжерон; 2 – 2-й лонжерон; 3 –панель верхня; 4 –панель нижня;
5 – нервюри (№ 1-4 пр. та № 1-4 лів.).

2.2 Розробка схеми складання центроплана

Схема складання – це послідовність подачі деталей і складальних одиниць на складання.

Залежно від ступеня членування конструкції на складальні одиниці і ступеня диференціації складальних та монтажних робіт виділяють наступні схеми складання:

- послідовна;
- паралельна;
- паралельно-послідовна.

Послідовна схема складання характерна для умов дрібносерійного виробництва або при складанні нескладних вузлів або невеликих агрегатів (рулів, елеронів, інтерцепторів, предкрилков, тримерів і т.п.). В цьому випадку деталі та складальні одиниці послідовно встановлюють на базову деталь або на фіксатори складальних пристосувань. Як правило, всі монтажні роботи виконують після складання-стикування всього об'єкта. Саме складання і монтаж виконуються в обмежених і не зручних для роботи умовах, важко застосовувати високопродуктивні засоби механізації операцій, вузький фронт робіт (особливо в замкнутих конструкціях). Це збільшує трудомісткість складально-монтажних робіт (СМР) та їх цикл.

Виділення панелей, що характерно при значних серіях виробництва ЛА, дозволяє застосувати паралельну і паралельно-послідовну схеми складання. В цьому випадку панелі і окремі скадальні вузли складають незалежно один від одного – паралельно в часі і просторі. При паралельному складанні панелей на них також паралельно монтують бортові системи, а потім панелі з виконаними монтажами (і проведеними їх випробуваннями згідно ТУ) стикуються в відсіки або агрегати.

Ефективність застосування цієї схеми (яку називають паралельною схемою складання) залежить від питомого обсягу монтажів, які виконуються на окремих панелях. Але в будь-якому випадку ця схема складання має найменшу трудомісткість і цикл при виробництві СМР.

Паралельно-послідовна схема складання відрізняється від паралельної

тим, що монтажі виконують не на окремих панелях, а після їх стикування в замкнуту конструкцію – відсік або агрегат. Перевага панелювання (зокрема, використання пресового і автоматичного клепання, зварювання, проведення групових свердлильно-зенковальних операцій на автоматах) використовують тільки в складальних операціях, а монтажні та інші роботи виконують усередині замкнутих обсягів відсіків і секцій або агрегатів ЛА, що значно знижує ефективність по трудомісткості і тривалості циклу.

Порядок надходження вузлів і деталей на складання агрегату визначається наступними факторами:

1 Базування, тобто в першу чергу ставляться вузли і деталі, які несуть на собі технологічні бази.

2 Жорсткістю, тобто базовими встановлюються найбільш жорсткі вузли і деталі.

3 Геометричним нашаруванням, тобто постановці наступних деталей не повинні заважати попередні.

4 Економічної доцільності прийнятої схеми.

Складання центроплану буде здійснюватися за послідовно-паралельною схемою.

Керуючись переліченими вище чинниками, приймаємо наступну послідовність складання:

1 Установка першого лонжерона.

2 Установка другого лонжерона.

3 Установка нервюр.

4 Установка верхньої панелі.

5 Установка нижньої панелі.

Послідовність складання здійснюються в стапелі складання центроплана.

Методи складання

Найбільшого поширення в сучасному літакобудуванні отримали такі методи складання:

1 За складальним або базовим отворам СО або БО;

2 По розмітці на базових деталях;

3 За привалочними поверхнями;

4 В пристосуванні з базуванням деталей і вузлів на контури;

Складання по СО – процес, при якому взаємне розташування деталей, що складаються визначається положенням наявних на них складальних отворів. При базуванні по СО деталі, складаються один з одним і на період з'єднання деталей в складальні отвори вставляють фіксатори. Точність установки деталі забезпечується точністю перенесення отворів на них і прийнятими розмірами фіксатора.

Складання по СО широко застосовується, так як має такі переваги:

- простота технологічного процесу складання;
- зниження трудомісткості;
- зниження витрат на оснащення;
- отримання стабільних розмірів.

Але існують і недоліки даного методу:

- збільшення обсягу заготівельно-штампувальних робіт через необхідність отримання отворів;
- зростання числа заготівельного і контрольно-вимірювального оснащення;
- відносно мала точність.

Складання по розмітці – це процес, при якому взаємне розташування деталей, що входять в вузол та визначають безпосередньо вимірюванням між ними і за рисками, нанесеними на деталях при розмітці. Процес складання по розмітці включає багато переходів, пов'язаних з розміткою центрів отворів на кожній деталі, кернення положення центрів, вимірювання відстаней між деталями, установкою і зняттям струбцин. Установка деталей в складальне

положення по розмітці – процес трудомісткий і тривалий. Взаємозамінність вузлів і панелей при складанні таким способом практично неможлива, тому цей метод нам не підходить.

Складання по привалочним поверхням – найпростіший метод складання, при якому одна з деталей вузла вибирається в якості основної і несе бази для установки вхідних деталей, що мають відповідні установчі бази. Точність забезпечується точністю виконання посадочних поверхонь. Найбільший ефект забезпечується використанням циліндричних поверхонь.

Складання в складальному пристосуванні – це метод, що забезпечує необхідне взаємне положення деталей, що складаються, певне положення обробного інструменту щодо деталі, додання форми недостатньо жорстким деталям і вузлам в процесі складання. При цьому створюються певні переваги в порівнянні із складанням по розмітці:

- виключається розмітка і пригін деталей;
- прискорюється і полегшується процес складання;
- досягається взаємозамінність дії вузлів, панелей і агрегатів;
- можлива механізація та автоматизація виробництва.

Недоліки методу:

- висока вартість складальних робіт;
- велика трудомісткість по монтажу складального пристосування;
- збільшення термінів технологічної підготовки виробництва.

При складанні центроплану застосовується в основному складання із застосуванням складального пристосування, що забезпечує найбільшу точність, що вимагає складної складальної оснастки. Практично всі вузли складаються за цим методом з базуванням по зовнішньому контуру. І тільки рядові нервюри збираються по складальним отворам, так як при їх установці на центроплан використовуються компенсатори і книці, що компенсують похибки складання нервюр. При складанні по СО не потрібне складне складальне оснащення, що значно здешевлює і скорочує процес технологічної підготовки виробництва.

Таким чином, використовуємо метод збирання в пристосуванні з базою

«від каркаса».

За бази прийнято:

- поверхню каркаса;
- внутрішня поверхня обшивки;
- отвори стикових болтів;
- базові отвори;
- стапельні плити по стику консолей центроплану.

2.3 Розробка укрупненого технологічного процесу

Технологічний процес – це частина виробничого процесу, яка містить дії по зміні і подальшого визначення стану предмета виробництва. Технологічний процес повинен бути відображений в конструкції, він є складним об'єктом проектування. Це і призвело до того, що технологічний процес розробляється поетапно. Першим етапом розробляється директивний технологічний процес. Він розробляється паралельно з проектуванням виробу початкових стадій.

Технологічний процес – це частина виробничого процесу, яка містить дії по зміні і послідовному визначенні стану предмета виробництва.

Складання – це процес, який представляє собою сукупність технологічних операцій під час установлення деталей в складальне становище і їх фіксацію (заклепками, болтами), таким чином, утворюючи з'єднання, вузли, панелі, секції, відсіки, агрегати і літальний апарат в цілому.

Розробка технологічного процесу входить в комплекс взаємопов'язаних робіт передбачених єдиною системою технологічної підготовки виробництва. Технологія та автоматизація виробництва має на меті встановити найбільш раціональний і економічний спосіб збирання і забезпечити виконання вимог, обумовлюючи нормальну роботу складеного агрегату.

Маршрутний технологічний процес є складовою частиною керівних технологічних матеріалів по розробці технології.

Маршрутний технологічний процес складання центроплану і його

складових частин розроблені на основі:

- конструкторської та нормативно-технічної документації;
- схеми складання центроплану;
- умов кооперацій робіт між підприємствами.

При розробці маршрутного технологічного процесу враховані наступні основні вимоги агрегатно-складального виробництва:

- застосування прогресивних методів складання;
- застосування механізованих і автоматизованих засобів виконання з'єднань;
- забезпечення умов контролю якості складальних операцій.

Маршрутний опис технологічного процесу складання центроплану містить наступні основні відомості про процес складання:

1 Зміст операцій складання без вказівки переходів і технологічних режимів.

2 Послідовність операцій відповідає схемі складання вузла, відсіка, агрегата. У маршрутному описі операції складання об'єднані в єдину операцію:

- установка деталей, вузлів в складальне пристосування;
- фіксація деталей, вузлів в установленому положенні;
- підготовка і зняття технологічного кріплення;
- виконання з'єднань;
- контроль форми і якості відсіку.

3 Операція виконання з'єднання містить роботу по утворенню отворів, установки кріплення згідно з кресленням, контролю точностних параметрів і якості з'єднань.

4 Позначення деталі, вузла відповідно до конструкторської документації розробника.

5 Номенклатури технологічної оснастки, включаючи підйомно-транспортні засоби, тип обладнання та ручний механізований інструмент.

6 Стандартний ріжучий інструмент і інструмент для виконання контрольних операцій в маршрутному технологічному процесі не вказується.

7 Маршрутний технологічний процес для збірки центрального відсіку

фюзеляжу представлений в додатках.

Найбільш раціональною організацією процесу стапельного і позастапельного складання є потоковий метод. При потоковому методі пристосування і обладнання розташовують в технологічній послідовності виконання складально-клепальних операцій. На кожному робочому місці (в складальному пристосуванні, свердлильній установці або клепальному пресі) виконується строго певний обсяг робіт, після чого складальна одиниця переміщається на наступне робоче місце.

Конвеєр може працювати зі складанням і здачею складених виробів через рівні проміжки часу, відповідно ритму, або зі створенням на проміжних ділянках між робочими місцями стелажів для зберігання складених деталей.

Для нормування технологічного процесу використовуються заводські норми часу помножені на коефіцієнт посилення норм $K_{пн}$.

Для розрахунку коефіцієнту посилення норм $K_{пн}$ необхідно:

- пронормувати кілька характерних операцій робочого технологічного процесу;
- порівняти отримане значення з даними в робочому технологічному процесі;
- розрахувати коефіцієнт посилення норм.

Нормування необхідно проводити згідно з нормами НІАТ. Результати нормування зведені в таблицю 2.1.Нормування необхідно проводити згідно з нормами НІАТ. Результати нормування зведені в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати нормування операцій технологічного процесу

Найменування операції	Норма часу проектованого ТП $T_{П}$, хв	Норма часу базового ТП $T_{Б}$, хв	$K = \frac{T_{Б}}{T_{П}}$
Свердління отворів	0,092	0,075	0,82
Клепання заклепками	0,26	0,21	0,81
Фіксація технологічними болтами	0,21	0,19	0,91

$T_{\text{П}}$ – норма часу проектованого техпроцесу,

$T_{\text{Б}}$ – норма часу базового техпроцесу.

$$K_{\text{ПН}} = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{3} = \frac{0{,}82 + 0{,}81 + 0{,}91}{3} = 0{,}85$$

Отже, для того щоб посилити норми часу, що необхідно для зменшення собівартості складання і часу складання, необхідно помножити норму часу для кожної операції заводського ТП на величину $K_{\text{ПН}} = 0{,}85$.

2.4 Розробка схеми ув'язування нервюри № 1 центроплана

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

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

Еталонно-шаблонний метод (ЕШМ) – в якості вихідного еталона для ув'язки заготівельної і складальної оснастки застосовуються еталони поверхні агрегату. Всі зразки пов'язуються між собою, чим забезпечується точність і плавність виконання поверхонь окремих агрегатів. Однак цикл підготовки виробництва виявляється найбільшим.

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

Плазово-шаблонний метод (ПШМ) – в якості вихідного еталона геометричних параметрів використовується теоретичний плаз агрегату. Геометричні розміри деталей і плоских вузлів забезпечується шаблонами.

МКАУ (метод координатно-аналітичної ув'язки). Цей метод заснований

на поєднанні принципу координованої ув'язки складальних баз агрегатів з аналітичними методами розрахунку складних аеродинамічних поверхонь. Застосування при цьому методі системи КФО забезпечує єдині технологічні бази на всіх етапах виробництва: установчі бази при обробці деталей на верстатах з ЧПУ; складальні бази при складанні вузлів; вимірювальні – при прокладанні комунікацій та монтажі бортового обладнання; стикувальні – при стикуванні агрегатів. МКАУ дозволяє виключити виготовлення еталонів поверхонь і іншого об'ємного оснащення.

Оскільки складання нервюри 1 виконується в складальному пристосуванні, то для її ув’язки обираємо програмно-інструментальний метод (ПРІМ).

2.5 Розробка операційного технологічного процесу складання нервюри № 1 центроплана

Технологічний процес складання – це послідовність установки в складальне положення деталей, вузлів, панелей, їх фіксації та з'єднання між собою способами, передбаченими кресленням, визначення спеціальностей, розряду і кількості робочих, а також норм часу, вибір інструменту та обладнання. Розробку робочого технологічного процесу складання для серійного виробництва здійснюють відповідно до креслення і схеми складання.

Робоча технологія містить такі відомості про процес складання:

1 Суть операцій і переходів технологічного маршрутно-операційного процесу. Послідовність їх повинна відповідати певним планам. У загальному випадку процес складання виконується в наступному порядку:

- підготовка деталей до складання;
- установка деталей в задане кресленням положення;
- фіксація деталей в установленому положенні;

- підготовка деталей до з'єднання;
- з'єднання деталей;
- контроль точності і якості з'єднань;
- заключні роботи.

2 Інструмент та обладнання, необхідне для кожної операції.

3 Норми часу на виконання операцій.

4 Спеціальність, кількість робітників і розряд робіт.

5 Операції контролю.

Спроектований технологічний процес складання нервюри № 1 центроплана представлений в додатку дипломного проекту.

2.6 Розробка схеми базування при складанні центроплана

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

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

Складальні бази – це поверхні, лінії, точки, що належать деталям, що складаються і безпосередньо беруть участь в утворенні з’єднання. Від узгодження складальних баз залежить характер процесу складання (потрібна чи ні прідгонка деталей).

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

Стапель складання центроплану повинен бути обладнаний:

1 Рубильником по зовнішньому контуру з урахуванням контуру носової і хвостової частин і закінцівки;

2 Еквідистантними шаблонами для контролю форми і якості зовнішньої поверхні;

3 Ложементами для установки 1 і 2 лонжеронів;

4 Фіксаторами кронштейнів навішування керма висоти;

5 Кондукторами для утворення реперних точок, що забезпечують нівелювання центроплану.

6 Пристроями для підвіски, підкату і відкату вузлів центроплану в стапелі.

7 Настилами, драбинами, тумбами, верстаками.

У складеному центроплані кожен його елемент повинен займати щодо інших елементів положення вказане в кресленні. Для виконання цієї умови необхідно досягти визначеності базування кожного встановлюваного елемента, що забезпечує необхідну якість геометричних контурів конструкції і складальної одиниці в цілому.

Для розробки схеми базування будемо дотримуватися трьох основних принципів базування: єдності, постійності та співпадання баз.

При розробці схеми базування потрібно вибирати на деталях і вузлах базові поверхні, за якими буде проводитися установка та фіксація деталей і вузлів при складанні.

Схеми базування вузлів і деталей центроплана представлені на рисунках 2.2. – 2.4.

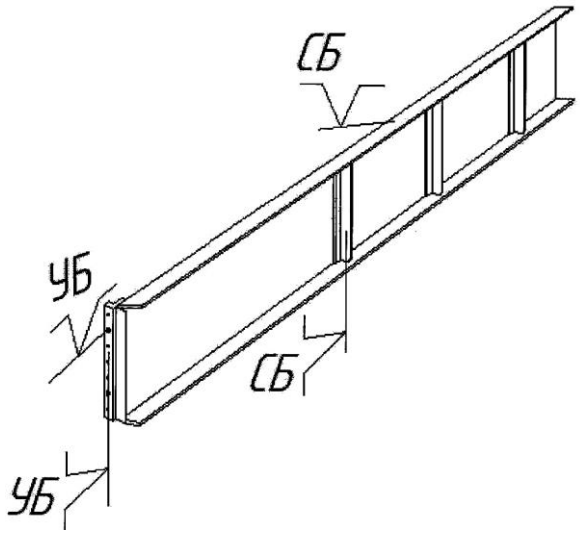


Рисунок 2.2 – Схема базування лонжеронів центроплана.

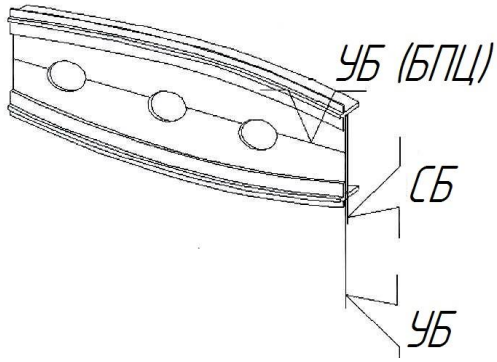


Рисунок 2.3 – Схема базування нервюр центроплана.

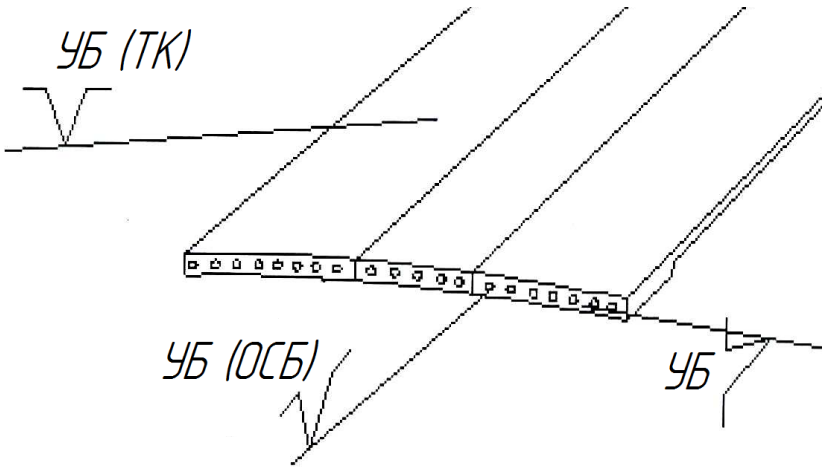


Рисунок 2.4 – Схема базування панелей центроплана.

2.7 Розробка ТУ на поставку вузлів центроплана і ТУ на проектування пристосування

Для здійснення розробленого техпроцесу необхідно оформити технічні умови на поставку вузлів і деталей, що входять до центроплану.

У технічних умовах на поставку вузлів встановлюється ступінь завершеності при їх подачі в складальний цех: укомплектованість даного вузла, наявність стикувальних отворів на вузлі і їх готовність, припусків на деталях з листів і профілів або їх відсутність, наявність технологічних отворів і ін. ТУ на поставку вузлів та деталей центроплану представлено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – ТУ на поставку вузлів та деталей на складання

Вузли		Ступінь закінченості	Наявність технологічних отворів
Найменуванння	К-ть		
1 лонжерон	1	складений відповідно схеми складання	СО ∅2,5 мм в поясах в сторону верхньої і нижньої панелей; СО ∅2,5 мм в стійках в сторону стінок нервюр; НО ∅2,6 – назначити відповідно креслення
2 лонжерон	1	складений відповідно схеми складання	ОСБ – 3 шт. в кронштейнах для навішування керма висоти; СО ∅2,5 мм в поясах в сторону верхньої і нижньої панелей; СО ∅2,5 мм в стійках в сторону стінок нервюр; НО ∅2,6 – назначити відповідно креслення
Панель верхня	1	складена відповідно схеми складання	БО, СО в сторону поясів 1 и 2 лонжеронів; НО ∅2,6 – назначити відповідно креслення
Панель нижня	1	складена відповідно схеми	БО, СО в сторону поясів 1 и 2 лонжеронів; НО ∅2,6 – назначити відповідно креслення

Вузли		Ступінь	Наявність технологічних отворів
		складання	
Нервюра	8	складені відповідно схеми складання	СО в стінках в сторону стійок 1 и 2 лонжеронів; НО ∅2,6 – назначити відповідно креслення

У технічних умовах на проектування складального пристосування вказують його призначення, перелік вузлів, методи складання та установчі бази, порядок складання, напрямок і засоби закладки вузлів та виймання виробів, положення виробів, що складаються в пристосуванні, засоби ведення складальних робіт, необхідна механізація пристосування і ін.

Складальне пристосування – це пристрій, конструкція якого забезпечує правильне взаємне розташування, фіксацію і з'єднання деталей, вузлів, панелей, секцій, агрегатів ЛА із заданою точністю і забезпечує взаємозамінність по обводам, стиках і роз'ємах.

Основні технічні вимоги, що пред'являються до СП:

1. Забезпечення заданої по ТУ точності складання агрегату.

2. Збереження стабільного положення базових точок, вузлів і поверхонь, надійної фіксації складених елементів протягом усього періоду експлуатації СП.

3. Збереження точності СП на протязі всього періоду експлуатації, між регламентними оглядами і ремонтами.

4. Раціональні розміри в цілях кращого використання виробничих площ.

5. Забезпечення найбільш вільних підходів до робочих зон, хороше освітлення.

6. Сталість заданих розмірів незалежно від коливання температури навколишнього середовища.

7. Використання в конструкції більшої кількості стандартизованих і нормалізованих елементів, що істотно здешевлює складальне оснащення,

скорочує терміни її проектування і виготовлення.

8. Мінімальний час на фіксацію і розфіксацію виробу, що збирається.

9. Зручність використання інструменту і засобів механізації праці.

10. Зручність виймання або знімання інформації конструкцію, що складається.

11. Дотримання правил техніки безпеки.

12. Прийнятна експлуатаційна технологічність і ремонтопридатність.

13. Мінімальні габарити і маса.

14. Забезпечення міцності, жорсткості, надійності, ресурсу складального пристосування.

До СП крім технічних вимог пред'являються такі технологічні вимоги:

1. Положення виробу, що збирається в пристосуванні повинно бути таким, що забезпечує максимальний підхід і зручність при складанні.

2. В пристосуванні повинно бути забезпечено вільне (без заїдань) обертання шарнірних з'єднань.

3. СП повинно забезпечити повну взаємозамінність по зовнішньому контуру агрегату, а також по стику з іншими частинами крила.

2.8 Розробка конструкції складального пристосування

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

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

нового літака.

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

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

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

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

Відповідно до прийнятої схеми ув'язування монтаж СП проводиться в

системі ІС (інструментальний стенд) і ПК (плаз-кондуктор).

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

Щоб утримати вилку фіксатора в заданому положенні, застосовують перехідні фітинги, які кріплять в пазах лінійок форматування. Підтримуваний фитингом фіксатор пристосування закріплюють, заливаючи цементом НІАТ-МЦ. Після витримки протягом 7-12 хв фітінг звільняють і переналаштовують стіл для установки наступних фіксаторів.

Плаз-кондуктор призначений для ув'язки осей отворів для кріплення фіксуючих елементів (рубильників та ін.) за їх робочим контуром. Плаз-кондуктор має координатні лінійки, в отворах яких запресовані закалені втулки ∅8А з кроком 50±0,01 мм. Поперечні лінійки переміщаються щодо поздовжніх; при цьому забезпечується збіг отворів лінійок.

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

За допомогою плаз-кондуктора свердлять також базові і місця отворів в

стапельних і монтажних плитах, а по майстер-плитам заливають втулки або розгортають отвори в стапельних плитах.

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

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

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

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

Вже після виконання монтажу на інструментальному стенді фіксаторів складають пристосування.

Креслення складального пристосування, призначеного для складання нервюри №1 центроплану, представлено в додатках дипломного проекту.

При проектуванні складального пристосування конструктор повинен забезпечити:

- простоту і легкість підходів до всіх вузлів, агрегатів і систем при

мінімальних розмірах пристосування;

- точність аеродинамічного контуру ± 0,05 мм;
- взаємозамінність по аеродинамічним обводам, роз'ємах і стиках;
- легке проштирювання всіх фіксаторів і навішування рубильників;
- наявність підходів для роботи в стапелі;
- оснастити стапель вбудованою свердлильно-зенкувальною установкою (ВСЗУ), подачею стисненого повітря, електроенергією, світлом;
- легке і швидке виймання готового агрегату.

2.9 Розробка конструкції представника оснащення другого порядку

Оснащення другого порядку є фізичним носієм розмірів і форм, з якими у встановлених межах точності повинно відповідати виробниче оснащення. Виробниче оснащення, в свою чергу, є фізичним носієм розмірів і форм, з якими повинна також з певною точністю відповідати деталь або виріб.

Оснащення другого порядку є носієм розмірів і форми для виготовлення і контролю виробничої оснастки, за яким 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 перевірка застосовуваної в літакобудуванні виробничої та контрольної оснастки, особливо в тих випадках, коли потрібне дублююче оснащення;
3. Визначення розташування отворів, обводів, поверхонь і критичних точок кріплення; зазвичай оснащення відтворює одну або більше деталей

контрольованого вузла;

4. Ув'язки між собою еталонів, що стикуються або пов'язаних конструкцій.

Застосування оснащення другого порядку дає наступні переваги:

1. Вартість виробничої оснастки знижується при використанні контрольної оснастки;

2. Зменшуються витрати по обслуговуванню при перевірці виробничої оснастки;

3. Загальна стандартизація дозволяє розділити виробничі операції між різними підприємствами (двері або кришка люка можуть виготовлятися на одному заводі, а конструкція, до якої вони кріпляться, на іншому);

4. Усувається індивідуальне тлумачення технічних параметрів;

5. Забезпечується дублювання в вузьких межах.

До недоліків при використанні оснащення другого порядку потрібно віднести наступні:

1. Зростають початкові витрати на оснащення;

2. Збільшується початкова тривалість виробничого процесу;

3. Необхідні перевезення та обслуговування;

4. Для внесення змін потрібно переробляти більшу кількість оснастки;

5. При виготовленні кількох (або сполучаються) еталонів частина загальних допусків на виробництво поглинається (іноді це може виявитися перевагою).

При розробці конструкції оснастки другого порядку, приймаються до уваги: загальні допуски для деталей і вузлів кінцевого виробу, зумовлені допусками для окремих деталей і матеріалів. Вплив допусків на номінальне розташування критичних поверхонь і точок, які необхідно брати до уваги при виборі матеріалів для оснащення другого порядку.

При виборі матеріалу для оснащення другого-порядку потрібно ретельно враховувати розміри, масу, допуски в матеріалах, що застосовуються для виготовленого вироби. При виборі матеріалу необхідно

також передбачати міцність на знос при тривалому використанні, і щоб еталон оснащення та деталь мали однакове розширення при нагріванні.

Оснащенням другого порядку даного проекту є майстер-плита. Майстер-плита використовується для забезпечення точної ув'язки отворів, що лежать в одній площині, в детальному оснащенні та оснащенні для попереднього і остаточного складання. Відмінною особливістю майстер-плити є те, що вона являє собою одну поверхню, площині якої перпендикулярні всі отвори.

Поверхня по зовнішньому обводу може бути ув'язана щодо схеми отворів і базової площини майстер-плити.

Майстер-плити часто застосовуються для контролю в деталях кріпильних отворів з жорсткими допусками. Потім за допомогою цієї ж майстер-плити в оснащенні для попереднього складання визначається розташування сполучальних кріпильних отворів і забезпечується кріплення деталей. Часто та ж сама майстер-плита використовується далі в оснащенні для загальної збірки для забезпечення належного сполучення вузлів,

У представленому дипломному проекті майстер-плита застосовується для ув'язки отворів під стикові болти, які розташовані в центроплані та в консолі крила.

Взаємна ув'язка отворів в зібраних вузлах починається з ув'язки пристосувань, за допомогою яких утворюються отвори і складаються відсіки. За електроним макетом стапеля і по створеному електронному макету майстер-плити пишеться керуюча програма для фрезерного верстата з ЧПУ на якому виготовляється майстер-плита. У майстер-плиті є отворі для стикування болтів і базові отвори (БО), за якими проводиться ув'язки всіх перехідних майстер-плит, монтажних плит стапелів і кондукторних чи обробних стендів з майстер-плитою. Надалі перехідна майстер-плита використовується для свердління в ній отворів в таких елементах:

- в кондукторів, які застосовуються для свердління попередніх отворів в стикових профілях;

- в монтажних плитах стапелів складання панелей:
- в контрольній плиті.

Для свердління отворів перехідну майстер-плиту накладають на виготовлену плиту (монтажну, кондукторну) і закріплюють на ній. Далі по отворах в перехідній майстер-плиті свердлять і розгортають отвори БО в виготовленій плиті і вставляють їх у штирі, а потім свердлять і розгортають отвори для стикових болтів.

Майстер-плита являє собою конструкцію прямокутної форми з рядом отворів, розташованим по всьому периметру конструкції. Кожний отвір має свої координати задані в двомірній системі координат. За цих отворів відбувається установка в стапель складання центроплана, верхньої і нижньої панелей, а також 1 і 2 лонжеронів. Отвори мають клас точності Н9.

Майстер плита встановлюється в стапель загальної складання по розташованим в ній БО.

Майстер-плита розробляється на етапі проектування складальних пристосувань. Також складаються таблиці системи координат отворів, а по ним електронний макет (ЕМ) майстер-плити.

Креслення майстер-плити представлено в додатках.

2.10 Опис робочого місця слюсаря-складальника і заходи з охорони праці в складальному цеху

Робоче місце слюсаря-складальника – це частина виробничої площі цеху або дільниці з необхідним обладнанням, інструментами, пристосуваннями, матеріалами та приладдям, які застосовує робочий або бригада для виконання виробничого завдання. При слюсарно-складальних роботах на кожне робоче місце слюсаря відводиться площа від 6 до 10 м^2 (в залежності від розміру виробу, що складається).

Під організацією робочого місця слюсаря-складальника розуміється

правильна розстановка обладнання, найвигідніше розташування інструменту та деталей на робочому місці, планомірне постачання деталями і допоміжними матеріалами, механізація та оснащення спеціальними пристосуваннями Технологія та автоматизація виробництва.

Основним робочим місцем слюсаря-збирача є верстак або складальний стіл на конвеєрі. Залежно від виду виробів, які складає стіл верстака покривають міцним листовим матеріалом. Спереду і з боків кришки столу встановлюють дерев'яні планки-бортики або металеві косинці, що перешкоджають падінню з верстата дрібних деталей і інструментів. Залежно від умов роботи верстаки бувають одномісними і багатомісними - для двох і більше робочих. У багатомісних слюсарних верстатах відстань між лещатами має бути 1200-1500 мм. Верстат повинен бути міцним і стійким. Розміщувати верстаки слід таким чином, щоб проходи між ними були не менше 1,5 м. При конвеєрній збірці верстати потрібно розташовувати поблизу конвеєра так, щоб робочий знаходився між конвеєром і верстатом. Робоче місце біля верстата повинно бути добре освітлене.

До робочого місця пред'являються такі вимоги:

1. На робочому місці має знаходитися тільки те, що потрібно для виконання даного завдання.

2. Інструменти, деталі та документація повинні бути розташовані на відстані витягнутої руки.

3. Інструмент і деталі слід розкласти в суворій послідовності їх застосування, а не розкидати і не накладати один на одного.

4. В ящиках верстата повинні знаходитися найуживаніші інструменти, пристосування і матеріали. Всі точні обмірні інструменти необхідно зберігати в футлярах.

5. Напилки, свердла, мітчики і інші ріжучі інструменти слід укладати на дерев'яні підставки так, щоб вони були забезпечені від пошкоджень.

6. Креслення, інструкції, наряди та іншу документацію потрібно поміщати для зручності користування на видному місці.

До початку роботи слюсар-складальник повинен ознайомитися із завданням, робочим нарядом, технологічним процесом і кресленнями, підготувати необхідний інструмент, пристосування, матеріали і деталі, перевіривши попередньо їх справність.

Вчасно роботи слюсар-складальник зобов'язаний протягом всього робочого дня повністю використовувати весь робочий час, не відволікаючись від роботи, і не відлучатися з робочого місця без дозволу майстра, використовувати інструмент тільки за його призначенням і охороняти його від пошкоджень і забруднення; дотримуватися правил техніки безпеки.

Після закінчення роботи слюсар-складальник повинен привести в порядок робоче місце (обладнання, верстак, верстати, а також прилеглу до них площу), ретельно очистивши його від стружки і сміття; змастити робочі частини верстатів тонким шаром машинного масла; очистити від бруду і масла інструменти і пристосування, що застосовувалися при роботі; ретельно вичистити, витерти вимірювальний інструмент і покрити його тонким шаром вазеліну або безкислотного масла; розкласти або розставити по відведених місць готові вузли і деталі; розсунути губки лещат, залишивши зазор між ними 5-10 мм.

Охорона праці включає техніку безпеки і виробничу санітарію. Техніка безпеки система організаційних заходів і технічних засобів, що запобігають вплив до працюючих на небезпечних виробничих факторів. Майстер в цеху повинен стежити за справністю обладнання і оснастки, за дотриманням робітниками правил і інструкцій з техніки безпеки. На робочих місцях ІТР цеху здійснює інструктаж з техніки безпеки.

У цеху проводяться заходи, спрямовані на зменшення впливу клепання на організм складальника-клепальника. Одним з них є заміна ручної ударної клепки на пресову. Тому складальники-клепальники повинні дотримуватися заходів безпеки з ручним пневмоінструментом і на автоматах, заходи безпеки роботи на стапельної і поза стапельної збірці. У цеху дотримується режим праці та профілактика захворювань клепальників.

За протипожежний стан також несуть відповідальність начальник цеху в цеху і майстер на дільниці. Майстер повинен вести роз'яснювальну роботу серед робітників про правила пожежної безпеки, стежити за наявністю протипожежного інвентарю на дільниці, стежити за дотриманням робочих пожежної безпеки.

Правила пожежної безпеки зміст всіх робочих місць в чистоті і порядку. Забороняється захаращувати проїзди і проходи, запасні виходи і проїзди з приміщень і цеху. Протипожежний інвентар та засоби сповіщення про пожежу та гасіння повинні, постійно знаходитися в справному стані, знаходиться на видних місцях і мати вільний допуск до них.

Виконання правил з техніки безпеки та пожежної безпеки попереджає травматизм і нещасні випадки в цеху, на дільниці.

У цеху агрегатного складання використана вентиляційна витяжна система, в яку влаштовано пиловловлювач, призначений для очищення повітря від механічних частинок.

При складанні центроплана широко застосовується пневматичний інструмент, що генерує шум та вібрацію. Тривала дія шуму і вібрації негативно позначається на здоров'ї людини, викликає вібраційну хворобу, глухоту і розлад нервової системи.

Для поліпшення умов праці та усунення причин виникнення нещасних випадків в цеху ведуться великі роботи в напрямку подальшої механізації клепально-складальних робіт, тобто заміни ручної дрелі і молотки автоматами і вдосконалення пневмоінструменту.

2.11 Проектування агрегатно-складального цеху

При проектуванні агрегатно-складального цеху доводиться вирішувати широке коло питань, пов'язаних з розрахунком виробничої потужності та обладнання цеху. В процесі проектування визначають необхідні для

виробництва матеріальні і технічні ресурси – тип і кількість обладнання, кількість виробничих робітників, розміри площ, енергетичні потужності, ступінь автоматизації виробничих процесів, а також створюють технології переміщення основних вантажопотоків (матеріалів, напівфабрикатів, деталей, вузлів, панелей, агрегатів) на всіх етапах виробничого процесу.

Основними вихідними даними для проектування агрегатно-складального цеху є:

- виробнича програма випуску агрегатів;
- креслення загального вигляду виробу;
- директивна технологія виготовлення виробу;
- схема технологічних і експлуатаційних членувань агрегату;
- схема складання;
- креслення комплекту складальних пристосувань;
- технічні умови на складання агрегату;
- схема розташування такелажних точок та маса агрегату;
- трудомісткість робіт за видами по обладнанню та стапелями.

Розрахунок трудомісткості складання центроплану

У дипломному проекті спроектовано цех складання центроплану. Даний цех відноситься до агрегатно-складальних цехів.

Складання центроплан включає в себе: достапельне складання вузлів (нервюр, лонжеронів, панелей), загальне складання центроплану в стапелі, позастапельне складання, розробку стиків з КЧК, герметизація та випробування на герметичність.

На дільницях вузлові та панельні складальні роботи виконують в пристроях і на козелках. Свердління і клепання вузлів виконують на свердлильних установках і клепальних пресах, а також пневмомашинами, клепальними молотками. Виконують постановку кріплення, фрезерування закладних і покриття ґрунтом замикаючих головок заклепок.

На дільницях стапельного складання центроплану виконують роботи з свердління, зенкування, клепання, оброблення отворів. На дільницях позастапельного доопрацювання виконують доведення чистоти кесона центроплану всередині та його герметизацію та ґрунтовку.

Для забезпечення виробництва в цех надходять деталі, нормалі, матеріали з механічних, заготівельних, агрегатних цехів і відділів постачання, крім цього в процесі складання цех користується послугами з нанесення ґрунтовки.

Особливі вимоги до якості продукції цеху є забезпечення відповідності кожного серійного центроплану робочій конструкторській документації, що відображує прийняту типову конструкцію і виконання всіх технічних вимог, визначених технічними умовами на літак та його агрегати.

Базою для визначення трудомісткості в цеху є розроблення технологічних процесів всіх робіт, які виконуються на виробництві.

Трудомісткість технологічного процесу складання центроплану літака складається з суми трудомісткості технологічних процесів складання його частин. Їх сумарні трудомісткості складання в свою чергу складаються з трудомісткості технологічних процесів складання вузлів, панелей, секцій, стапельного і позастапельного складання (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Трудомісткість складання центроплану

№ п/п	Види робіт	Трудомісткість, н/год	
		одиниці	річної програми (А = 36 шт)
1	Складання 1 лонжерона	282	10152,0
2	Складання 2 лонжерона	334	12024,0
3	Складання носової частини	88	3168,0
4	Складання хвостової частини	96	3456,0
5	Складання нервюр	396	14256,0
6	Складання панелі нижньої	213	7668,0
7	Складання панелі верхньої	140	5040,0

№ п/п	Види робіт	Трудомісткість, н/год	
		одиниці	річної програми (А = 36 шт)
8	Стапельне складання центроплану	2812	101232,0
9	Позастапельне складання центроплану	1166	41976,0
10	Розробка роз'ємів центроплану на ФР-20	194	6984,0
11	Герметизація центроплана	388	13968,0
12	Випробування на герметичність	586	21096,0
13	КП-503М	224	8064,0
14	СЗУ	281	10116,0
	Всього	7200	259200,0

Трудомісткості за видами робіт виконуваних в цеху складання центроплана розподіляються в процентному співвідношенні від загальної трудомісткості складання центроплану (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Розподілення трудомісткості по видам робіт

Види робіт	Трудомісткість, н/год	Трудомісткість, %
Слюсарно-складальні	3415	47,4
Клепально-складальні	2112	29,3
Герметизаційні	388	5,4
Випробувальні	586	8,1
Свердлильно-зенкувальні	281	3,9
Клепальні на пресах	224	3,1
Фрезерувальні	194	2,7
Всього	7200	100

Розрахунок необхідної кількості оснащення та обладнання

Розрахунок кількості обладнання, оснащення та робочих місць в цеху складання центроплану при роботі в одну зміну здійснюється за формулою:

$$C_{\text{об}} = \frac{T_{\text{шт}} \cdot A}{\Phi_{\text{еф}} \cdot n \cdot K_{\text{вн}}},$$

де $T_{\text{шт}}$ – нормований час на складання в даному пристосуванні;

$\Phi_{\text{еф}}$ – ефективний річний фонд роботи обладнання, $\Phi_{\text{еф}}$ = 1953 год.;

n – кількість одночасно працюючих на даному робочому місці;

$K_{\text{вн}}$ – коефіцієнт виконання норм.

Прийнята кількість верстатів ($C_{\text{пр}}$) визначено округленням отриманого розрахункового значення ($C_{\text{р}}$) до більшого цілого числа.

Коефіцієнт завантаження ($K_{\text{зо}}$) обладнання за часом може бути визначений як відношення розрахункової кількості обладнання до прийнятого:

$$K_{\text{зо}} = \frac{C_{\text{р}}}{C_{\text{пр}}}.$$

Розрахунок необхідної кількості стапелів та обладнання цеху складання центроплану заносимо до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахунок кількості стапелів та обладнання

№ п/п	Найменування оснастки	$T_{шт}$, н/год.	n, чол.	$C_р$, шт.	$C_{пр}$, шт.	$K_{зо}$
1	СП складання 1 лонжерона	282	4	0,72	1	0,72
2	СП складання 2 лонжерона	334	5	0,68	1	0,68
3	СП складання носової частини	118	1	1,20	2	0,60
4	СП складання хвостової частини	126	1	1,28	2	0,64
5	УСП складання нервюр	396	2	1,98	2	0,99
6	СП складання панелі нижньої	213	3	0,72	1	0,72
7	СП складання панелі верхньої	140	2	0,71	1	0,71
8	Стапель складання центроплану	2788	29	0,99	1	0,99
9	Стенд позастапельного складання центроплану	1130	12	0,99	1	0,99
10	Стенд розробки роз'ємів ФР-20	194	2	0,99	1	0,99
11	Стенд герметизації центроплана	388	4	0,99	1	0,99
12	Стенд випробування на герметичність	586	6	0,99	1	0,99
13	КП-503М	224	3	1,14	2	0,57
14	СЗУ	281	2	1,43	2	0,72
	Всього	7200	–	–	19	0,81

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

Таблиця 2.6 – Розрахунок механізованого інструменту

Найменування інструмента	К-ть інструменту в % від числа ОВР	Розрахункова кількість інструменту, шт.	Прийнята кількість інструменту, шт.
Пневмодриль	27	19,4	20
Пневмомолоток	24	17,3	18
Пневмогайковерт	15	10,8	11

У агрегатно-складальних цехах крім основного технологічного обладнання, що визначається розрахунком, вживаються додаткові не розрахункові преси і верстати, необхідні для операцій по доопрацюванню.

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

У агрегатно-складальних цехах крім основного технологічного обладнання, що визначається розрахунком, використовуються додаткові не розрахункові верстати та преси, необхідні для доопрацювальних операцій.

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

Склад додаткового нерозрахованого та допоміжного обладнання приймається відповідно до статистичних даних в залежності від кількості виробничих робітників у цеху (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 – Додаткове обладнання цеху

№ п/п	Види робіт	Кількість, шт.	Площа, м^2
Не розрахункове обладнання			
1	Настільно-свердлильний верстат	3	–
2	Клепальний прес КП-204	4	36
3	Точило шліфувальне	1	–
4	Верстак	35	52,5
Допоміжне обладнання для майстерні цехового механіка			
1	Токарно-гвинторізний верстат	1	16
2	Вертикально-свердлильний верстат	1	12
3	Універсально-фрезерний верстат	1	20
4	Точило шліфувальне	2	–
5	Плита розміточна	1	–
6	Верстак	5	7,5
	Всього	54	144

Розрахунок необхідної кількості працівників цеху

До складу працюючих в агрегатно-складальному цеху входять: основні виробничі робітники, допоміжні робітники, молодший обслуговуючий персонал, інженерно-технічні робітники, службовці.

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

$$P = \frac{T_{\text{вир}} \cdot A}{\Phi_{\text{д}} \cdot K_{\text{вн}}},$$

де $T_{\text{вир}}$ – трудомісткість складання центроплану, н/год;

A – розрахункова річна програма, A = 36 шт;

$\Phi_{\text{д}}$ – дійсний річний фонд робочого часу, $\Phi_{\text{д}}$ = 1993 год.;

$K_{\text{вн}}$ – плановий коефіцієнт виконання норм, $K_{\text{вн}}$ = 1,2.

$$P = \frac{7200 \cdot 36}{1993 \cdot 1{,}2} = 108{,}4 \text{ чол.}$$

Приймаємо 108 виробничих робітників.

Відомості про прийняту кількість ОВР по спеціальностях представлені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Відомість основних виробничих робітників по цеху

№ п/п	Найменування професії	К-ть, чол.	За розрядами			
			3	4	5	6
1	Слюсар-складальник	50	18	15	10	7
2	Клепальник-складальник	29	7	11	7	4
3	Герметизаторщик	7	1	3	2	1
4	Слюсар-випробувальник	11		5	3	3
5	Свердловщик СЗУ	5	1	2	1	1
6	Клепальник КП-503М	3		1	2	
7	Фрезерувальник ФР-20	3			2	1
	Всього	108	27	37	27	17

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

У нашому випадку приймаємо, як при чисельності виробничих робітників у цеху до 200 осіб.

Кількість допоміжних робітників визначається за формулою:

$$P_{\text{доп}} = \frac{P}{100} \cdot 20\% = \frac{108}{100} \cdot 20\% = 21{,}6\text{, приймаємо } P_{\text{доп}} = 22 \text{ чол.}$$

Кількість допоміжних робітників за посадами наведена в табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Розрахунок допоміжних робітників за посадами

№ п/п	Посади	К-ть робітників, чол.
1	Слюсар з обладнання	3
2	Слюсар ПРІН	2
3	Верстатник ПРІН	2
4	Комірник ІРК	1
5	Комірник ПРОСК	1
6	Роздавальник креслень	1
7	Транспортний робочий	3
8	Кранівник	1
9	Контролер	4
10	Комплектувальник	2
11	Прибиральник цеху	2
	Всього	22

Розрахуємо кількість керівників, ІТР, службовців і МОП в процентному відношенні до ОВР.

Кількість ІТР визначається за формулою:

$$P_{\text{ІТР}} = \frac{P}{100} \cdot 20\% = \frac{108}{100} \cdot 20\% = 21{,}6 \text{ , приймаємо } P_{\text{ІТР}} = 22 \text{ чол.}$$

Кількість службовців визначається за формулою:

$$P_{\text{сл}} = \frac{P}{100} \cdot 6\% = \frac{108}{100} \cdot 6\% = 6{,}4 \text{, приймаємо } P_{\text{сл}} = 6 \text{ чол.}$$

Кількість МОП визначається за формулою:

$$P_{\text{МОП}} = \frac{P}{100} \cdot 1{,}5\% = \frac{108}{100} \cdot 1{,}5\% = 1{,}6 \text{, приймаємо } P_{\text{МОП}} = 2 \text{ чол.}$$

Отримані розрахункові дані кількості працівників ІТР, службовців і МОП за посадами вносимо до табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Чисельність ІТР, службовців та МОП в цеху

	Посади	К-ть робітників, чол.
Керівники	Начальник цеху	1
	Зам. начальника цеху з виробництва	1
ІТР	Начальник техбюро	1
	Начальник БТК	1
	Начальник ПДБ	1
	Начальник БТЗ	1
	Технолог	4
	Плановик	1
	Диспетчер	1
	Механік цеху	1
	Контрольний майстер	4
	Змінний майстер	5
Службовці	Нарядник	2
	Обліковець	1
	Архіваріус	1
	Завгосп	1
	Секретар	1
МОП	Прибиральниця	2
Всього		30

Загальне число робітників у цеху складає:

$$P_{\sum} = P_{\text{ОВР}} + P_{\text{доп}} + P_{\text{ІТР}} + P_{\text{сл}} + P_{\text{МОП}} = 108 + 22 + 22 + 6 + 2 = 160 \text{ чол.}$$

Розрахунок потрібних площ

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

Площі цеху по функціональному призначенню класифікують на виробничі і допоміжні.

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

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

При попередній опрацювання планувальної схеми виробничу площа цеху $F_{\text{вир}}$ визначаємо по таблиці 2.11, куди занесені статистичні норми питомих площ $F_{\text{пит}}$.

Оскільки в цеху складання центроплана використовується велика кількість різноманітних складальних пристосувань, щоб визначити повну виробничу площу цеху, розраховуємо площі, що припадають на конкретні види пристосувань, враховуючи їх кількість.

$$F_{\sum \text{пит}} = F_{\text{пит}} \cdot C_{\text{пр}}.$$

Таблиця 2.11 – Виробнича площа цеху

№ п/п	Найменування оснастки	$C_{\text{пр}}$, шт.	$F_{\text{пит}}$, м^2	$F_{\sum \text{пит}}$, м^2
1	СП складання 1 лонжерона	1	28	28
2	СП складання 2 лонжерона	1	28	28
3	СП складання носової частини	2	8	16
4	СП складання хвостової частини	2	8	16
5	УСП складання нервюр	2	6	12
6	СП складання панелі нижньої	1	36	36
7	СП складання панелі верхньої	1	36	36
8	Стапель складання центроплану	1	56	56

Продовження таблиці 2.11

№ п/п	Найменування оснастки	$C_{пр}$, шт.	$F_{пит}$, м^2	$F_{\sum пит}$, м^2
9	Стенд позастапельного складання центроплану	1	52	52
10	Стенд розробки роз'ємів ФР-20	1	72	72
11	Стенд герметизації центроплана	1	84	84
12	Стенд випробування на герметичність	1	136	136
13	КП-503М	2	36	72
14	СЗУ	2	36	72
	Всього	19	–	716

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

$$F_{\sum} = F_{\sum пит} + F_{нер} = 716 + 144 = 860 \text{ м}^2.$$

Цей показник залежить від габаритних розмірів застосовуваних пристроїв і транспортних засобів, останні визначають ширину проїздів між пристроями.

Таким чином виробнича площа, необхідна для розміщення пристосувань та обладнання дорівнює 860 м^2. Для того щоб врахувати проходи і проїзди між пристосуванням, отриману площу множимо на 1,2. Тоді отримуємо:

$$F_{вир} = 1{,}2F_{\sum} = 1{,}2 \cdot 860 \approx 1032 \text{ м}^2.$$

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

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

Допоміжні площі становлять 25-27% від виробничої площі:

Визначимо допоміжну площу за формулою:

$$F_{\text{доп}} = \frac{F_{\text{вир}}}{100} \cdot 27\% = \frac{1032}{100} \cdot 27\% = 279 \text{ м}^2.$$

Тоді загальна площа цеху розміщена в виробничому корпусі дорівнює:

$$F_{\text{заг}} = F_{\text{доп}} + F_{\text{вир}} = 1032 + 279 = 1310 \text{ м}^2.$$

Як правило, розподіл допоміжних площ виконуються так:

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

Для нашого цеху: $F_{\text{ІРК}} = 0{,}25 \cdot 108 = 27 \text{ м}^2$.

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

$$F_{\text{ІРК}} + F_{\text{МЦМ}} + F_{\text{МС}} = 60 + 50 + 27 = 137 \text{ м}^2.$$

Отриману різницю розподіляють в таких пропорціях:

$$F = 279 - 137 = 142 \text{ м}^2.$$

- склад нормалей – 5%:

$$F_{\text{ск.норм}} = \frac{142}{100} \cdot 5\% = 7 \text{ м}^2.$$

- склад деталей (ПРОСК) – 65%:

$$F_{\text{ск.дет}} = \frac{142}{100} \cdot 65\% = 92 \text{ м}^2.$$

- склад дрібної технологічної оснастки – 10%:

$$F_{\text{ск.осн}} = \frac{142}{100} \cdot 10\% = 14 \text{ м}^2.$$

- місця вузлів – 20%

$$F_{\text{міс.вузл}} = \frac{142}{100} \cdot 20\% = 28 \text{ м}^2.$$

2.12 Схема планування виробничої частини цеху

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

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

Основні принципи при виконанні планувань:

1. Кожна дільниця цеху повина безпосередньо прилягати до одного з корпусних транспортних проїздів.

2. Схема корпусних, цехових проходів, проїздів повинна забезпечувати організацію вантажних і людських потоків, при якій виключається їх перетин і рух проти течії.

3. Обладнання, підйомно-транспортні засоби, будівельні елементи, енергомережі зображують умовними позначеннями.

4. Розташування обладнання, проходів, проїздів повинно виконуватися з дотриманням відповідних норм.

5. Розміщення обладнання в цеху повинне суворо відповідати розробленому або типовому техпроцесу, кожен верстат і робочі місця розташовуються в порядку виконання технологічних операцій, операцій контролю і здачі деталей.

6. Виробничі відділення та допоміжні служби повинні бути розміщені так, щоб експлуатація їх обходилася якомога дешевше.

7. Всі рішення планування повинні підкорятися одній меті-створенню зручностей для робітника, а, отже, підвищення продуктивності праці.

8. Планування повино сприяти безперебійному надходженню матеріалів і деталей на робочі місця.

9. Повинні бути передбачені найкоротші шляхи руху заготовок, деталей.

10. Необхідно, щоб вироби, що випускаються цехом, що не піддавалися багаторазовим перевалкам.

11. Необхідно передбачати системи зберігання матеріалів і деталей на робочих місцях, проміжні склади і їх місця на плануванні.

Розроблюваний цех складання центроплану розташований в одній будівлі з цехами складання фюзеляжу, крила і цехом остаточної складання літака. Цех складання центроплану розміщується в агрегатно-складальному комплексі з універсальною сіткою колон 24х12 м і висотою 12 м. З огляду на потрібну площу цеху 1310 м^2 цех складання центроплан розмістимо в двох сусідніх прольотах. Габарити цеху –24х60 м

До цеху безпосередньо примикає конторських-побутова частина. Каркас – залізобетонні колони і ферми перекриття. Корпус зібраний з універсальних залізобетонних конструкцій. Освітлення здійснюється через віконні прорізи та за допомогою ламп.

Вимоги конструкції промислових будівель – позначки чистого поля повинні збігатися для стикування будівель, а також для транспортного сполучення рейкового типу, мостовими кранами. Підстильний шар повинен бути бетонним, товщиною не менше 15 см. Для теплоізоляції застосовують пінобетон товщиною 40 см. Підлоги повинні бути кислотостійкими, легко миються. Підлоги робити світлих тонів, з нанесенням меж виробничих дільниць та проїздів.

Оздоблення і забарвлення внутрішніх приміщень, конструкції кранів, трубопроводів повинна бути проведена, в основному, в світлих тонах і відповідати вимогам технічної естетики.

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

Побутові та конторські приміщення розташовуються в цегляній прибудові в два поверхи. На першому поверсі розміщені побутові, на другому – конторський-адміністративні приміщення. Вхід в прибудову з цеху

та з вулиці. Товщина стін в прибудові – півтора цегли. Кімнати відокремлені перегородками. Віконні отвори конторських приміщень стандартні, 2,2х2 м, побутових – 0,6х2 м, виконані на висоті 1,8 м над підлогою. Прорізи подвійні. В якості міжцехового транспорту приймаємо електрокари, вантажопідйомністю 0,75 т, які перевозять деталі з механічного цеху і складу готової продукції.

3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Визначення чисельності та фонду заробітної плати основних виробничих працівників, допоміжних працівників, керівників, фахівців, службовців і МОП цеху складання центроплана

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 ДП «АНТОНОВ»

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

$$ОЗВП = ТР \bullet СВТС,$$

де *ТР* – трудомісткість річної програми складання центроплану, *ТР* = 259200,0 н/год;

СВТС – середня вартість тарифної ставки, грн.

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

$$СР = \Sigma (Р \bullet КВОП) / \Sigma КВОП,$$

$$СВТС = \Sigma (КВОП \bullet ВТС) / \Sigma КВОП,$$

де *КВОП* – кількість основних виробничих працівників;

Р – розряд виконуваних робіт;

ВТС – вартість тарифної ставки.

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

Таблиця 3.1 – Штат виробничих робітників цеху за розрядами і середньої годинної ставки

Розряд робіт, *Р*	Кількість ОВП, *КОВП*, чол.	Годинна ставка *ВТС*, грн.	Розрахункові дані	
			Р • КВОП	*КВОП • ВТС*
3	27	30,57	81	825,4
4	37	38,91	148	1439,7
5	27	45,86	135	1238,2
6	17	52,81	102	897,8
Всього	104	–	466	4401,1

Середній розряд складає:

$$СР = 466 / 108 = \mathbf{4,31,}$$

середня відрядна тарифна ставка:

$$СВТС = 4401,1 / 108 = \mathbf{40,75\ грн.}$$

Розрахуємо основну заробітну плату виробничих працівників:

$$ОЗВП = 221524,0 \cdot 40,75\ грн = \mathbf{10562520\ грн}$$

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

$$ДЗВП = ОЗПВП \cdot НДО / 100,$$

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

$$ДЗВП = 10562520,0 \cdot 35 / 100 = \mathbf{3696882\ грн.}$$

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

$$ЄСВ = (ОЗВП + ДЗВП) \cdot НЄСВ / \mathbf{100;}$$

де *НЄСВ* – норматив відрахувань ЄСВ, *НЄСВ* = 22%.

$$ЄСВ = (10562520,0+ 3696882,0) \cdot 22 / 100= \mathbf{3137068\ грн}$$

Фонд оплати праці основних виробничих працівників складає **17396470 грн**.

Розрахунок фонду оплати праці допоміжних працівників

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:

$$ОЗДП = ЧДП \cdot ДЧ \cdot СОЧ,$$

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:

$$ДЗДП = ОЗДП \cdot НДО / 100,$$

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:

$$ЄСВДП = (ОЗДП + ДЗДП) \cdot НЄСВ / 100.$$

Розраховані показники фонду заробітної плати допоміжних працівників занесені до табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Склад допоміжних працівників та розрахунок фонду їх оплати праці

Професія	ЧДП, чол	ДЧ, люд/год	СОЧ, грн./год	ОЗДП, грн	ДЗДП, грн	ЄСВДП, грн	Всього, грн
Слюсар з обладнання	3	1993	43,6	260684	40406	66240	367330
Слюсар ПРІН	2	1993	39,8	158444	24559	40260	223263
Верстатник ПРІН	2	1993	35,2	140427	21766	35682	197875
Комірник ІРК	1	11	4338	47718	7396	12125	67239
Комірник ПРОСК	1	11	4338	47718	7396	12125	67239
Роздавальник креслень	1	11	4180	45980	7127	11684	64790
Транспортний робочий	3	11	4338	126225	19565	32074	177864
Кранівник	1	11	4955	54505	8448	13850	76803
Контролер	4	11	5532	243408	37728	61850	342986
Комплектувальник	2	11	4180	91960	14254	23367	129581
Прибиральник цеху	2	11	4180	91960	14254	23367	129581
Всього	22	–	–	1309029	202899	332624	1844552

Фонд оплати праці допоміжних працівників складає **1844552 грн.**

Розрахунок фонду оплати праці керівників, ІТР, службовців і МОП

Кількість керівників, ІТР, службовців і МОП визначають за нормами чисельності, нормам керованості і обслуговування або у відсотках – від кількості основних виробничих працівників.

Штатний розклад 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 МОП відображено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Склад керівників, ІТР, службовців і МОП та розрахунок фонду їх оплати праці

Професія	ЧДП, чол	ДЧ, люд/год	СОЧ, грн./год	ОЗДП, грн	ДЗДП, грн	ЄСВДП, грн	Всього, грн
Начальник цеху	1	11	10831	119141	29785	32764	181690
Зам. начальника цеху з виробництва	1	11	9964	109604	27401	30141	167146
Начальник техбюро	1	11	8872	97592	24398	26838	148828
Начальник БТК	1	11	8872	97592	24398	26838	148828
Начальник ПДБ	1	11	8872	97592	24398	26838	148828
Начальник БТЗ	1	11	8872	97592	24398	26838	148828
Технолог	4	11	7787	342628	85657	94223	522508
Плановик	1	11	6345	69795	17449	19194	106437
Диспетчер	1	11	6005	66055	16514	18165	100734
Механік цеху	1	11	8872	97592	24398	26838	148828
Контрольний майстер	4	11	7005	308220	77055	84761	470036
Змінний майстер	5	11	7907	434885	108721	119593	663200
Нарядник	2	11	4987	109714	27429	30171	167314
Обліковець	1	11	4338	47718	11930	13122	72770
Архіваріус	1	11	4987	54857	13714	15086	83657
Завгосп	1	11	4338	47718	11930	13122	72770
Секретар	1	11	5105	56155	14039	15443	85636
Прибиральниця	2	11	4180	91960	22990	25289	140239
Всього	30	–	–	2346410	586603	645263	3578275

Фонд оплати праці керівників, ІТР, службовців і МОП складає **3578275 грн.**

Результати річного загальноцехового фонду оплати праці занесені до табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Річний фонд оплати праці працівників цеху складання центроплану

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	108	10562520	3696882	3137068	17396470
Допоміжні працівники	22	1309029	202899	332624	1844552
Керівників, фахівців, службовців і МОП	30	2346410	586603	645263	3578275
Всього	160	14217959	4486384	4114955	22819298

Річний фонд оплати праці всіх працівників проектованого цеху становить **22819298 грн.**

3.2 Визначення виробничої собівартості виготовлення центроплану літака типу Ан-178

Витрати на сировину і матеріали (*ВСМ*) для одиниці виробу центроплану розраховуються за формулою:

$$ВСМ = НМ \bullet ЦМ,$$

де *НМ* – маса матеріалів складальних деталей, *НМ* = 1070 кг;

ЦМ – середня ціна матеріалів складальних деталей, *ЦМ* = 300 грн.

$$ВСМ = 1070 \bullet 300 = \textbf{321000 грн.}$$

Повернені відходи (*ПВ*) виробництва розраховуються за формулою:

$$ПВ = (НМ \bullet (1 – КВМ / 100)) \bullet ЦМ \bullet 0{,}1,$$

де *КВМ* – коефіцієнт використання матеріалів, *КВМ* = 95%.

$$ПВ = (1070 \bullet (1 – 95 / 100)) \bullet 300 \bullet 0{,}1 = \textbf{1605 грн.}$$

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

$$ОЗВП\ 1\ виробу = Т \bullet СВТС,$$

де $Т$ – трудомісткість програми складання одного виробу центроплану, $Т$ = 7200 н/год;

$СВТС$ – середня вартість тарифної ставки, $СВТС$ = 40,75 грн.

$$ОЗВП\ 1\ виробу = 7200 \bullet 40{,}75 = \mathbf{225680\ грн.}$$

Визначимо додаткову заробітну плату виробничих робітників для 1-го виробу центроплану за формулою:

$$ДЗВП\ 1\ виробу = ОЗВП\ 1\ виробу \bullet НДО / 100,$$

$$ДЗВП\ 1\ виробу = 225680{,}1 \bullet 35 / 100 = \mathbf{78988\ грн.}$$

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

$$ЄСВВП\ 1\ виробу = (ОЗВП\ 1\ виробу + ДЗВП\ 1\ виробу) \bullet НЄСВ / 100;$$

$$ЄСВВП\ 1\ виробу = (225680 + 78988) \bullet 22 / 100 = \mathbf{67027\ грн.}$$

Фонд оплати праці основних виробничих працівників для 1-го виробу центроплану складає **371695 грн**.

Розрахунок змінних загальновиробничих витрат

Змінні загальновиробничі витрати (*ЗмЗВ*), що припадають на заплановану річну програму випуску центроплану 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:

$$ЗмЗВ = ОЗВП\ 1\ виробу \bullet НЗмЗВ / 100,$$

де *НЗмЗВ* – норматив змінних загальновиробничих витрат *НЗмЗВ* = 50%.

$$ЗмЗВ = 225680 \bullet 50 / 100 = \mathbf{112840\ грн.}$$

Розрахунок постійних загальновиробничих витрат

Постійні загальновиробничі витрати (*ПсЗВ*), що припадають на припадають на заплановану річну програму випуску центроплану 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:

$$ПсЗВ = ОЗВП\ 1\ виробу \bullet НПсЗВ / 100,$$

де *НЗПсВ* – норматив постійних загальновиробничих витрат, *НЗПсВ* =95%.

$$ПсЗВ = 225680 \bullet 95 / 100 = \mathbf{214396\ грн.}$$

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:

$$ВОВ = (ВСМ + ОЗВП\ 1\ виробу) \bullet НОП / 100,$$

де *НОВ* – норматив витрат на підготовку і освоєння виробництва, *НОВ* = 7%.

$$ВОВ = (321000 + 225680) \bullet 7 / 100 = \mathbf{38268\ грн.}$$

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

$$СВир = ВСМ – ПВ + ОЗВП\ 1\ виробу + ДЗВП\ 1\ виробу +$$
$$+ ЄСВВП\ 1\ виробу + ЗмЗВ + ПсЗВ + ВОВ,$$
$$СВир = \mathbf{1056594\ грн.}$$

3.3 Визначення повної собівартості виготовлення центроплану літака типу Ан-178

Повна собівартість (*СПов*) виробу розраховуємо за формулою:

$$СПов = СВир + АВ + ВЗ,$$

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:

$$АВ = ОЗВР\ 1\ виробу \bullet НАВ / 100,$$

де *НАВ* – норматив адміністративних витрат, *НАВ* = 8%.

$$АВ = 225680 \bullet 8 / 100 = \mathbf{18054\ грн.}$$

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

$$ВЗ = СВир \bullet НС / 100,$$

де *НС* – норматив витрат на збут, *НС* = 1,5%.

$$ВЗ = 1056594 \bullet 1{,}5 / 100 = \mathbf{15849\ грн.}$$

Визначимо повну собівартість (*СПов*) виробу:

$$СПов = \mathbf{1090497\ грн.}$$

Визначимо податок на додану вартість (*ПДВ*), який становить 20% від виробничої собівартості виробу.

$$ПДВ = СВир \bullet 20 / 100,$$
$$ПДВ = 1056594 \bullet 20 / 100 = \mathbf{211319\ грн.}$$

Прибуток (*ПР*) повинен становити 25% від виробничої собівартості виробу.

$$ПР = СВир \bullet 25 / 100,$$

$$ПР = 1056594 \bullet 25 / 100 = \mathbf{264149\ грн.}$$

Визначимо планову оптову ціну на виріб (*ЦВ*) без податку на додану вартість.

$$ЦВ = СПов + ПР + ПДВ,$$

$$ЦВ = 1090497 + 264149 + 211319 = \mathbf{1565965\ грн.}$$

Собівартість та призначенні ціни зведені до табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Собівартість та ціна виготовлення центроплану

№ п/п	Найменування показників	Величина, грн
1	Витрати на сировину і матеріали	321000
2	Повернені відходи	1605
3	Основна зарплата виробничих працівників	225680
4	Додаткова зарплата виробничих працівників	78988
5	Відрахування до фонду ЄСВ із заробітної плати виробничих працівників	67027
6	Змінні загальновиробничі витрати	112840
7	Постійні загальновиробничі витрати	214396
8	Витрати на підготовку і освоєння виробництва	38268
9	Виробнича собівартість	1056594
10	Адміністративні витрати	18054
11	Витрати на збут	15849
12	Повна собівартість	1090497
13	ПДВ (20%)	211319
14	Прибуток (25%)	264149
15	Ціна виробу	1565965

3.4 Визначення критичної програми випуску центроплану

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:

$$РПОВ = (ПсЗВ + АВ + ВЗ) \cdot А,$$

де $А$ – розрахункова річна програма,$А$ = 36 шт;

$$РПОВ = (214396 + 18054 + 15849) \cdot 36 = \mathbf{8938780\ грн.}$$

Визначимо суму змінних витрат (*ЗМВ*) за формулою:

$$ЗМВ = СВир – ПсЗВ,$$

$$ЗМВ = 1056594 – 214396 = \mathbf{842198\ грн.}$$

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

$$РПК = РПОВ / (ЦВ – ЗМВ),$$

$$РПК = 8938780 / (1565965 – 842198) = \mathbf{13\ шт.}$$

В точці беззбитковості (*ГДТБ*) величина доходу буде наступною:

$$РДТБ = ЦВ \cdot РПК,$$

$$РДТБ = 1565965 \cdot 13 = \mathbf{19340228\ грн.}$$

Висновок. В даному розділі дипломного проекту було проведено розрахунок собівартості складання центроплану літака типу Ан-178. В результаті розрахунку виробнича собівартість склала – **1056594 грн**., ціна виробу – **1565965 грн**. Також був проведений аналітичний розрахунок критичної програми випуску, вона становить **13 штук**, при цьому дохід в точці беззбитковості складає – **19340228 грн**.

4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Сутьність процесу нівелювання

Нівелювання літака – перевірка регулювання літака за допомогою нівеліра, яким вимірюється перевищення одних точок конструкції літака над іншими.

Метою таких нівелювальних робіт є контроль правильності стиковки окремих агрегатів відносності один одного і контроль допустимих відхилень органів управління літаком (елеронів, закрилків, рулів висоти і напряму) в процесі остаточного складання та в експлуатації.

В процесі нівелювання перевіряється симетрія літака, для чого виконується:

- нівелювання фюзеляжу;
- нівелювання крила по поперечному і установчого кутах;
- нівелювання оперення: у вертикального – по кінцях стабілізатора перевіряється асиметрія; горизонтального – по поперечному і установчого кутах;
- нівелювання шасі – перевіряються зміщення то розворот стійок, колеса, перекіс при вигляді в плані і спереду; винос візки; перевищення центрів коліс на багатоколісного візку шасі;
- нівелювання гондол шасі;
- нівелювання двигунів та мотогондол.

Крім того, нівелювання використовується для зважування літака в горизонтальному або польотному положенні для відпрацювання різних систем – управління літаком, шасі, гідравлічної і ін.

Геометричні параметри літака (габаритні, кути установки крила, оперення, кути стріловидності крила) задаються на кресленнях загального вигляду. На основі цього креслення загального вигляду розробляються нівелювальне креслення, де вказуються положення реперних точок, де кути установки агрегатів виражені через координати положення спеціальних реперних точок.

На нівелювальних кресленні наводяться таблиці, в яких вказані відносні координати всіх реперних точок у проекції точки репера на горизонтальну і вертикальну площини.

Реперні точки на літаку позначено 2-17У-ОСТ1 00212-76 діаметром 40 знаком, показаним на рис. 4.1.

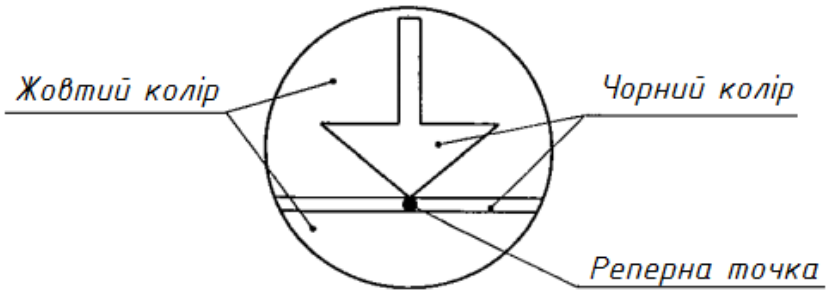


Рисунок 4.1 – Позначення реперних точок, розташованих на знімних болтах

4.2 Підготовка літака до нівелювання

Нівелювальних роботи проводити на порожньому літаку (в базовій комплектації згідно ТУ на поставку) з дотриманням наступних вимог:

- двері, люки та панелі закриті;
- шасі випущено, колеса передньої опори літака встановлені по польоту;
- капоти відкриті;
- елементи механізації крила і органи управління літаком – в прибраному (нейтральному) положенні.

Для однозначної установки сфери координатно-вимірювальної машини (КВМ) необхідно зняти реперні болти, встановлені на планері літака.

Для нівелювання необхідно підняти літак на гідропідйомниках, встановлених під трьома опорними вузлами, розташованими (рис. 4.2):

- по лівому і правому борту – в зонах перетину лонжерона 1 та нервюри 5 крила, симетрично щодо ПСЛ;
- в хвостовій частині фюзеляжу – в ПСЛ по шпангоуту 36.

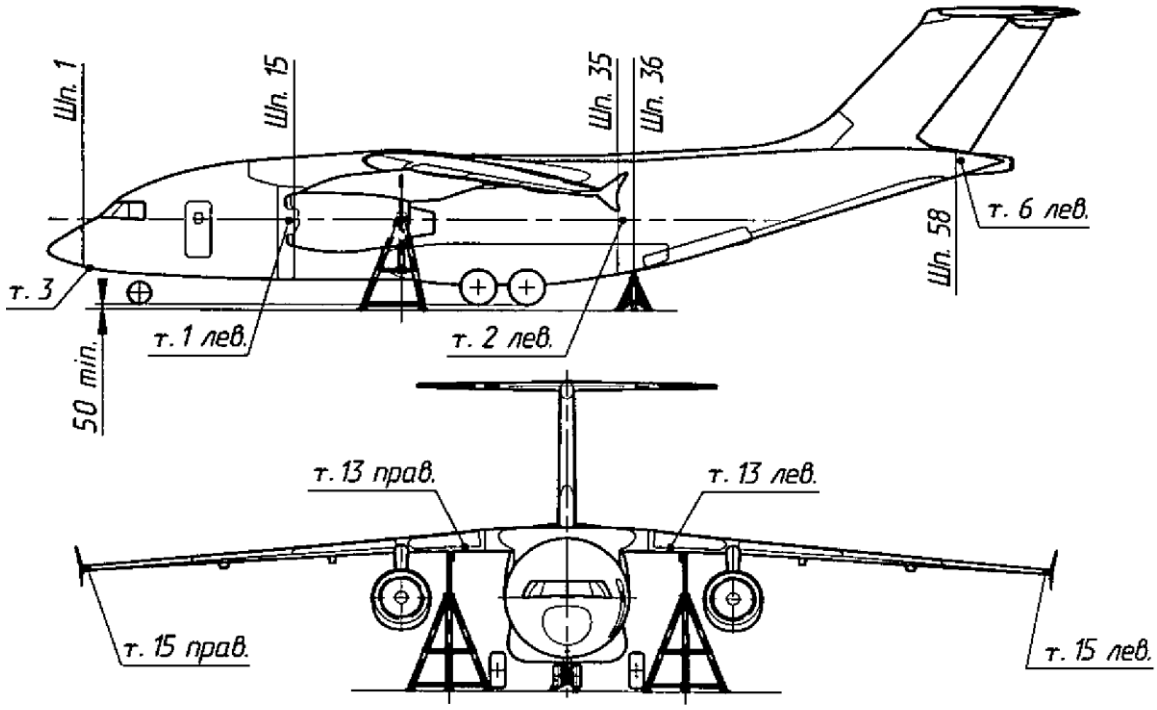


Рисунок 4.2 – Установка літака для проведення замірів

При установці гідропідйомників необхідно розгорнути їх опори таким чином, щоб вони не заважали проведенню вимірів.

Опускати та піднімати гідропідйомники необхідно рівномірно, не допускаючи надмірного нахилу літака відносно горизонтальної площини.

За допомогою гідропідйомників необхідно виставити літак в нівелювальних положення.

Контроль положення літака відносно горизонтальної площини здійснювати за допомогою нівеліра та нівелювальних лінійки.

Для проведення вимірювань з використанням нівеліра необхідно установити літак в горизонтальне положення з відхиленням не більше 1 по крену та тангажа, що забезпечується:

- перевищення (0±5) мм т. 15 лів. над т. 15 прав – по крену;
- перевищення (3485±5) мм т. 6 лів. над т. 3 – по тангажу.

Після установки літака в нівелювальних положення гідропідйомники потрібно застопорити.

Після установки літака колеса передньої і основних опор шасі повинні знаходиться над підлогою на висоті не менше 50 мм.

4.3 Проведення вимірів з використанням координатно-вимірювальний машин

1. Вимірювання координат реперних точок. Визначити місця установки КВМ, виходячи з умови забезпечення можливості обміру всіх реперних точок при мінімальній кількості її переустановлень. Рекомендовані місця установки КВМ показані на рис. 4.3.

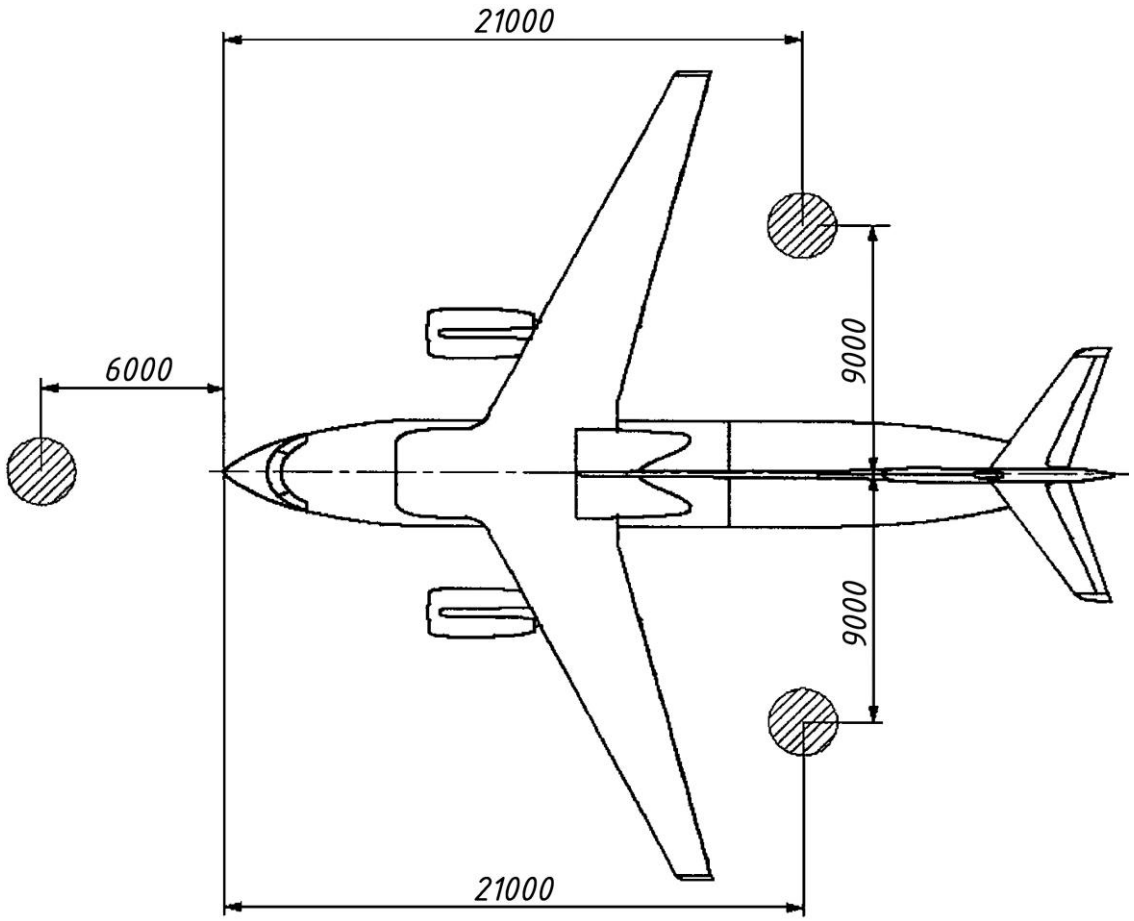


Рисунок 4.3 – Рекомендовані місця установки КВМ

Встановити КВМ і провести її налаштування відповідно до інструкції по експлуатації. Провести замір координат реперних точок, перерахованих в нівелювальному креслені. Всі вимірювання координат реперних точок необхідно проводити в єдиній системі координат.

2. Визначення системи координат літака. Параметри системи координат літака визначати по реперних точках 1 лів. / прав., 2 лів. / прав., 13 лів. / прав. (рис. 4.4.)

Визначення осі *OX* системи координат літака. Вісь *OX* системи координат літака визначається прямою, що проходить через точки 1 середн. і 2 середн., де точка 1 середн. – середина відрізка, що з'єднує реперні точки 1 лів. і 1 прав., а точка 2 середн. – середина відрізка, що з'єднує реперні точки 2 лів. і 2 прав. Напрямок осі *OX* від носа до хвоста літака.

Визначення початку системи координат літака. Для визначення початку системи координат літака необхідно на прямій, що проходить через точки 1 середн. і 2средн. (оісь *OX*), відкласти точку на відстані 7586 мм від точки 1 середн. в напрямку носа літака. Отримана точка є початком системи координат літака.

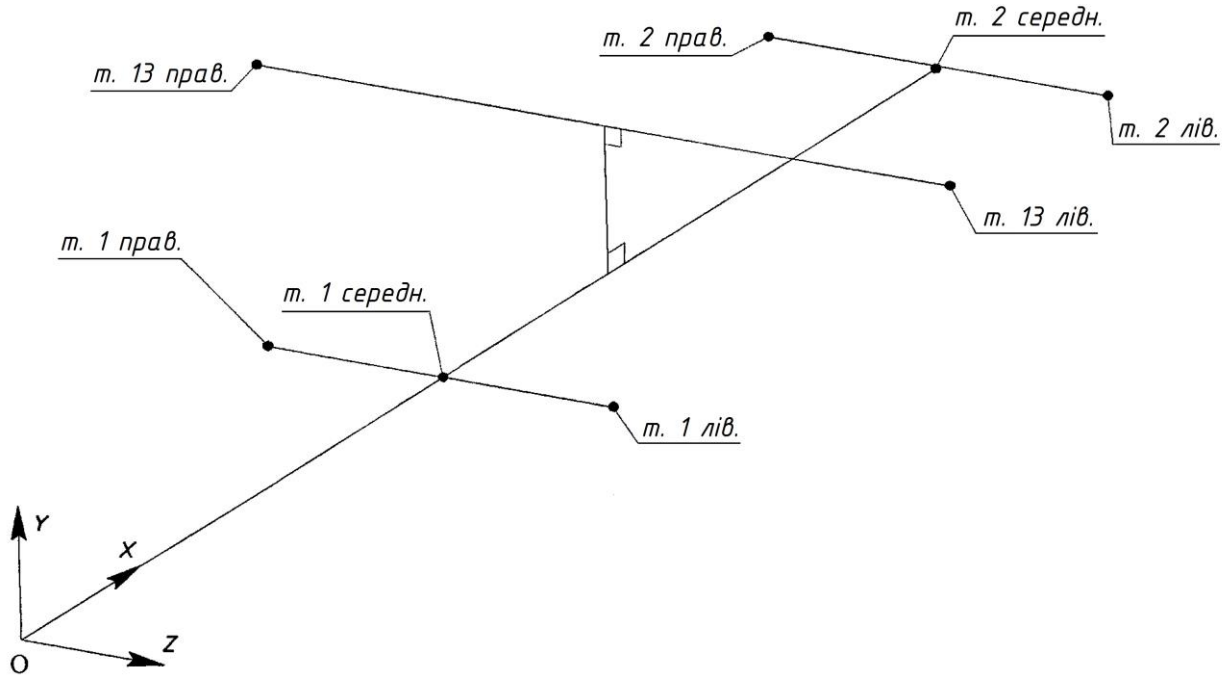


Рисунок 4.4 – Визначення системи координат літака

Визначення осі *OY* системи координат літака. Вісь *OY* проходить через точку початку системи координат літака паралельно відрізку, що з'єднує по найкоротшій відстані вісь *OX* літака і пряму, що проходить через реперні точки 13 лів. і 13 прав. Напрямок осі *OY* – вгору.

Визначення осі *OZ* системи координат літака. Вісь *OZ* проходить через точку початку системи координат літака перпендикулярно площині *XOZ*. Напрямок осі *OZ* – в сторону лівого борту.

Координатна площина *XOZ* збігається з площиною симетрії літака.

3. Обробка результатів вимірювань. Координати реперних точок, виміряні в системі координат приладу, необхідно перерахувати в систему координат літака. Після чого необхідно провести розрахунок фактичних нівелювальних параметрів літака.

4.Розрахунок фактичних значень нівелювальних параметрів літака. Розрахунок фактичного перевищення виконується за формулою:

$$\Delta h = Y_{PTn} - Y_{PTi},$$

де Δh – величина фактичного перевищення однієї точки репера над іншою;

$Y_{PTn}, YPTi$ – координати *Y* реперних точок.

Відстань від точки репера до ПСЛ відповідає абсолютній величині координати *Z* даної точки.

Фактична відстань від точки $6_{ср}$ до ПСЛ визначається за формулою:

$$Z_{T6_{ср}} = \frac{Z_{PT6_{ср}} + Z_{PT6_{прав}}}{2},$$

де $Z_{PT6_{ср}}, Z_{PT6_{прав}}$ – координати *Z* реперних точок 6 лів. і 6 прав.

Розрахунок різниці фактичних відстаней від реперних точок до ПСЛ виконувати за формулою:

$$\Delta L = |Z_{PTi}| - |Z_{PTn}|,$$

де ΔL – різниця фактичних відстаней від реперних точок до ПСЛ;

Z_{PTi}, Z_{PTn} – координати *Z* реперних точок.

Розрахунок фактичних розмірів *A* лів. / прав. (відстань від точки репера 3 до реперних точок 15 лів. / прав. В проекції на площину, паралельну площині *XOZ* літака) і *B* лів. / прав. (відстань від реперних точок *Z* лів. / прав. ло реперних точок 23 лів. / прав. в проекції на площину, паралельну площині *XOZ* літака) виконувати по теоремі Піфагора, використовуючи формули

$$A_{лів./прав.} = \sqrt{\left(X_{PT15лів./прав.} - X_{PT3}\right)^2 + \left(Z_{PT15лів./прав.} - Z_{PT3}\right)^2},$$

де $X_{PT15лів./прав.}, X_{PT3}$ – координати *X* відповідних реперних точок;

$Z_{PT15лів./прав.}, Z_{PT3}$ – координати *Z* відповідних реперних точок

4.4 Нівелювання крила, хвостового оперення, механізації та органів управління

1 Перевірка установки крила та хвостового оперення. На даному етапі проводяться вимірювання реперних точок відповідно рис. 4.5, результати повинні відповідати даним таблиці 4.1.

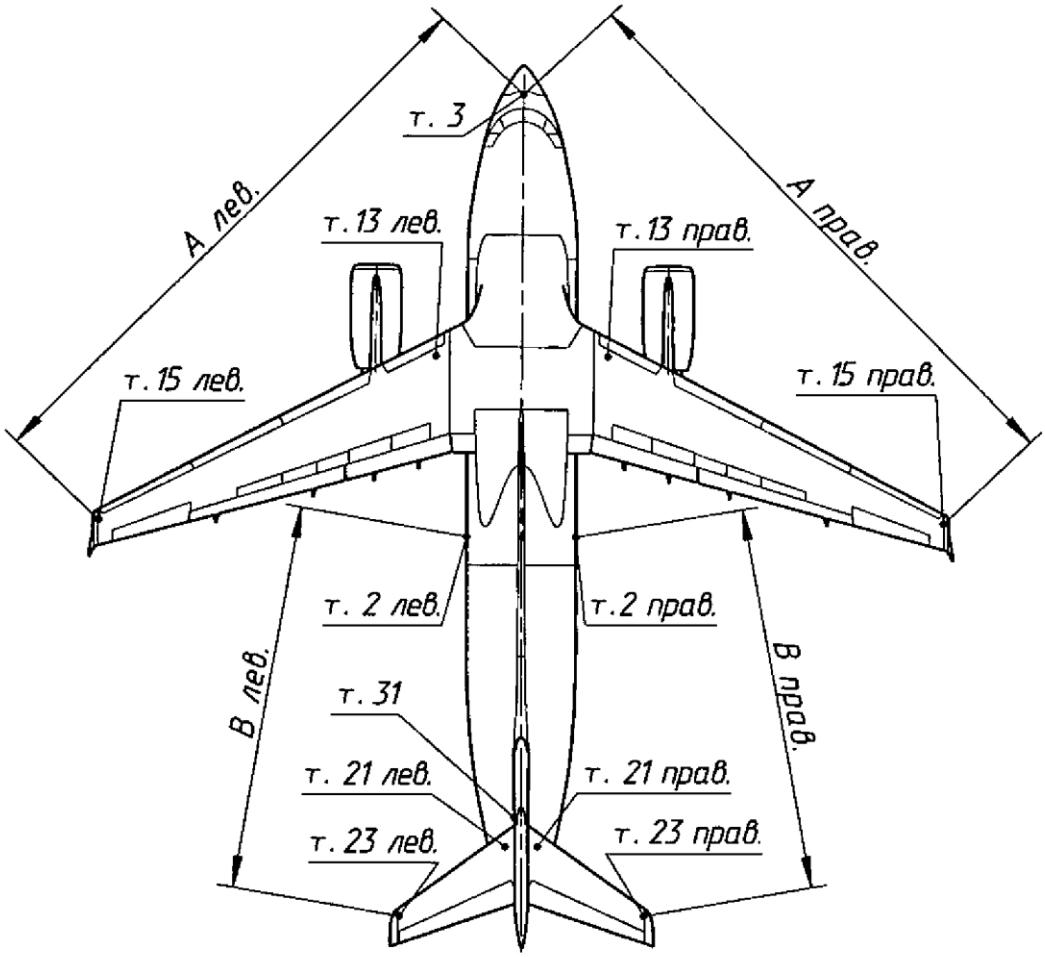


Рисунок 4.5 – Перевірка установки крила

Розміри А прав. та А лів. – дзеркальне відображення на горизонтальну площину відносно площини симетрії літака.

Таблиця 4.1 – Перевірка установки крила

Величина, що вимірюється	Контрольне значення, мм
Перевищення т. 13 прав. над т. 2 прав.	1581±1
Перевищення т. 13 лів. над т. 2 лів.	1581±1
Перевищення т. 21 прав. над т. 2 прав.	6710±4

Продовження таблиці 4.1

Величина, що вимірюється	Контрольне значення, мм
Перевищення т. 21 лів. над т. 2 лів.	6710±4
Перевищення т. 21 лів. над т. 21 прав.	0±1
Перевищення т. 31 лів. над т. 2 лів.	3296±3
Відстань від т. 31 до ПСЛ	224±3
Розмір А прав. /А лів.	21267±9
Різниця розмірів А прав. та А лів.	0±8
Відстань від т. 15 прав. /лів.до ПСЛ	14581±5
Розмір В прав. /А лів.	13495±5
Різниця розмірів В прав. та В лів.	0±5

2 Нівелювання центроплана. На даному етапі проводяться нівелювальні заміри для контролю геометричних параметрів центроплана відповідно до рис. 4.6, результати повинні відповідати даним таблиці 4.2.

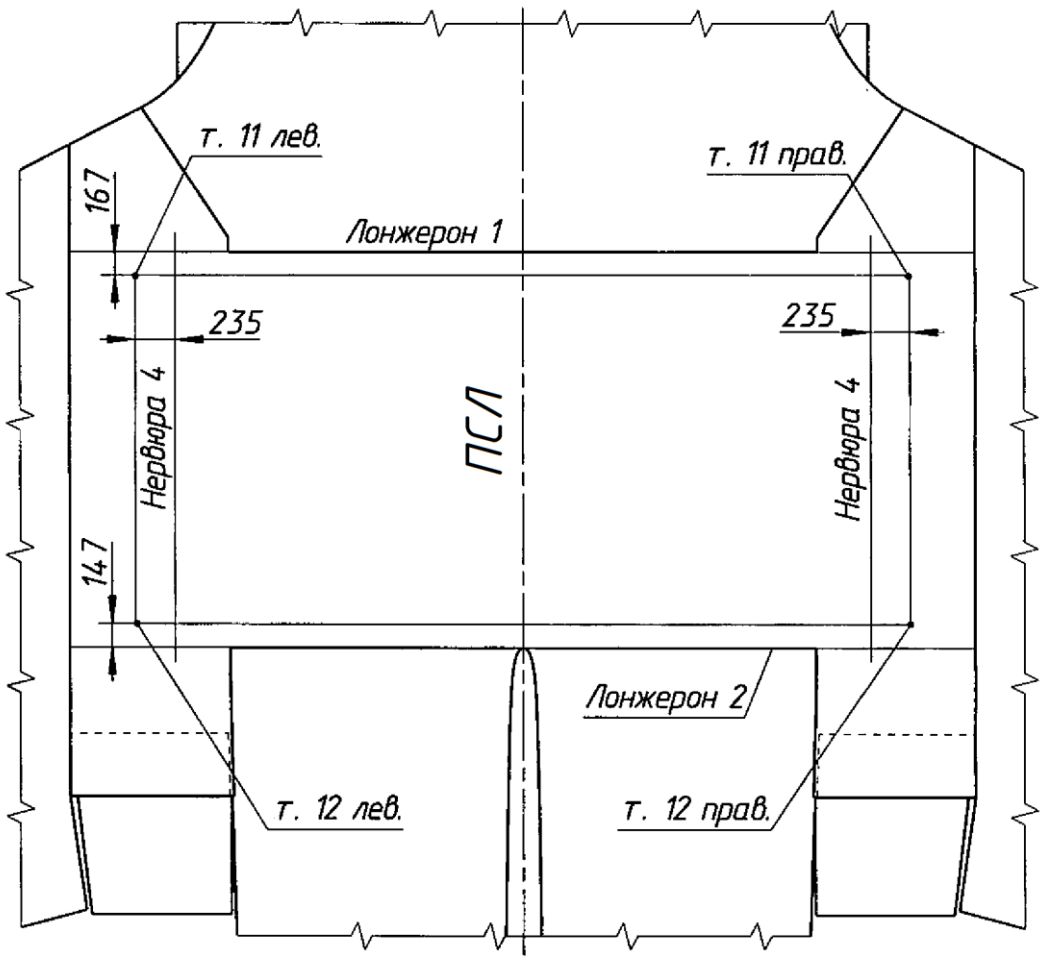


Рисунок 4.6 – Нівелювання центроплана

Реперні т. 11 лів./прав., т. 12 лів./прав. Розміщені по нижній поверхні центропланa.

Таблиця 4.3 – Нівелювальні заміри для контролю центроплана

Величина, що вимірюється	Контрольне значення, мм
Перевищення т. 11 лів. над т. 2 лів.	1563,4±1
Перевищення т. 11 лів. над т. 11 прав.	0±1
Перевищення т. 11 лів./прав. над т. 12 лів./прав.	27,6±1
Різниця відстані від т. 11 лів./прав. до ПСЛ	0±1
Різниця відстані від т. 12 лів./прав. до ПСЛ	0±1

3 Нівелювання ВЧК. На даному етапі проводяться нівелювальні заміри для контролю геометричних параметрів ВЧК відповідно до рис. 4.7, результати повинні відповідати даним таблиці 4.3.

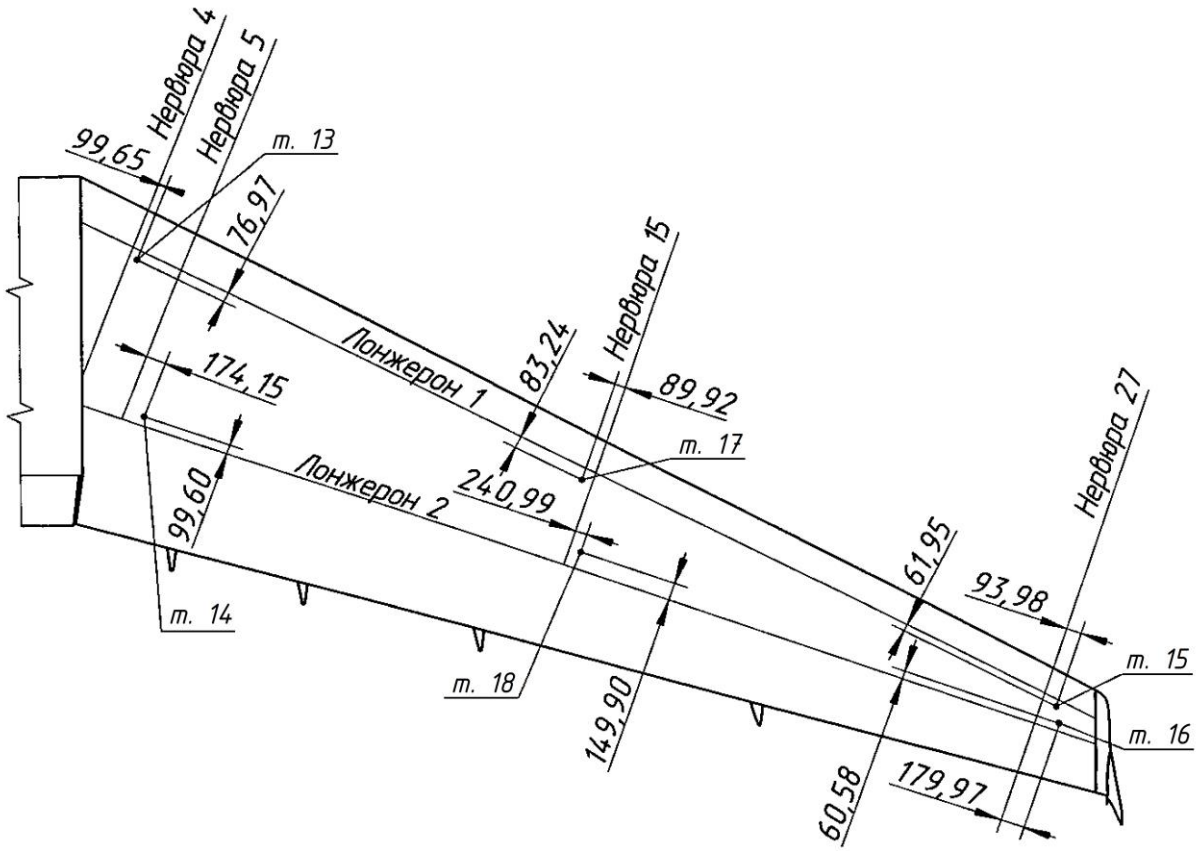


Рисунок 4.7 – Нівелювання ВЧК

Реперні т. 13 лів./прав., т. 14 лів./прав., т. 15 лів./прав., т. 16 лів./прав., т. 17 лів./прав., т. 18 лів./прав. розміщені на нижній поверхні ВЧК.

Таблиця 4.3 – Нівелювальні заміри для контролю ВЧК

Величина, що вимірюється	Контрольне значення, мм
Перевищення т. 13 лів./прав. над т. 14 лів./прав.	23,8±2,9
Різниця перевищення т. 13 лів./прав. над т. 14 лів./прав.	0±2,9
Перевищення т. 17 лів./прав. над т. 18 лів./прав.	11,8±1,5
Різниця перевищення т. 17 лів./прав. над т. 18 лів./прав.	0±1,5
Перевищення т. 16 лів./прав. над т. 15 лів./прав.	10,3±0,4
Різниця перевищення т. 16 лів./прав. над т. 15 лів./прав.	0±0,4
Перевищення т. 13 лів./прав. над т. 15 лів./прав.	800±15
Перевищення т. 13 лів./прав. над т. 17 лів./прав.	317±7
Перевищення т. 15 лів. над т. 15 прав.	0±32

4 Нівелювання стабілізатора. На даному етапі проводяться нівелювальні заміри для контролю геометричних параметрів стабілізатора відповідно до рис. 4.8, результати повинні відповідати даним таблиці 4.4.

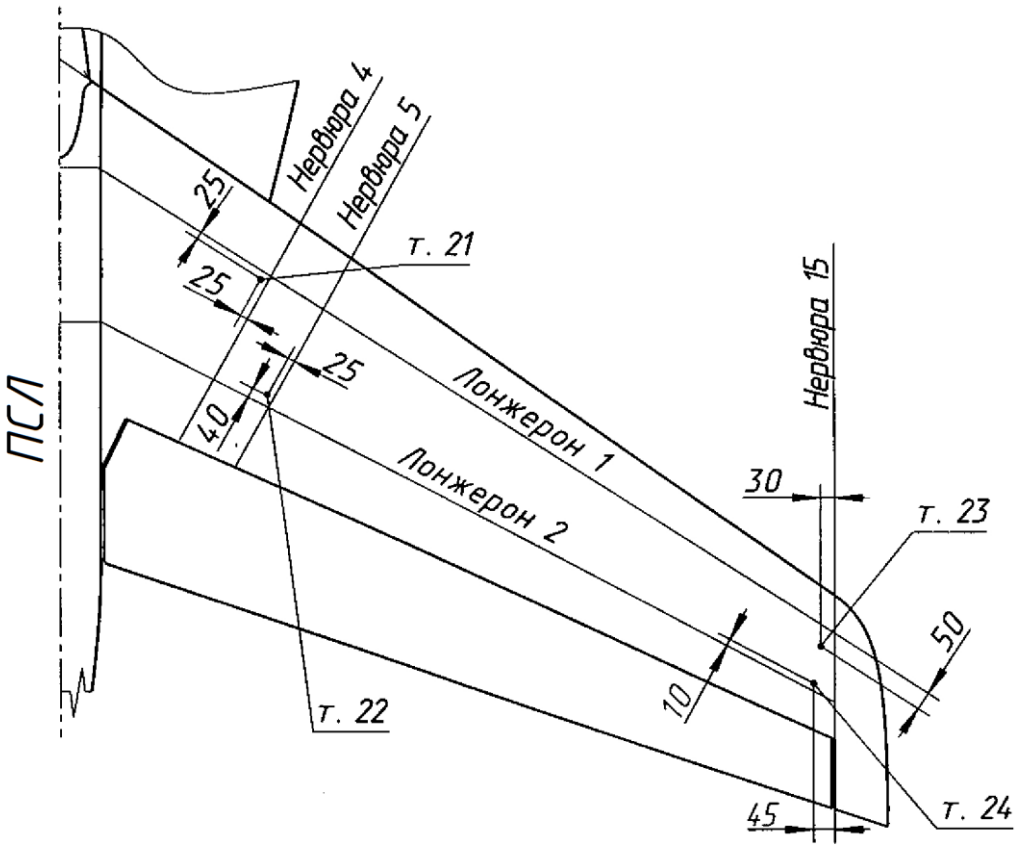


Рисунок 4.8 – Нівелювання стабілізатора

Реперні т. 21 лів./прав., т. 22 лів./прав., т. 23 лів./прав., т. 24 лів./прав., розміщені на нижній поверхні стабілізатора.

Таблиця 4.3 – Нівелювальні заміри для контролю стабілізатора

Величина, що вимірюється	Контрольне значення, мм
Перевищення т. 21 лів./прав. над т. 22 лів./прав.	10,3±1
Перевищення т. 23 лів./прав. над т. 24 лів./прав.	2,6±1
Перевищення т. 23 лів./прав. над т. 21 лів./прав.	48,2±8
Перевищення т. 23 лів. над т. 23 прав.	0±11
Відстань від т. 21 лів./прав. до ПСЛ	1160,8±3
Відстань від т. 22 лів./прав. до ПСЛ	1175,5±3

5 Нівелювання кіля. На даному етапі проводяться нівелювальні заміри для контролю геометричних параметрів кіля відповідно до рис. 4.9, результати повинні відповідати даним таблиці 4.5.

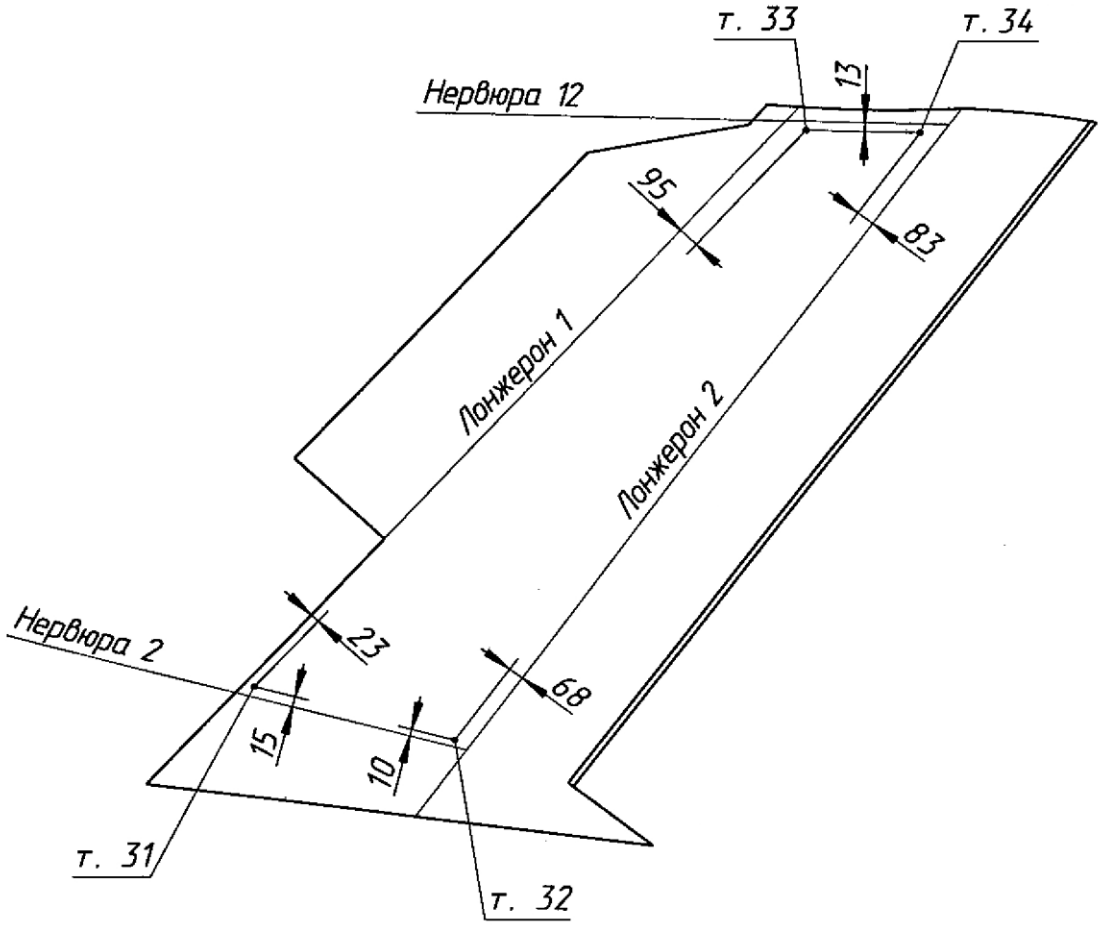


Рисунок 4.8 – Нівелювання кіля

Реперні т. 31, 32, 33, 34 розміщені по лівому борту вертикального оперення.

Таблиця 4.4 – Нівелювальні заміри для контролю кіля

Величина, що вимірюється	Контрольне значення, мм
Відстань від т. 32 та т. 31 до ПСЛ	28±2
Відстань від т. 34 та т. 33 до ПСЛ.	8±1
Відстань від т. 31 та т. 33 до ПСЛ	13,8±5

6 Нівелювання механізації органів управління літака.

Носок, що відхиляється. Вимірювання кутів відхилення $б_н$ виконувати у торців носка, що відхиляється. Вимірювальний прилад встановлювати на поверхню носка, що відхиляється уздовж лінії, перпендикулярної подовжньому обрізу верхній поверхні.

Різниця вимірів кутів відхилення по торцях не повинна перевищувати 1°.

Зазначена величина відповідає куту відхилення 25°±1° в площині, перпендикулярній осі обертання носка, що відхиляється, і куту відхилення 22°50'±1° в площині, паралельній вихідному профілю крила.

Передкрилок. Вимірювання кутів відхилення $б_{пр}$ виконувати у торців секцій передкрилка. Вимірювальний прилад встановлювати на поверхню передкрилка уздовж лінії, перпендикулярної подовжньому обрізу верхній поверхні.

Різниця вимірів кутів відхилення по торцях кожної секції не повинна. перевищувати 1°.

Вимірювання щілин h виконувати між задньою кромкою передкрилка і носовою частиною крила по торцях кожної секції передкрилка.

Зазначені величини $б_{пр}$ відповідають куту відхилення 21°10'±1° в площині, перпендикулярній осі обертання передкрилка, і 19°±1° в площині, паралельній вихідного профілю крила.

Елерон. Для установки елерона в нейтральне положення необхідно виставити величину "ножиць" по задній кромці Δ_e у зовнішнього торця елерона між верхньою поверхнею елерона і верхньою панеллю хвостовій частині крила. Перевірку нейтрального положення виконувати величиною

"сходинки" $\Delta_{еб}$ між передньою кромкою балансира елерона і нижньою панеллю.

Позитивною вважати величину "ножиць" по задній кромці, утворену виступанням елерона над поверхнею хвостової частини крила (задня кромка елерона зміщена вгору щодо хвостової частини крила).

Негативною вважати величину "ножиць", утворену западанням елерона (задня кромка елерона зміщена вниз щодо хвостової частини крила).

При вимірюванні кутів відхилення вимірювальний прилад встановлювати, на верхню поверхню елерона перпендикулярно його осі обертання.

Інтерцептор. Вимірювання кутів відхилення $б_i$ виконувати у внутрішнього торця кожної секції Інтерцептор. Вимірювальний прилад встановлювати на поверхню Інтерцептор уздовж лінії перпендикулярної задній кромці.

Величини $б_i$ відповідають кутах відхилення в площині перпендикулярній осі обертання Інтерцептор рівним: 50°±1° – для секцій 1, та 40°±1° – для секцій 3, 4, 5.

Закрилок. Вимірювання кутів відхилення $б_{зк}$ виконувати у торців секцій закрилка. Вимірювальний прилад встановлювати на поверхню закрилка уздовж лінії, перпендикулярній задній кромці. Різниця вимірів кутів відхилення по торцях кожної секції не повинна перевищувати 1°.

Вимірювання щілин *h1* та *h2* виконувати по торцях секцій закрилка.

У прибраному положенні і при відхиленні закрилка на 10°40’ для секції параметр *h1* вимірювати між задньою кромкою інтерцептора (верхній обрізом хвостової частини крила для внутрішнього торця секції 1 і зовнішнього торця секції 2) основним звеном закрилка.

Зазначені в таблиці величини $б_{зк}$ відповідають кутам відхилення в площині, паралельній БПК крила.

Кермо висоти. Для установки керма висоти (КВ) в нейтральне положення необхідно виставити величину "ножиць" по задній кромці $\Delta_{КВ}$

між кінцевою нервюром КВ і верхньою поверхнею закінцівки горизонтального оперення (ГО).

Позитивною вважати величину "ножиць" по задній кромці, утворену виступанням КВ над поверхнею закінцівки (задня кромка КВ зміщена вгору щодо закінцівки ГО).

Негативною вважати величину "ножиць", утворену западанням КВ (задня кромка КВ зміщена вниз щодо закінцівки ГО).

При вимірюванні кутів відхилення вимірювальний прилад встановлювати на верхню поверхню КВ перпендикулярно його осі обертання.

Кермо напрямку. Для установки керма напряму (КН) в нейтральне положення необхідно виставити величину "ножиць" по задній кромці $\Delta_{КН}$ між кінцевою нервюрою РН і надбудовою стікателя по лівому борту.

Позитивною вважати величину "ножиць", утворену зміщенням задньої кромки КН вліво щодо надбудови стікателя.

Негативною вважати величину "ножиць", утворену зміщенням задньої кромки КН вправо.

Параметри вимірювань задані на рисунках та в таблицях в додатках.

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті були розглянуті питання пов’язані з технологічною підготовкою виробництва центроплана літака типу Ан-178.

В конструкторському розділі було виконано опис та конструктивно-технологічний аналіз та сформовано ТУ на складання агрегату. Крім того дана оцінка технологічності його конструкції центроплана літака.

В технологічному розділі наведена схема конструктивно-технологічного членування центроплана, розроблена схема складання та ув'язки нервюри 1 центроплана. На основі директивної технології розроблена серійна робоча технологія у вигляді маршрутних карт.

Відповідно трудомісткості, програми випуску, технологічного процесу визначений штат робітників та спроектований цех складання ВЧК. Одночасно з робочою технологією представлена конструкція оснастки другого порядку.

В економічному розділі проекту було проведено розрахунок собівартості складання центроплана літака Ан-178. В результаті розрахунку виробнича собівартість склала – 1056594 грн., ціна виробу – 1565965 грн. Також був проведений аналітичний розрахунок критичної програми випуску, вона становить 13 штук, при цьому дохід в точці беззбитковості складає – 19340228 грн.

В спеціальному розділі було розглянуто процес проведення нівелювання крила, хвостового оперення та механізації та органів управління літака.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Технология самолетостроения. Под редакцией проф. Абибова А. Л. Москва. Машиностроение, 1970 – 600 с.

2 Григорьев В. П. Взаимозаменяемость агрегатов в самолетостроении. Москва. Машиностроение, 1969 – 258 с.

3 Григорьев В. П., Ганиханов Ш. Ф. Приспособления для сборки узлов и агрегатов самолетов и вертолетов. Москва. Машиностроение, 1977 – 138 с.

4 Иванов Ю. Л. Современные технологические процессы сборки планера самолета. Москва. Машиностроение, 1999 – 304 с.

5 Кобрин В. К., Кириенко П. Г. Безопасность жизнедеятельности. Техногенная безопасность. Методические рекомендации по дипломному проектированию. Харьков. ХАИ, 2001.

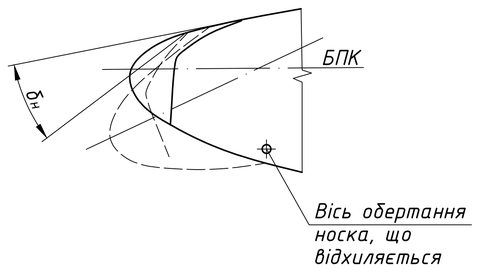
6 Кононенко В. Г. Технология производства летательных аппаратов. Киев. Вища школа, 1974 – 222 с.

7 Кривов Г. А. Технология самолетостроительного производства. Киев КВЩ, 1997 – 459 с.

8 Тихомиров В. А. Основы проектирования самолетостроительных заводов и цехов. Москва. Машиностроение, 1975 – 472 с.

ДОДАТКИ

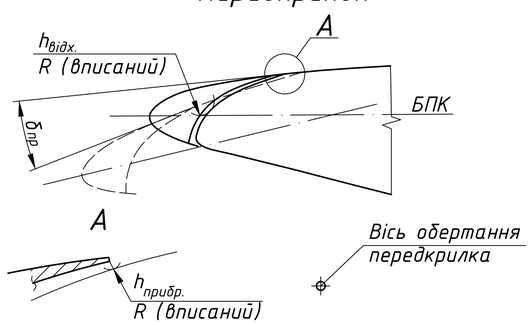
Носок, що відхиляється



Таблиця 1 – Параметри вимірювання носка, що відхиляється

Величина, що вимірюється	Значення
Кут відхілення $\delta_н$ (правий)	25°±1°
Кут відхілення $\delta_н$ (лівий)	25°±1°

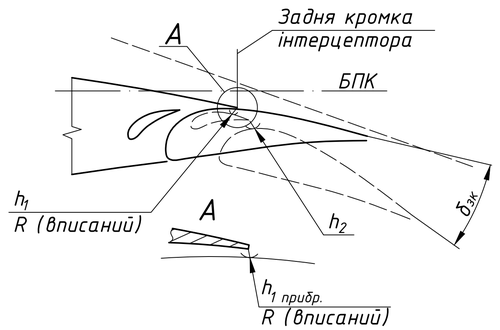
Передкрилок



Таблиця 2 – Параметри вимірювання передкрилка

Величина, що вимірюється	Значення		
	1 секція	2 секція	3 секція
Кут відхілення $\delta_{пр}$ (пр/лів)	21°10′±1°	21°10′±1°	21°10′±1°
Щілина в прибраному положенні $h_{прибр}$ (пр/лів)	0+0,5 мм	0+0,5 мм	0+0,5 мм
Щілина в відхиленому положенні $h_{відх}$ (пр/лів)	57±1,5 мм	38±1,0 мм	26±1,0 мм

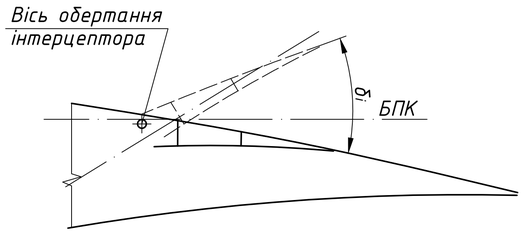
Закрилок



Таблиця 3 – Параметри вимірювання закрилка

Величина, що вимірюється		Значення	
		Секція 1	Секція 2
Кут відхілення $\delta_{зк}$ (закрилок прибраний)		0°	40°
Кут відхілення $\delta_{зк}$ (режим взлету)		10°40′±1°	11°10′±1°
		21°10′±1°	21°50′±1°
Кут відхілення $\delta_{зк}$ (режим посадки)		42°±1°	40°±1°
Щілина h (закрилок прибраний)	$h_{1\ прибр.}$	5±2 мм	5±2 мм
Щілина h (режим взлету) (внутр./зовн. торці)	$h_{1\ прибр.}$	59±3 мм 37±3 мм	42±3 мм 30,5±3 мм
	h_1	42±3 мм 30,5±3 мм	30±3 мм 21±3 мм
Щілина h (режим посадки) (внутр./зовн. торці)	h_1	74±3 мм 52±1,5 мм	63±3 мм 35±1,5 мм
	h_2	60±3 мм 35±1,5 мм	37,5±3 мм 21±1,5 мм

Інтерцептор

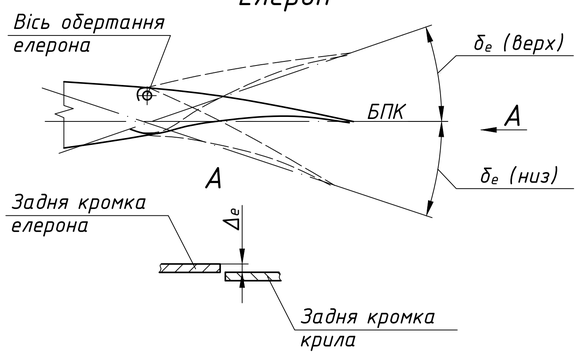


Таблиця 4 – Параметри вимірювання інтерцептора

Величина, що вимірюється	Значення	
	Секція 1, 2	Секція 3, 4, 5
Кут відхілення δ_i (правий/лівий)	50°±1°	40°±1°

1. Нівелювання проводиться для перевірки геометричних параметрів літака після остаточного складання і в процесі експлуатації.
2. Попередні отвори під боти, гвинти або заклепки, в яких виконуються реперні точки, виконувати по кондукторних втулках стапеля складання. У реперних точках рекомендується встановлювати болт АНУ 7100.002.000.
   Допускається використовувати стандартний кріплення, встановлений у відповідності з кондукторними втулками стапеля для реперних точок, з засвердлюванням діаметром 2 мм на глибину 1 мм в голівці кріплення. Засвердловку покрити грунтом ВЛ-02 і залити червоною фарбою.
3. Нівелювання виконувати на порожньому літаку (без палива, з обладнанням).Панелі та люки закриті, шасі випущено, капоти відкриті. Елементи механізації крила і органи управління в прибраному (нейтральному) положенні. Для перевірки елементів механізації крила і органів управління повинно бути забезпечено тиск в гідросистемі і включена система ЕДСУ-148.
4. Швидкість вітру не повинна перевищувать 3 м/с. Температуру повітря в момент нівелювання записувати в відповідний лист паспорта нівелювання.
5. Для нівелювання літак встановити на одному опорному вузлі по шпангоуту 42 і двох Опорних вузлах, розташованих на крилі, симетрично щодо ПСЛ, в зонах перетину лонжерона 1 і нервюри 5 крила.
6. Для установки літака в горизонтальне положення необхідно забезпечити перевищення (0±1) мм точки 1 лів. над точками 2 лів. і 2 прав., а також перевищення (0±1) мм точки 2 лів. над точкою 2 прав.
7. Всі розміри і кути, задані на кресленні, являються теоретичними.
8. Системи координат агрегатів в табл. 5 задані в відповідній майстер-геометрії.

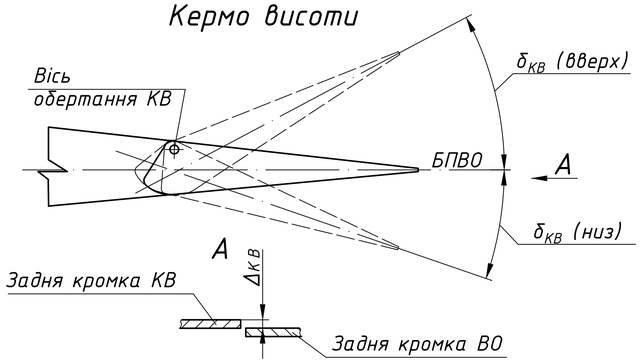
Елерон



Таблиця 5 – Параметри вимірювання елерона

Величина, що вимірюється	Значення
"Ножиці" по задній кромці $\Delta_е$	0 мм
"Сходинка" по передній кромці балансира $\Delta_{е\,б}$	0 мм
Кут відхилення $\delta_е$ (верх)	20°±1°
Кут відхилення $\delta_е$ (низ)	20°±1°

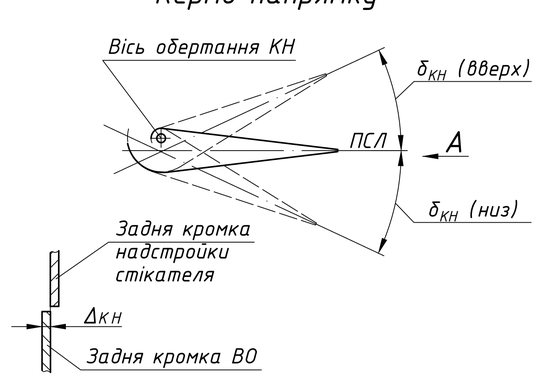
Кермо висоти



Таблиця 6 – Параметри вимірювання керма висоти

Величина, що вимірюється	Значення
"Ножиці" по задній кромці $\Delta_{КВ}$	0 мм
Кут відхилення $\delta_{КВ}$ (верх)	30°±1°
Кут відхилення $\delta_{КВ}$ (низ)	20°±1°

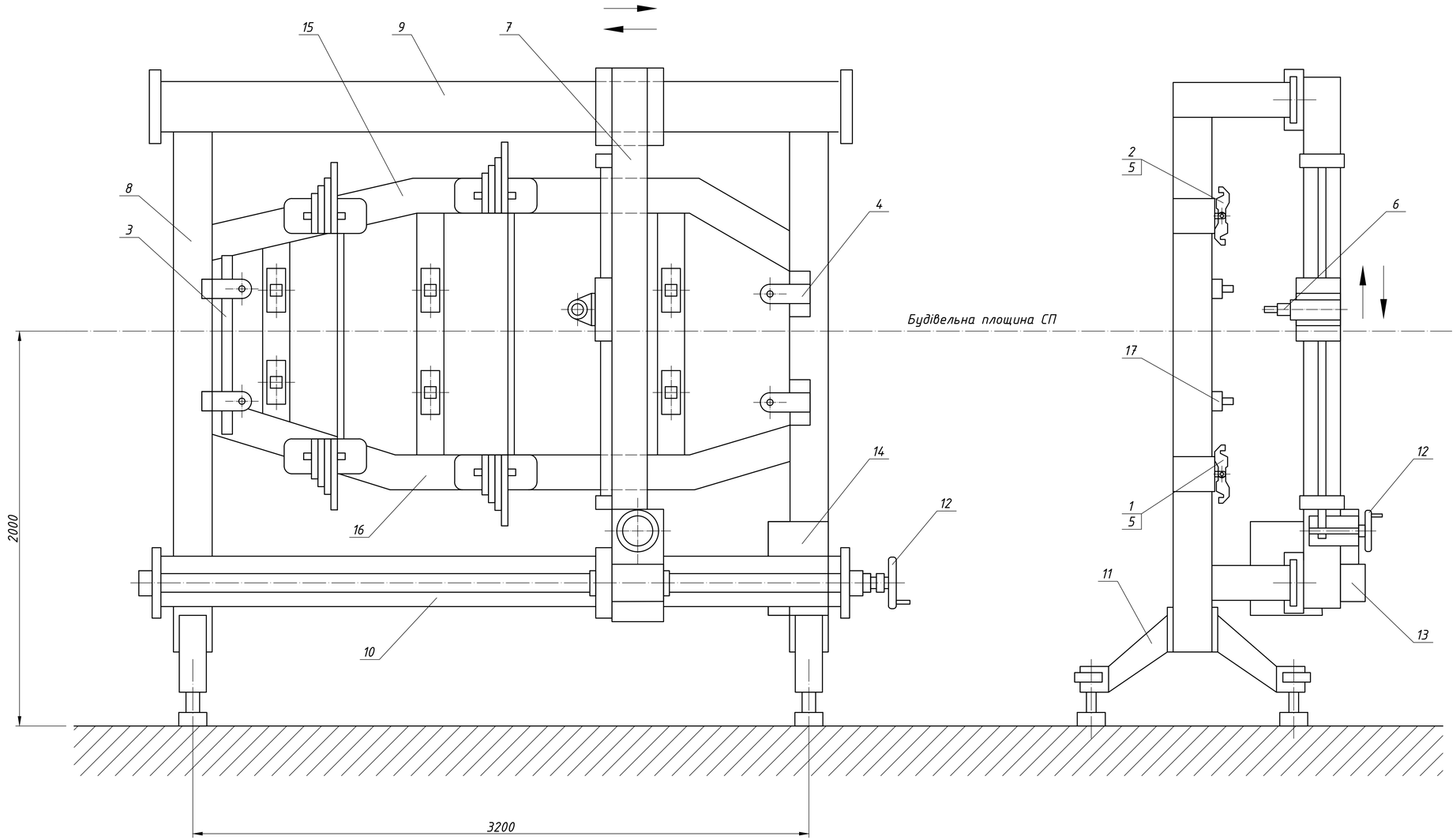
Кермо напрямку



Таблиця 7 – Параметри вимірювання керма напрямку

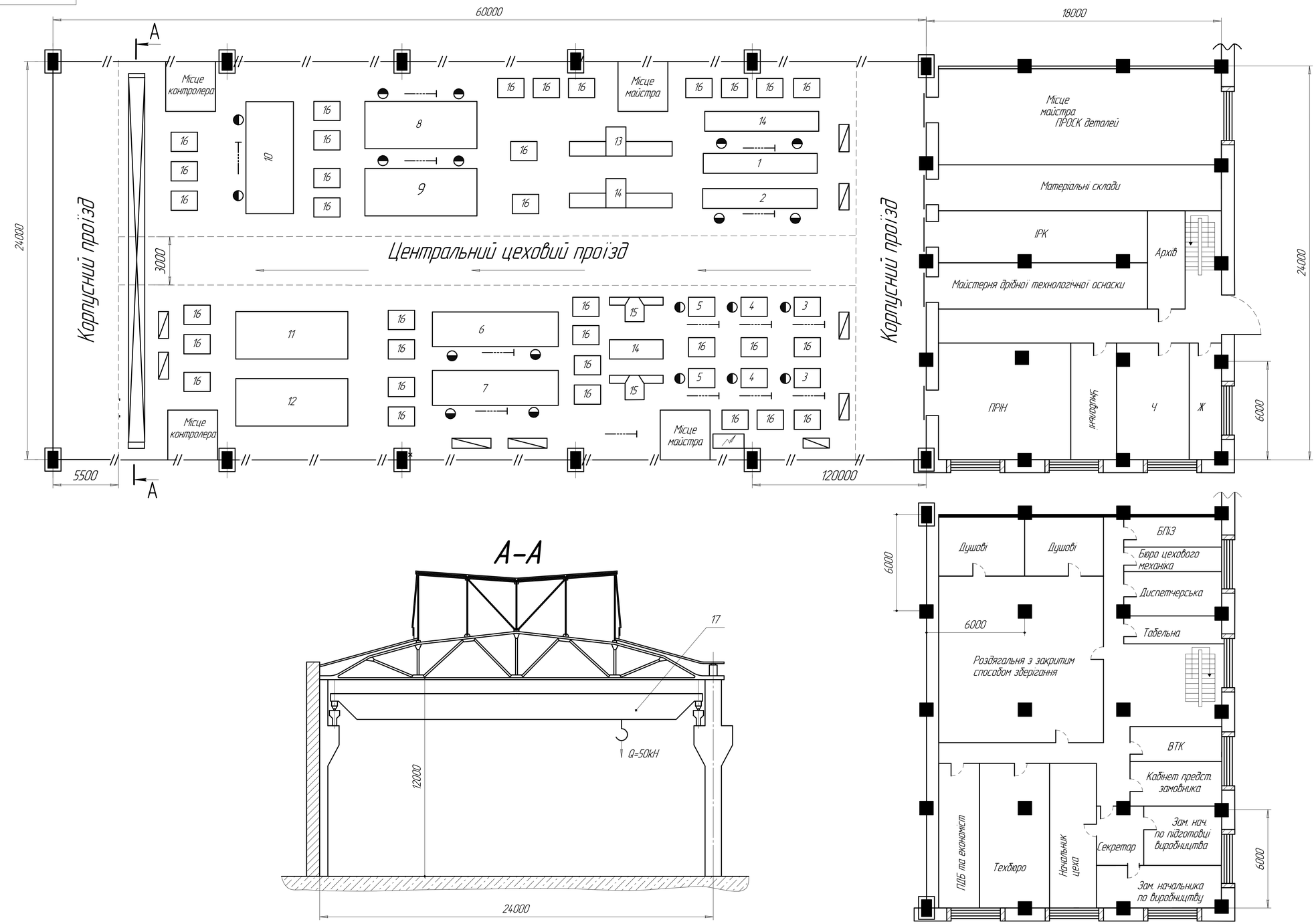
Величина, що вимірюється	Значення
"Ножиці" по задній кромці $\Delta_{КН}$	0 мм
Кут відхилення $\delta_{КН}$ (правий)	30°±1°
Кут відхилення $\delta_{КН}$ (лівий)	30°±1°

					К.134.ДП.1-95А.003.700.000	
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Нівелювання крила та хвостового оперення літака Ан-178	Літ / Маса / Масштаб
Виконав	Кагарлицький					– / –
Перевірив						Аркуш / Аркушів 1
Н контр.					XAI, гр. 1-95А	
Затверд.						

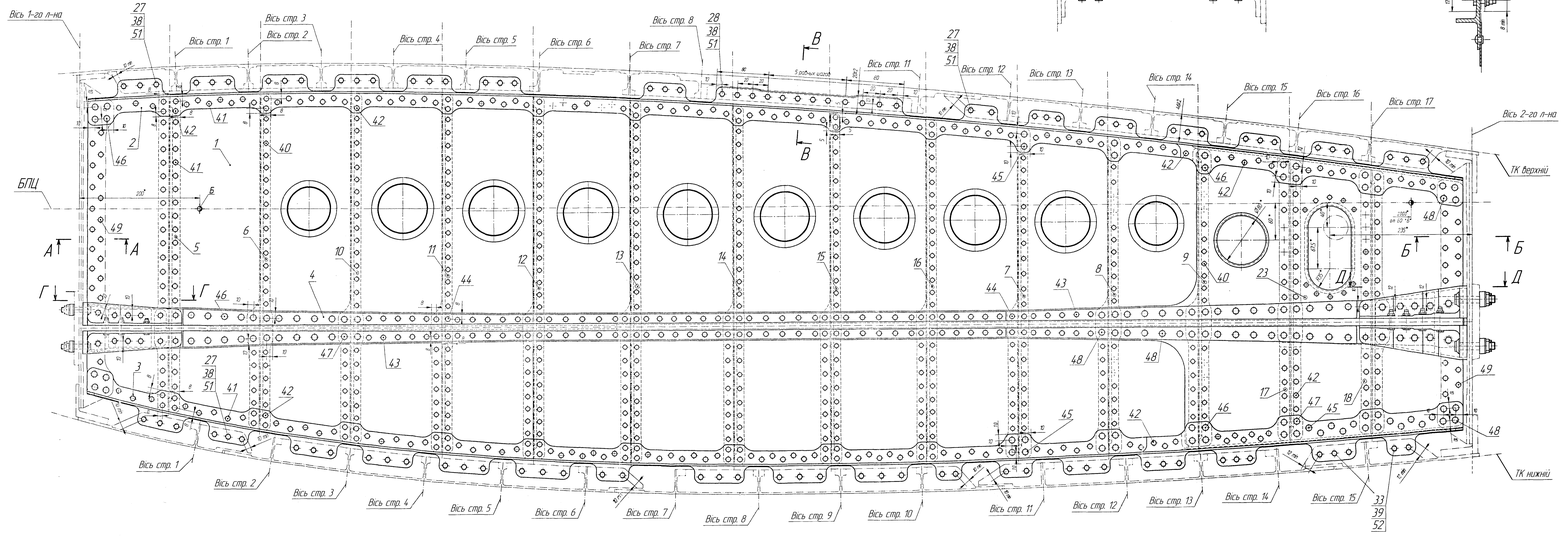


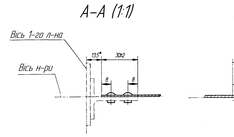
1. Незазначені граничні відхилення розмірів, форми і розташування поверхонь по ОСТ1 0022-80.
2. Фарбувати по ТУ 160-71.
3. * Розміри для довідок.
4. Маркірувати: найменування, № креслення.

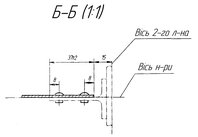
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	К.134.ДП.1-95А.003.500.000СБ			
Виконав		Кацарницький			Універсальний складальний пристрій нервюр центроплана	Літ	Маса	Масштаб
Перевірив							–	1:10
Н. контр.						Аркуш	Аркушів 1	
Затверд.						ХАІ, гр. 1-95А		

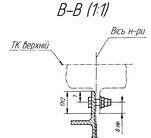


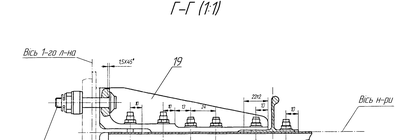
Зм. Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата	К.134.ДП.1-95А.003.800.000Пл			
Розроб.	Капитальный			Планування цеха складання центроплана літака типу Ан-178	Літ.	Маса	Масштаб
Перевір.						–	1:100
Н.контр.					Аркуш	Аркушів	1
Затверд.					ХАІ, гр. 1-95А		

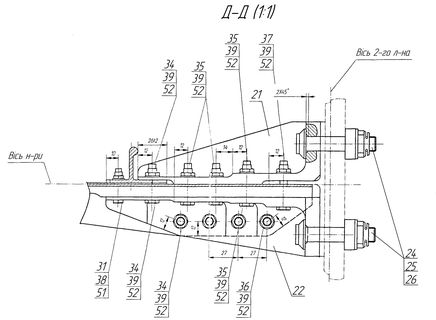








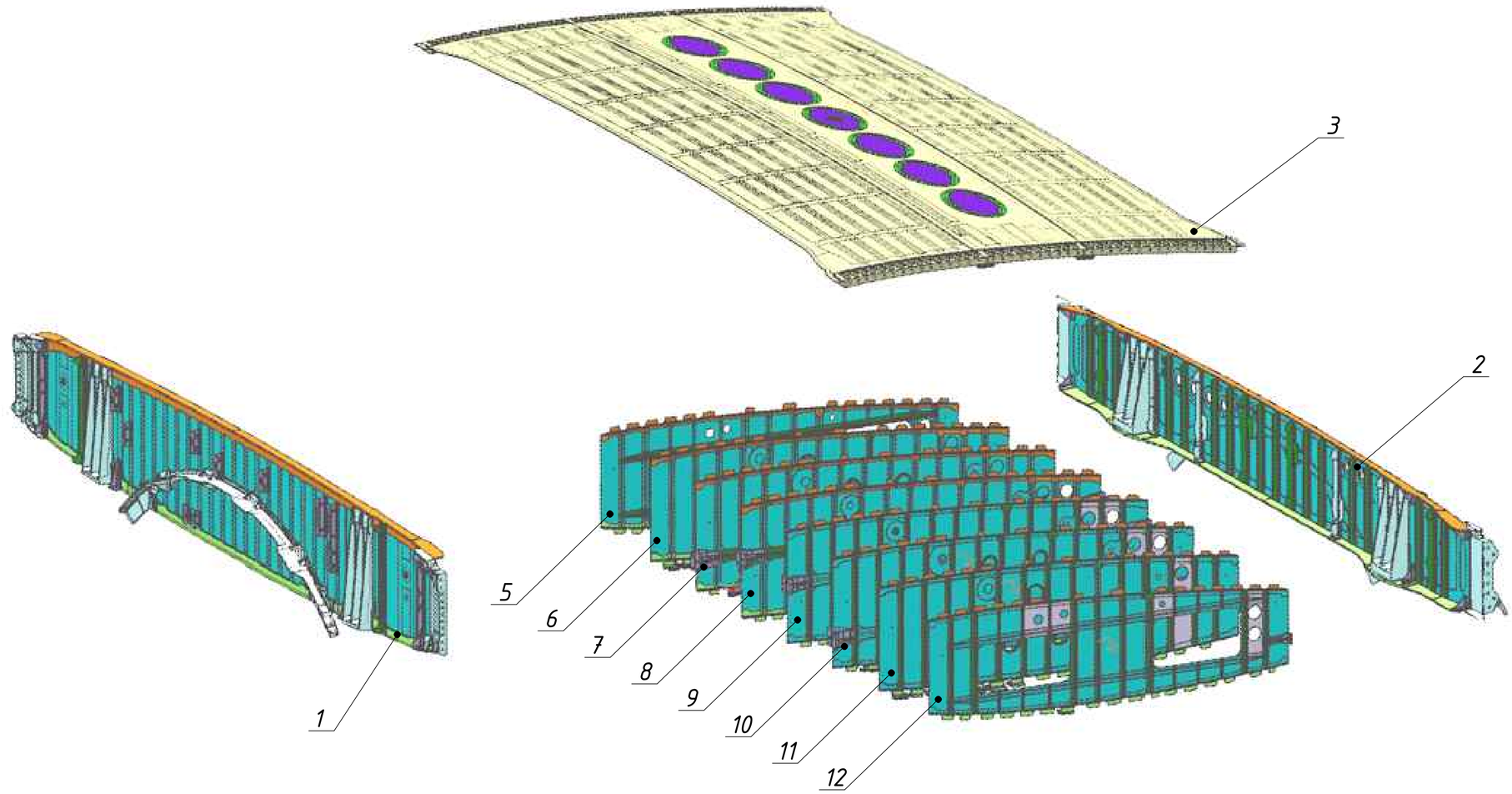




1. Незазначені граничні відхилення розмірів, форми і розташування поверхонь по ОСТ1 00020-80.
2. Інструкція на складання 1Т8.00.1000.000.0Т8.
3. Установка болтів на гарантійну зазорність - 5ЯЗ по РТМ 14.194.1-89.
4. Установка болтів з натягом по РТМ 14.194.1-89.
   Отвори під болти обробляють по Н7.
5. Клепати по інструкції 1Т36-21-86.
   Клепання гарячою: не менше 90%.
6. Покриття гострих заклепок, гострих болтів, виступаючих ребер/бих частин зазор по шкалі - дп1П.025-520 ОСТ1 90055-85
7. Металізації замикаючих по ОСТ1 01025-82.
8. Герметизацію виконувати по інструкції 147116-501-02.
9. – Вихід отвору.
10. Маркувати та клеймити по ОП1 63-06.
11. * Розміри для довідок.

Праві - зображена
Ліві - зеркальне відображення

Зм.	Кіл.	№ докум.	Підп.	Дата	К.134.ДП1-95А.003.400.000СБ				
Розроб.					Нерівка №1 центрозлива		Літ.	Маса	Масштаб
Перевір.					Складальне креслення			19.8	1:20
Н. контр.							Аркуш	Аркушів	
Затверд.									
					ХАІ гр. 1-95А				
					Копіював		Формат А2х3		



1 1-й лонжерон центроплана.
2 2-й лонжерон центроплана.
3 Панель верхня центроплана.
4 Панель нижня центроплана.
5 Нервюра №4 (права).
6 Нервюра №3 (права).
7 Нервюра №2 (права).
8 Нервюра №1 (права).
9 Нервюра №1 (ліва).
10 Нервюра №2 (ліва).
11 Нервюра №3 (ліва).
12 Нервюра №4 (ліва).

						К.134.ДП.1-95 А.003.200.000	
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Схема конструктивно-технологічного членування центроплану	Літ	Маса	Масштаб
Виконав		Кагарлицький					–	1:20
Перевірив						Аркуш	Аркушів 1	
Н контр.						ХАІ, гр. 1-95 А		
Затверд.								