

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

Факультет літакобудування

Кафедра технології виробництва літальних апаратів

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

(тип кваліфікаційної роботи)

магістра

(освітній ступінь)

на тему: Технологія, оснащення та організація виробництва
кіля пасажирського літака

ХАІ.104.163.200.134.1901135ПЗ

Виконав: студент(ка) 2 курсу групи № 163

Спеціальність _____

134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

(код та найменування)

Освітня програма Технології виробництва

та ремонту літальних апаратів

(найменування)

Єфімов Д. С.

(прізвище та ініціали студента (ки))

Керівник: Воронько І. О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Лисих М.О.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. М.Є. ЖУКОВСЬКОГО
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет _____ літакобудування _____
(повне найменування)
Кафедра _____ технології виробництва літальних апаратів _____
(повне найменування)
Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____
Спеціальність _____ 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка _____
(код і найменування)
Освітня програма _____ Технології виробництва та ремонту літальних апаратів _____
(найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) (ініціали та прізвище)
« _____ » _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Єфімова Дмитра Сергійовича
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Технологія, оснащення та організація виробництва кіля пасажирського літака.

керівник кваліфікаційної роботи: к.т.н. Воронько Ірина Олексіївна
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету № _____ від « _____ » _____ 20__ року

2. Термін подання студентом кваліфікаційної роботи _____
3. Вихідні дані до роботи _____

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

5. Перелік графічного матеріалу _____

Зміст

Вступ	6
Конструкторський розділ	
1.1. Технічний опис і конструктивно-технологічний аналіз базової конструкції кіля	9
1.2 Розробка поліпшеного варіанту кіля літака та обґрунтування прийнятих рішень розрахунками	10
1.3 Розробка ТУ на виготовлення кіля	20
Технологічний розділ	
2.1 Розробка технології складання	22
2.1.2 Аналіз існуючого виробництва	23
2.1.3 Розробка схеми конструктивно-технологічного членування кіля визначення ступеня закінченості кіля і входять підсбірок	24
2.1.4 Розробка схеми складання і ув'язки кіля	26
2.1.5 Розробка маршрутно-операційних технологічних процесів складання кіля і переднього лонжерона	31
2.1.6 ТУ (ступінь закінченості) підсбірок і деталей, що йдуть на складання в стапелі кіля	34
2.1.7 Розробка схеми базування	35
2.2 Проектування засобів технологічного оснащення складання кіля	36
2.2.1 Розробка конструкції складального пристосування	36
2.2.2 Характер конструкції складального пристосування	38
2.2.3 Виготовлення та монтаж стапеля складання кіля	39
2.2.4 Розробка інструментального калібру хвостової частини кіля	40
2.2.5 Розробка технічного проекту засобів механізації процесу складання кіля	41
2.3 Організація процесу складання	42
2.3.1 Уточнення типу виробництва в цеху	42

2.3.2	Вибір організаційної форми складання кіля	43
2.3.3	Розробка циклового графіка складання кіля	43
2.3.4	Опис робочого місця та заходи з охорони праці	46
2.4	Забезпечення якості зібраного кіля	47
Економічний розділ		
3.1	Історія підприємства	51
3.2	Характеристика товару	51
3.3	Аналіз ринку	52
3.4	Маркетинг	52
3.5	Реклама	54
3.6	Кадри і управління	55
3.6.1	Економічне обґрунтування обраної форми системи оплати праці	55
3.6.2	Визначення прямої заробітної плати виробничих робітників	55
3.6.3	Розрахунок заробітної плати допоміжним робітникам	56
3.6.4	Визначення витрат на заробітну плату ІТП та МОП	57
3.6.5	Основні фонди цеху та їх амортизація	59
3.6.6	Витрати на експлуатацію та утримання обладнання	60
3.6.7	Витрати на управління цехом	62
3.6.8	Розрахунок техніко-економічних показників цеху	65
3.7	Аналіз ризику	67
3.8	Фінансування проекту	68
3.9	Висновки	71
Спеціальна частина		
4.1	Координатно-вимірювальні машини	74
4.2.	Технологія вимірювання та різновиди обладнання	78
4.3.	Комп'ютеризація процесу вимірювання	99
	Список використаної літератури	103
	Додатки	104

ВСТУП

Сучасне виробництво літаків та інших об'єктів авіатехніки вимагає постійного вдосконалення технологічних процесів, розроблення та впровадження нового обладнання з ЧПК, застосування інтегрованих інформаційних систем з використанням комп'ютерних засобів програмування.

Конкретно призначена технологія виготовлення і складання деталей, вузлів, панелей, відсіків, агрегатів літака багато в чому визначає ресурс виробу, його трудомісткість і собівартість, якість і культуру виробництва. Існує постійний взаємозв'язок між конструкцією літака і технологією його виробництва. Показниками такого зв'язку є рівень технологічності виробу, тобто пристосованості конструкції до ефективного серійного виробництва.

У ряду відомих сучасних і перспективних цивільних і бойових літаків типу Ан-74, ТУ-334, Ан-70, Іл-96, ТУ-204М, АН-124, Іл-76МФ, БЕ-200; Боїнг-747, 757, 737, 787; А-380, 320 (фірма «Airbus Industry»), Мц-21 (перспективний ближньо-середньоміагістральний російський літак), військових літаків МІГ-29, Су-27, f-16, СУ-34, Ф-22 «рептер», Су-47 та ін літаків 4го і 5го покоління, регіональні літаки Ан-140-100 (ХДАВП) і Ан-148 (Авіант) представляють особливий інтерес, як можливі прототипи до теми даного дипломного проекту.

Мною розробляється технологія складального виробництва до агрегату хвостового оперення – кіля, ґрунтується на аналогу регіонального пасажирського літака Ан-140 і включає ряд змін, викликаних модифікацією конструкції, за рахунок застосування композиційних панелей, застосування підсічки в нервюрах і збільшення програми випуску до 48 комплектів хвостового оперення за рік.

У роботі проведено аналіз конструкції кіля на технологічність, введені конструктивні зміни в порівнянні з аналогом; виконані конструктивно-міцнісні розрахунки двох варіантів конструкції кіля (із застосуванням стільникового і трубчастого наповнювача); дані вимоги до його складання з урахуванням забезпечення заданої якості. Розроблена директивна і робоча технології кіля;

визначена трудомісткість виготовлення кіля; спроектований стапель складання і інструментальний калібр для його монтажу.

Окремою частиною диплома є спеціальна частина, присвячена аналізу сучасних методів координатних вимірювань в авіабудуванні.

КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

1.1 Технічний опис і конструктивно-технологічний аналіз базової конструкції кіля

Кіль літака забезпечує балансування, стійкість і керованість. Кіль – металева конструкція, складається з носової, кесонної (міжлонжеронної) і хвостової частин, зверху встановлений обтічник. По задньому лонжерону кіля навішене кермо напрямку. Кіль кріпиться до фюзеляжу по вузлах на торцях полиць лонжеронів.

Кесонна частина кіля складається з двох лонжеронів – переднього і заднього, нервюр і панелей обшивки по стрінгерам.

Лонжерони – клепані, балкової конструкції, складаються з поясів, стінки і стійок. У стінках лонжеронів по всій довжині виконані люки, здебільшого закриті кришками на болтах з анкерними гайками, – для складання кіля, монтажу радіоантенних пристроїв і огляду внутрішнього набору кіля.

У нижній частині поясів лонжеронів є колодязі з отворами для встановлення болтів кріплення кіля до фюзеляжу, по нервюрі 1 встановлені фітинги для установки зрізних болтів кріплення кіля до фюзеляжу.

Нервюри кесонної частини кіля клепаної конструкції, складаються з поясів, стінок, стійок і компенсаторів для кріплення панелей кіля до нервюр. Нервюри кріпляться до стійок лонжеронів заклепками. Панелі кесонної частини клепаної конструкції, складаються з обшивки і набору стрингерів. У верхній частині обшивки є окантовані отвори для встановлення антен.

Носова частина кіля являє собою клепаній носок, що складається з обігріваної частини носка діафрагм, профілів листової обшивки і поздовжніх поясів кріплення носка до поясів переднього лонжерона кіля на болтах і анкерних гайках. В обігріваній частині носка є елементи електропідігріву системи попередження заледеніння.

Хвостова частина кіля складається з панелей, клепаних просторових балкових конструкцій під вузли навішування керма напрямку і задньої стінки. Панелі хвостової частини кіля-клепані, тришарової конструкції з металевою

обшивкою і стільниковим заповнювачем. Балкові конструкції складаються з поясів, діафрагм, стійок і кронштейнів вузлів навішування РН.

Панелі хвостової частини кіля-знімні по правому борту, ліві панелі клепаються до поясів заднього лонжерона, поясів балкової конструкції і поясів задньої стінки хвостової частини кіля.

Кіль стикується з фюзеляжем по шпангоутам №38 і №40. Пояси лонжеронів мають колодязі під стикувальні болти і стикуються зі шпангоутам фюзеляжу болтовими з'єднаннями з тарованим затягуванням. Є також болти кріплення фітинга і пояса нервюри №1 кіля зі шпангоутом.

Основна номенклатура матеріалів і напівфабрикатів, що застосовуються в конструкції кіля літака є традиційною і освоєною авіапромисловістю.

Основні матеріали застосовуються в конструкції:

- обшивка – 1163 АТВ, Д16;
- лонжерони, силові нервюри, діафрагми – 1933ТЗ, Д16ЧТ;
- стикувальні профілю – Д16 АТ.

В якості герметизуючих матеріалів антикорозійного захисту в конструкції кіля застосовуються герметики МЕМ-5М, ВИТЭФ-1НТ; заповнювач ВЗ-27М; групи ЕП-0214 і ЕП-0215, емаль ЕП-140, протикорозійне засіб НГ-222, що дозволяє застосувати традиційну технологію і існуючі засоби механізації.

1.2 Розробка поліпшеного варіанту кіля літака і обґрунтування прийнятих рішень розрахунками

Спочатку визначимо навантаження на Кіль:

1. Керуюча або демпфуюча навантаження обумовлена рівновагою моментів рискання щодо осі ОУ літака з вертикальним і без вертикального оперення

$$M_{ув.о} = M_{ус.в.о} \quad (1.1)$$

2. Маневрене експлуатаційне навантаження виникає при різкому відхиленні керма і залежить від темпу його відхилення.

$$P_{эман} = \pm K_{ман} \cdot f \cdot S_{во} \quad (1.2)$$

де $K_{ман} = 0.48$ -коефіцієнт який враховує особливості маневру

3. При зупинці двигуна, розташованого на крилі, на оперенні виникає асиметричне навантаження. Зазвичай враховується, що на оперення в цьому випадку діє 75% його максимального експлуатаційного навантаження.

Навантаження за розмахом оперення розподіляється пропорційно його хордам.

Найбільш важким випадком навантаження для вертикального оперення є різке відхилення керма напрямку при великому швидкісному напорі.

$$P_{\text{ман в.о}} = \pm 0.75 * 0.48 * \left(\frac{SV^2}{2} \right)_{\text{max}} * S_{\text{в.о}},$$

$$\text{де } S_{\text{в.о}} = 10.822 \text{ м}^2$$

$$P_{\text{э в.о}} = \pm 0.36 \cdot \frac{0.56 \left(\frac{550}{3.6} \right)^2}{2} \cdot 10.822 = 26825.78 \text{ Н}$$

Розподіл маневреного навантаження між кілем і кермом напрямку проводиться пропорційно їх площам

$$P_{\text{кк}}^{\text{э}} = P_{\text{в.о}}^{\text{э}} \cdot \frac{S_r}{S_{\text{в.о}}}; \quad P_{\text{р.н}}^{\text{э}} = P_{\text{в.о}}^{\text{э}} \cdot \frac{S_{\text{р.н}}}{S_{\text{в.о}}};$$

$$S_{\text{р.п}} = 3 \text{ м}^2 \quad S_{\text{к}} = 7.612 \text{ м}^2$$

$$P_{\text{кк}}^{\text{э}} = 26825.78 \cdot \frac{7.612}{10.822} = 18868.77 \text{ Н}$$

$$P_{\text{р.н}}^{\text{э}} = 26825.78 \cdot \frac{3.21}{10.822} = 7957.01 \text{ Н}$$

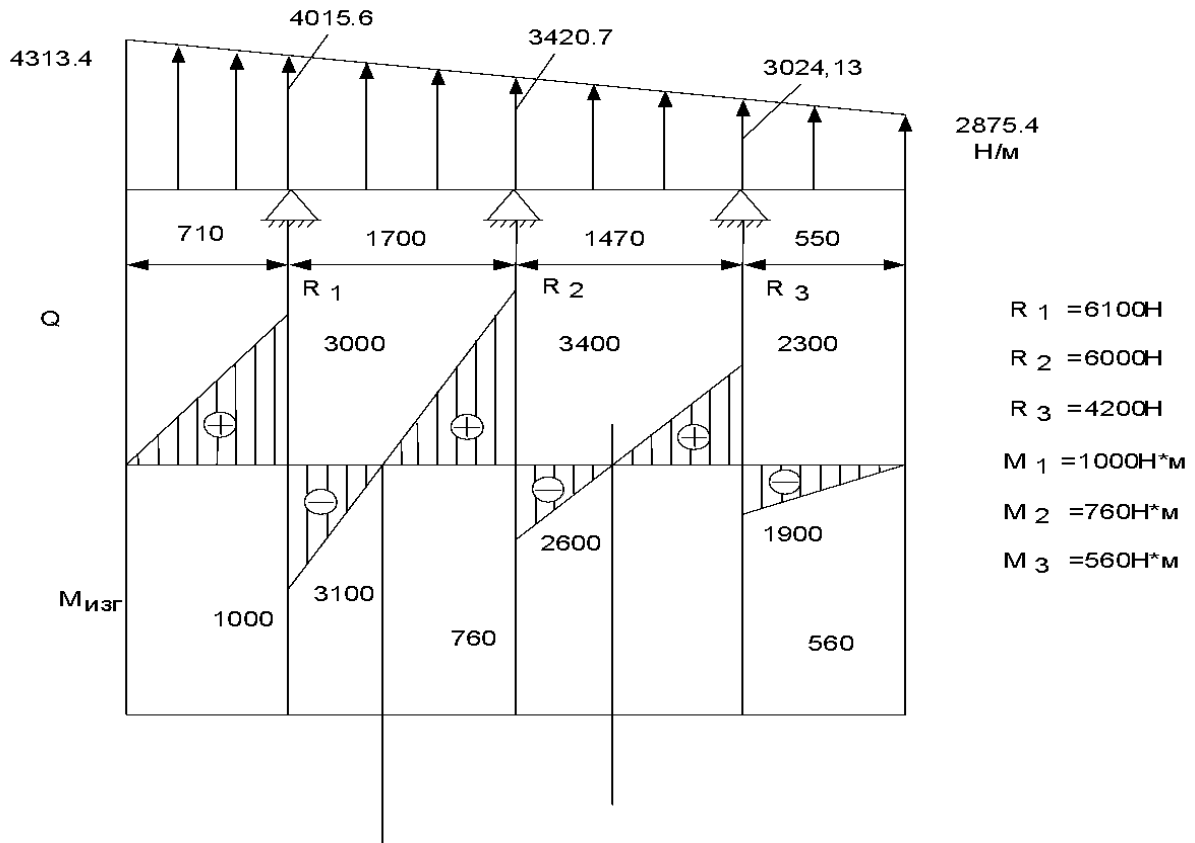
Повне навантаження по розмаху Р.Н розподіляється пропорційно хордам

$$q_{\text{ррн}} = \frac{P_{\text{р.н}}^{\text{э}}}{S_{\text{р/н}}} \quad \epsilon_{\text{р.н.}} = \frac{P_{\text{р.н.ф}}^{\text{э}}}{S_{\text{р/н}}}$$

$$q_{\text{ррн}} = \frac{7957.01 \cdot 2}{3.21} \cdot 0.87 = 4957.6 \cdot 0.87 = 4313.14 \text{ Н/м}$$

$$\epsilon_{\text{р.н.}} = \frac{7957.01 \cdot 2}{3.21} \cdot 0.58 = 2875.43 \text{ Н/м}$$

Кермо напрямку являє собою балку на трьох опорах навантажену розподіленим навантаженням



Погонне навантаження за розмахом кіля розподіляється пропорційно хордам

$$q_{p.кил} \frac{P_{\kappa}^p}{S_{\kappa}} \cdot \nu_{\kappa} = \frac{P_{\kappa}^{\partial}}{S_{\kappa}} \cdot \nu_{\kappa} \quad (1.3)$$

$$q_{p.кил} = \frac{18868.77 \cdot 2}{7.612} \cdot \nu_{\kappa.o} = \frac{18868.77 \cdot 2}{7.612} \cdot 2.13 = 10559.77 \text{ H / м}$$

$$q_{p.кил} = \frac{18868.77 \cdot 2}{7.612} \cdot \nu_{\kappa.л.к} = \frac{18868.77 \cdot 2}{7.612} \cdot 1.03 = 7535.61 \text{ H / м}$$

$$q_{p.к.к} = \frac{18868.72}{7.612} \cdot 1.03 = 5106,36 \text{ H / м}$$

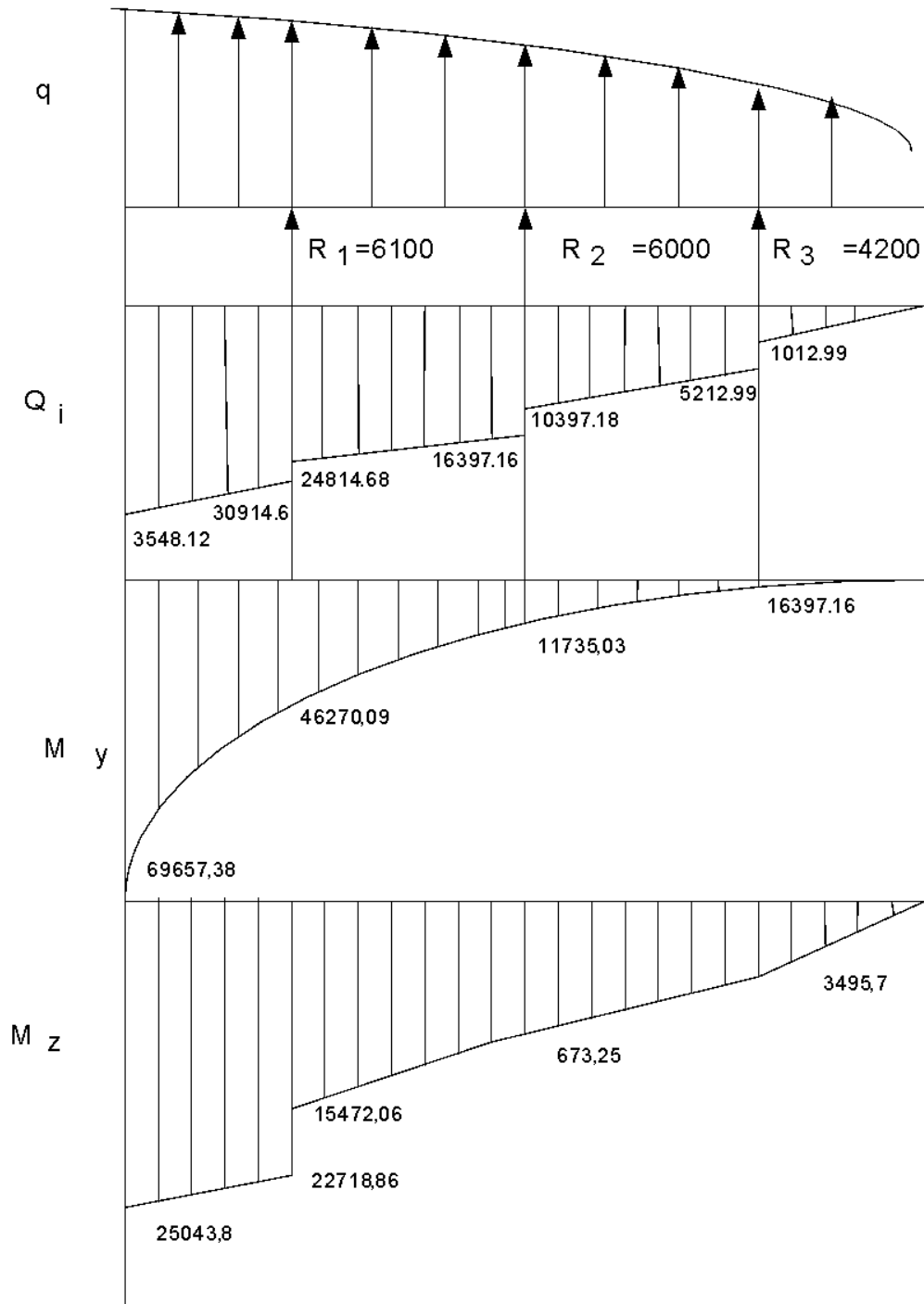
Результати розрахунків зведемо в таблицю 1.1 і таблицю 1.2

Таблиця 1.1 - Результати розрахунків

Zi	vim	qin/м	ΣQ_{in}	$\Sigma M_{in}/м$	ΣQ_{in}	ΣM_{agr} н/м
0	2.13	10559,77	35148,12	69657,38	35148,12	69657,38
0.71	1.98	9816,12	27914,68	47270,09	30914,68 24814,68	46270,09
2.41	1.56	7733,91	12997,16	12495,03	16397,16 10397,16	11735,03
3.88	1.18	5850	2912,99	801,07	5212,99 1012,99	241,7
4.43	1.03	5106,36	0	0	0	0

Таблиця 1.2 - Результати розрахунків

Z	vim	с м	тэн	Мэ н.м	Mz Σ н.м
0	2.13	0.852 0.519	3516,38	9207.5	25043.9
0.71	1.98	0.792 0.483	3033.18	6882.46	22718.86 15472.06
2.41	1.56	0.624 0.38	1887.07	2700.25	11289.85 5673.85
3.98	1.18	0.472 0.288	1076.4	522.1	3495.7 522.1
4.43	1.03	0.412 0.281	822.12	0	0



Тепер розглянемо можливі варіанти поліпшення конструкції кіля.

Кріплення нервюр до стійок 1го і 2го лонжерона базової конструкції кіля виконано із застосуванням прокладок. Це збільшує трудомісткість складання і масу конструкції. Пропонується конструктивне рішення у вигляді виконання підсічки на поясах нервюр на товщину полки стійок лонжерона. Технічна мета, на досягнення якої спрямована пропозиція – зниження

трудомісткості складання і маси кіля. Конструктивне рішення представлено на рисунку 1.1

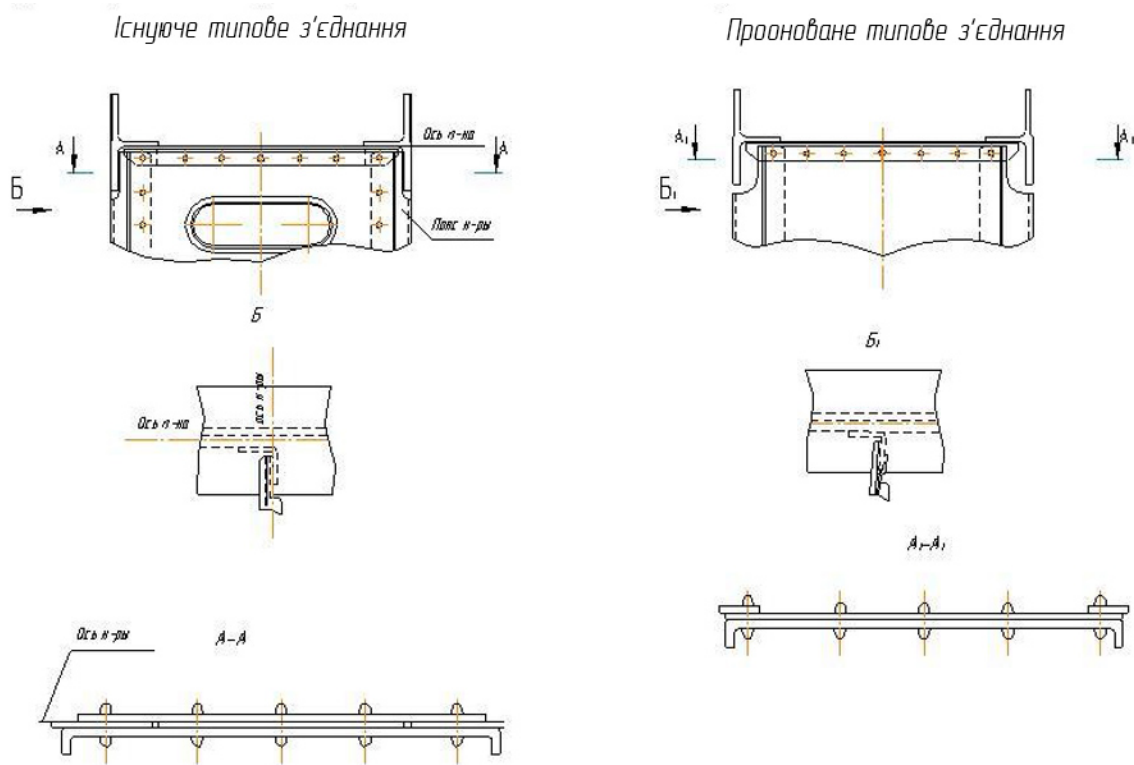


Рисунок. 1.1 Кріплення нервюр до стійок

Також на сьогоднішній день в літакобудуванні досить перспективними матеріалами вважаються конструкційні. Особливий розвиток отримали стільникові і трубчасті заповнювачі. У даній дипломній роботі пропонується замінити металеву панель між лонжеронної частини на панель з конструкційних матеріалів, що призведе до значного зменшення маси конструкції кіля. Тому ми проведемо порівняльний розрахунок на предмет зменшення маси панелей, а отже і самого кіля в разі застосування стільникового і трубчастого заповнювача.

Складемо рівняння вагового балансу для тришарової панелі.

$$G_{\text{кіля}}^M = G_{\text{обш}} + G_{\text{зап}} + G_{\text{клея}} + G_n + G_l, \quad (1.4)$$

де $G_{\text{заг}}$ – вага обшивки;

$G_{\text{зап}}$ – вага сотового заповнювача;

$G_{\text{клея}}$ – вага кіля;

G_l и G_n – вага силових нервюр і лонжеронів;

$G_{\text{заг}} = j_{\text{заг}} * w_{\text{заг}}$, где $j_{\text{заг}} = 2800 \text{ кг/м}^3$ – питома вага обшивки,

$w_{\text{заг}} = s * \delta$ – обсяг несучих шарів.

Поверхня панелі має площу:

$$S = 7.26 \text{ м}, \text{ тоді } G_{\text{заг}} = 2800 * 7.28 * 0.0014 = 28.5 \text{ кг}$$

Вага наповнювача:

$$G_{\text{зап}} = w_{\text{зап}} * j_{\text{зап}}, \text{ где } w_{\text{зап}} = S_{\text{зап}} * \sigma_{\text{зап}} = 7.28 * 0.02 = 0.146 \text{ м}^3.$$

Питома вага заповнювача

$j_{\text{зап}} = 1.54 (\delta_c / \text{г}) j_c * A_1$, где δ_c – товщина стінки, г – радіус комірки, j_c – питома вага матеріалу від ос = 2600 кг/м², $A_1 = 1.01$.

$$j_{\text{зап}} = 1.54 \left(\frac{0.007}{7} \right) 2000 \cdot 1.01 = 59.4 \text{ кг/м}^3$$

$$G_{\text{зап}} = 0.146 * 59.4 = 8.67 \text{ кг}$$

Конструкція лонжеронів не змінювалася

$$G_{\text{л}} = 13.04 \text{ кг (на одній панелі);}$$

$$G_{\text{п}} = 3 * 0.96 = 2.98 \text{ кг.}$$

Вага клею:

$$G_{\text{к}} = 0.14 * 7.28 = 1.02 \text{ кг.}$$

Таким чином $G_{\text{пан}} = 28.5 + 8.67 + 1.02 + 2.98 + 13.04 = 54.11 \text{ кг}$

Вага панелі у вихідному варіанті становить 62,36 кг.

Порівняємо вага панелей

$$\Delta = \frac{G_{\text{пан}} - G_{\text{пан}}^M}{G_{\text{пан}}} = \frac{62,36 - 54,11}{62,36} = 0,132 \text{ або } 13,2\%.$$

Так як панелей дві, то вигреш в масі становить 16.5 кг

$$\Delta = \frac{124.72 - 108.22}{124.72} = 12,8\%$$

Вигреш в масі вийшов 12,8%, це суттєва перевага конструкцій стільникових служить агрегатом для застосування конструкції кіля.

Тепер проведемо аналогічний розрахунок для тришарової панелі з трубчастим заповнювачем зі склопластику. Ці панелі для зручності установки будемо виконувати з трьох на кожную сторону межлонжероної частини кіля.

Основні властивості склопластику:

– Мала питома вага. Питома вага склопластику коливається від 0,4 до 1,8 і в середньому становить 1,1 г/см³. Для порівняння: питома вага сталі – 7,8 г/см³, міді – 8,9 г/см³, дюралюмінію – 2,8 г/см³. Ми бачимо, що питома вага склопластику в середньому в п'ять-шість разів менше, ніж у чорних і кольорових металів, і в два рази менше, ніж у дюралюмінію.

Діелектричні властивості. Склопластик є прекрасними електроізоляційним матеріалом при використанні як змінного, так і постійного струму.

Висока корозійна стійкість. Склопластик як діелектрик абсолютно не піддається електрохімічній корозії. Він має стійкість до різних агресивних середовищ, в тому числі і до впливу концентрованих кислот і лугів. Для склопластику характерне поєднання високих показників стійкості до атмосферних впливів, водостійкості і хімічної стійкості.

Гарний зовнішній вигляд. Склопластик при виготовленні добре забарвлюється в будь-який колір і може зберігати його необмежено довго.

Високі механічні властивості. При своєму невеликому питомій вазі склопластик володіє високими фізико-механічними характеристиками, а за своїми властивостями міцності перевершує деякі сплави кольорових металів і сталі.

Теплоізоляційні властивості. Склопластик відноситься до матеріалів з низькою теплопровідністю.

Складемо рівняння вагового балансу для тришарової панелі.

$$G_{пан}^M = G_{обц} + G_{тр} + G_{клея} + G_n + G_l, \quad (1.5)$$

де $\sigma_{заг}$ – вага обшивки;

$G_{тр}$ – вага труб;

$G_{клею}$ – вага клею;

G_l і σ_n – вага силових нервюр і лонжеронів на одній панелі;

$G_{заг} = j_{заг} * W_{заг}$, де $j_{заг} = 2800 \text{ кг/м}^3$ – питома вага обшивки,

$W_{\text{заг}} = s \cdot \delta$ – обсяг несучих шарів.

Загальна поверхня прямих панелей має площу:

$$S = 7.26 \text{ м}, \text{ тоді } G_{\text{заг}} = 2800 \cdot 7.28 - 0.0014 = 28.5 \text{ кг}$$

Розрахунок ваги труб:

$$l_{\text{ср.тр}} = \frac{l_{\text{к.н.}} + l_{\text{н\#4}}}{2} = \frac{577 + 1540}{2} = 1058 \text{ мм} = 1,058 \text{ м}$$

де $l_{\text{ср.тр}}$ – середня довжина труби;

$l_{\text{к.н.}}$ – довжина кореневої нерви;

$l_{\text{н\#4}}$ – довжина нервюри №4

Зовнішній діаметр труби $d_{\text{зов.ср.}} = 13 \text{ мм}$

Внутрішній діаметр труби $d_{\text{зов.ср.}} = 11 \text{ мм}$

Товщина труби $\delta_{\text{тр}} = 6.5 \text{ мм}$

Об'єм труби в одному шарі:

$$V_{\text{тр1сл}} = l_{\text{ср}} * \left(\frac{\pi d_{\text{внеш}}^2}{4} - \frac{\pi d_{\text{внутр}}^2}{4} \right) = 1,058 * \left(\frac{3,14 * 0,13^2}{4} - \frac{3,14 * 0,11^2}{4} \right) = 0,0081 \text{ м}^3$$

$$G_{\text{тр}} = V_{\text{тр}} * J_{\text{ст}} = 0,008 * 1100 = 8,8 \text{ кг}$$

Конструкція лонжеронів не змінювалася

$G_{\text{л}} = 13,04 \text{ кг}$ (на одній панелі);

$$G_{\text{п}} = 3 * 0,96 = 2,98 \text{ кг.}$$

Вага клею:

$$G_{\text{к}} = 0,14 * 7,28 = 1,02 \text{ кг.}$$

Таким чином $G_{\text{пан}} = 28,5 + 8,8 + 1,02 + 2,98 + 13,04 = 54,34 \text{ кг}$

Вага панелі у вихідному варіанті становить 62,36 кг.

Порівняємо вага панелей

$$\Delta = \frac{G_{\text{пан}} - G_{\text{пан}}^M}{G_{\text{пан}}} = \frac{62,36 - 54,34}{62,36} = 0,128 \text{ або } 12,8\%.$$

Так як панелей дві, то вигреш в масі становить 16.5 кг

$$\Delta = \frac{124.72 - 108.68}{124.72} = 13,5\%$$

Виграш в масі вийшов 13,8%.

Порівняльні фізико-механічні показники різних матеріалів представимо в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 - Фізико-механічні характеристики різних матеріалів

Склопластик
Сталь
Алюміній
Щільність, кг/м ³
1600-2000
7800
2700
Руйнівна напруга при стисканні (розтягуванні), МПа
410
410-480
80-430
Руйнівна напруга на вигині, МПа
690-1240
400
275
Модуль пружності при розтягуванні, ГПа
21-41
210
70
Модуль пружності при вигині ГПа
21-41
210
70
Коефіцієнт лінійного розширення, x10 ⁶ -К
5-14
11-14
140-190
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м К
0,3-0,5
46
140-190

З розрахунків видно, що застосування тришарової панелі з трубчастим заповнювачем технологічніше. Тому в якості модифікації приймаємо склопластикову тришарову панель.

1.3 Розробка ТУ на виготовлення кіля

1. Якість зовнішньої поверхні по 140.00.1122.001.00;
2. Теоретичні обводи, розбивка осей нервюр, стрингерів по теоретичному кресленню;
3. Невизначені граничні відхилення розмірів форми і розташування поверхонь по ОСТ. 00022-80;
4. Відхилення положень типових нервюр ± 2 мм відхилення положення силових нервюр і діафрагм хвостової частини ± 1 мм;
5. Допускається звивистість осей стрингерів в межах ± 1 мм;
6. Допускається збільшення зазору до 4мм між торцем Стрінгера і обводи нервюри за умови установки подовжених фітингів;
7. Зазори по поперечних стиках обшивок 2 ± 1 мм;
8. Допускається розбіжність осей заклепок по обводах нервюр з осями заклепок по СО, виконується в стрінгері і обшивки, до ± 2 мм;
9. Зсув центрів замикаються головок заклепок допускається в межах половини поля допуску на діаметр замикає головки.
10. Вирубки, підсічки, тріщини на поверхні закладних головок не допускається.
11. Герметична клепка з обов'язковим поджатиєм пакета, для чого застосовувати технологічні Болти, метод клепки зворотний. Після закінчення клепки обрізати по всіх швах випускають кінці стрічки.
12. Зовнішню обшивку анодувати з внутрішньої сторони, ґрунтувати.
13. Внутрішню поверхню зібраного агрегату після герметизації фарбувати по СМ-280.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

Розробка технології складання

2.1.1 Оцінка технологічності кіля

Технологічна конструкція – це така конструкція, яка при мінімальній собівартості виробництва і експлуатації і необхідній якості дозволяє широко застосовувати найбільш прогресивні виробничі процеси на всіх стадіях виготовлення і технічної експлуатації виробу.

Технологічність конструкції є важливою характеристикою досконалості виробів, так як вона значною мірою зумовлює рівень техніко-економічних показників виробництва. Технологічність також оцінюється за умовами експлуатації та ремонту літака, можливістю і зручністю заміни деталі і вузлів.

Найважливіші із загальних технологічних вимог до конструкцій літака:

– Простота форм частин літака. У нашому випадку в конструкції кіля переважають здебільшого лінійні поверхні, що значно спрощує їх оброблення.

– Раціональне членування конструкції на елементи. У конструкції кіля передбачені технологічні і конструктивні роз'єми, що дозволяє розчленувати кіль на складальні підборки і деталі, тим самим, розширити фронт робіт, скоротити терміни виготовлення, механізувати і автоматизувати деякі види робіт.

– Максимальне використання в конструкції легкооброблюваних матеріалів. Всі елементи конструкції кіля виконані з алюмінієвих сплавів, що володіють високими технологічними властивостями.

– Технологічність конструкції також оцінюється за умовами експлуатації та ремонту літака, можливістю і зручністю заміни деталі і вузлів. Для забезпечення отримань правильних висновків про технологічність оцінюваних виробів необхідно зіставити економічні показники, властиві оптимальним технологічним процесам.

Також застосування в конструкції кіля панелей з трубчастим заповнювачем дозволяє скоротити трудомісткість складання за рахунок зменшення кількості вхідних деталей. Весь кріплення (болти, гайки, заклепки,

гвинти), застосований при складанні, є стандартним. Деталі і вузли складної форми (кронштейни вузлів навішування РН, фітинги) виготовляються високопродуктивними методами. Конструкція кіля розрахована таким чином, що дозволяє вести її складання паралельно-послідовним методом, що скорочує цикловий час. Максимально використовується принцип наступності в конструктивному і технологічному відношенні, що містить в собі використання деталей і вузлів, що застосовуються раніше у виробництві. Це дозволяє скоротити витрати праці на освоєння виробництва, розробку технологічних процесів.

В цілому конструкція кіля досить проста і в повному обсязі задовольняє вимогам технологічності.

2.1.2 Аналіз існуючого виробництва

Критерієм, що характеризує тип виробництва, є кількість і трудомісткість виробів, що виготовляються, рівень застосовуваної техніки і ступінь спеціалізації.

В даному випадку тип виробництва дрібносерійний. Він характеризується порівняно великою спеціалізацією, виготовлення однотипних деталей серіями. Серія характеризується конструктивною однорідністю машин, що входять в серію.

У дрібносерійному виробництві використовуються робітники переважно середньої кваліфікації і застосовується в основному універсальне обладнання, що пояснюється необхідністю переналадок.

Дрібносерійне виробництво відрізняється більш глибоким поділом праці, спеціалізацією, механізацією і більш ефективною організацією виробничого процесу.

Кількість продукції, перш за все, забезпечується правильною підготовкою і веденням технологічного процесу, станом обладнання, інструменту, оснащення, кваліфікацією робітників і їх ставлення до своєї праці.

Так для збільшення якості конструкції необхідно прагнути до підвищення чистоти обробки поверхні. Це можна досягти шляхом досконалого обладнання та технологічних процесів.

Для зменшення маси можна застосовувати композиційні матеріали.

2.1.3 Розробка схеми конструктивно - технологічного членування кіля. Визначення ступеня закінченості кіля і входу підборок

Широке членування дозволяє вести диференційоване складання, розширює фронт робіт, спрощує складальне оснащення на етапах складання, значно скорочує цикл складання агрегату в стапелі. Складання вузлів і панелей здійснюється в спеціальних пристосуваннях, що забезпечують високу точність складання.

Технологічне членування дозволяє комплексно механізувати процеси свердління, зенкування, клепки і таким чином значно підвищити якість виконуваних операцій і продуктивність праці. Крім того, закріплення за певними групами робіт по певних підборкам кіля (складання нервюру, складання лонжеронів), веде до спеціалізації праці, що також сприяє продуктивності і поліпшенню якості виконуваних робіт.

Конструктивно-технологічне членування кіля представлено наступним чином:

1. 1 лонжерон – складений згідно з кресленням з розкритими отворами по фітингу і НО під бортову нервюру №1 і силову №8 нервюри і НО в сторону панелей носка. Отвори в фітингах виконані попередньо діаметром 16Н11 замість 22Н9 і діаметром 6Н11 замість діаметра 10Н9.
2. 2 лонжерон з вузлами навішування РН – складений згідно з кресленням з розкритими отворами під кріплення поясів з панелями міжлонжеронної і хвостової частин, а також з НО в стійках для свердління нервюру. Отвори в фітингу виконані попередньо діаметром 14Н11 замість 20Н9 і діаметром 6Н11 замість 8н9.

3. нервюри (1-8) – складені згідно з кресленням. В бортовій нервюрі №1 і нервюрі №8 розкриті УФО по 2 шт. В поясах силових нервюр розкриті НО під кріпленням з панелями між лонжероної частини.
4. Панелі між лонжеронної частини – виготовлені згідно з кресленням.
5. Панелі хвостової частини-виконані згідно з кресленням без припуску по контуру.
6. закінцівка – складена згідно з кресленням без припуску
7. діафрагми хвостової частини-виконані згідно з кресленням з виконаними попередньо отворами діаметром 6Н11 замість 8Н9.

Також в схему членування кіля входять кермо напрямку, носок і тример-сервокомпенсатор, які надходять на позастапельне складання.

Схема конструктивно-технологічного членування представлена на рисунку 2.1 і в додатку.

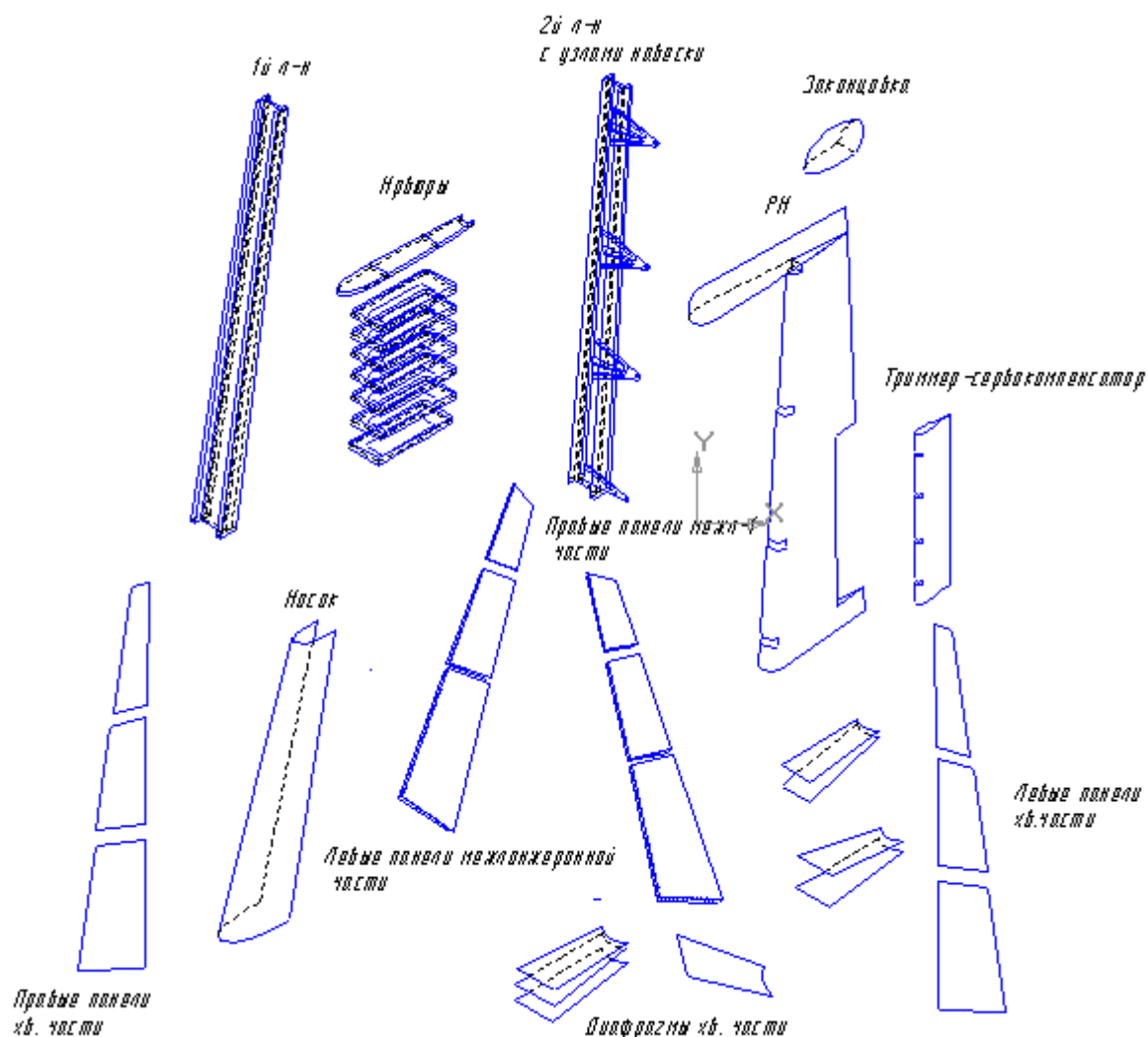


Рисунок.2.1 - Схема конструктивно-технологического членування

2.1.4 Розробка схеми складання і ув'язування кіля

Для оптимізації технології складання конструкції в практиці літакобудування використовують методи складання: в складальних пристроях (в стапелях) і без пристосувань – по СО, за кресленням, по розмітці і т.д. Для забезпечення взаємозамінності застосовують ПІМ (плазово-інструментальний метод), ПММ (плазово-макетний метод), метод об'ємного ув'язування (МОУ). Все це залежні методи. В даний час широке впровадження в практику авіабудування отримують варіанти так званого незалежного методу ПРІМ (програмно-інструментального методу). Іноді вони називаються безплазовими методами копіювання і перенесення розмірів за допомогою шаблонів і калібрів отримують заготівельне оснащення, а також заготовки деталей, самі деталі

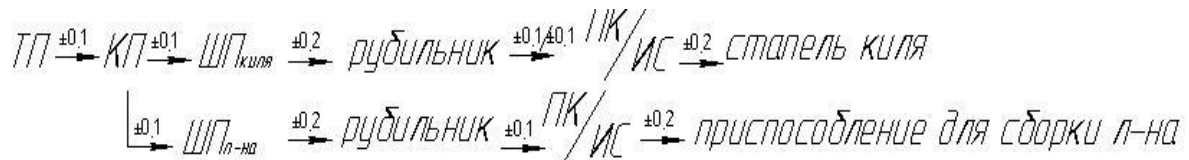
конструкції літака. При незалежних методах ув'язуваннях в якості першоджерела використовують математичну модель об'єктів, яку розробляють на базі теоретичних креслень конструкції. Інформація ММ використовується для побудови електронних макетів об'єктів технології, які дозволяють формувати електронні керуючі програми для роботи пристроїв з ЧПК. При цьому на верстатах з ЧПК обробляють і отримують задану геометрію елементів плоского і об'ємного оснащення.

Для вибору методу складання і схеми забезпечення взаємозамінності в якості критеріїв використовують точнісні характеристики отримання геометрії об'єктів і техніко-економічні показники.

У нашому випадку для складання кіля проведено точний розрахунок для складання в складальному пристосуванні з урахуванням застосування ПІМ, ПІММ і стосовно для переднього лонжерона кіля комбінованого методу – ПІМ + ПРИМ.

Розрахунок на точність при ПРИМ

Перевіримо на точність складання кіля при заданому по ТУ відхиленні похибки обводу рівного $\pm 1,5$ мм. Структурна схема ув'язування має вигляд:



Похибка складання кіля виражаємо за наступною загальною формулою:

$$\delta_{сб.кілья} = \delta_{присп.к} + K_{присп.} \times C_{ув.(к.-л-на)} + \delta_{проч.} \quad (2.1)$$

де $\delta_{сб.кілья}$ – похибка виготовлення стапеля по контуру рубильників,

$K_{присп.}$ – коефіцієнт, що залежить від кількості притисків в пристосуванні. Приймаємо цю величину рівну 0,5

$C_{ув.(к.-л-на)}$ – похибка ув'язування складальних пристосувань кіля з лонжероном

$\delta_{проч.}$ – похибка, що залежить від деформацій, пов'язаних постановкою кріплення та ін. факторів. Приймаємо цю величину рівною 40%

Таким чином, розрахуємо значення

$$\frac{\delta_{\text{присп.к.}}}{2} = \pm\sqrt{0,1^2 + 0,1^2 + 0,2^2 + 0,1^2 + 0,2^2} = 0,33 \quad \text{мм}$$

$$\frac{C_{\text{ув. (к.-л-на.)}}}{2} = \pm\sqrt{0,1^2 + 0,2^2 + 0,1^2 + 0,2^2 + 0,1^2 + 0,2^2 + 0,1^2 + 0,2^2 + 0,01^2} = 0,35 \quad \text{мм}$$

$$\delta_{\text{проч.}} = 0,4\delta_{\text{сб.приспо}} \quad \text{мм}$$

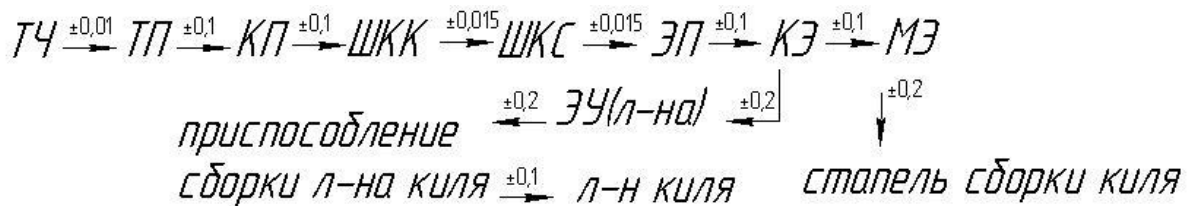
Отже остаточно отримуємо такий розрахунок:

$$\delta_{\text{сб.кіля}} = \frac{0,33 + 0,5 \times 0,35}{0,6} = 0,84 \quad \text{мм}$$

Отриманий допуск задовольняє умовам, заданим в ТУ.

Розрахунок на точність при ПММ

Перевіримо на точність складання кіля при заданому по ТУ відхиленні похибки обводу рівного $\pm 1,5$ мм. Структурна схема ув'язування має вигляд:



Враховуючи формулу 2.1 проведемо розрахунок на точність:

$$\frac{\delta_{\text{присп.к.}}}{2} = \pm\sqrt{0,01^2 + 0,1^2 + 0,1^2 + 0,015^2 + 0,015^2 + 0,1^2 + 0,1^2 + 0,015^2} = 0,63 \quad \text{мм}$$

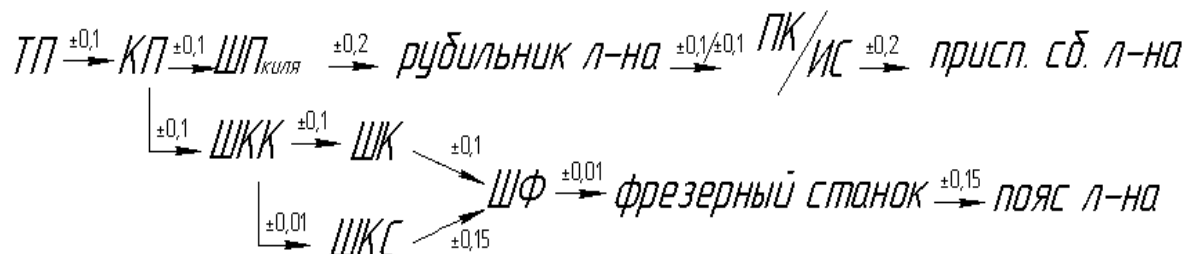
$$\frac{C_{\text{ув. (к.-л-на.)}}}{2} = \pm\sqrt{0,1^2 + 0,15^2 + 0,15^2 + 0,1^2 + 0,1^2} = 0,27$$

$$\delta_{\text{сб.кіля}} = \frac{0,63 + 0,5 \times 0,27}{0,6} = 1,275 \quad \text{мм}$$

Отриманий допуск також задовольняє умовам, заданим в ТУ. Але порівнюючи похибки ув'язування при складанні лонжерона і, кіля приймаємо метод ПММ, тому що він забезпечує точність значно вище, ніж при методі ПММ.

Тепер проведемо розрахунок на точність складання лонжерона при Пім методі і а) в разі виготовлення поясів лонжерона фрезеруванням по ШФ і б) в разі виготовлення поясів лонжерона із застосуванням УП і СЧПК.

Розглянемо випадок "а". Структурна схема ув'язки має вигляд:



Похибка складання лонжерона вважаємо за наступною загальною формулою:

$$\delta_{сб.л-на} = \delta_{присп.л} + K_{присп.} \times C_{ув.(к.-л-на)} + \delta_{проч.} \quad (2.2)$$

где $\delta_{сб.л-на}$ похибка виготовлення складального пристосування

$K_{присп.}$ коефіцієнт, що залежить від кількості притисків в пристосуванні. Приймаємо цю величину рівну 0,5

$C_{ув.(л-на-пояса)}$ похибка ув'язки складальних пристосувань лонжерона з поясами

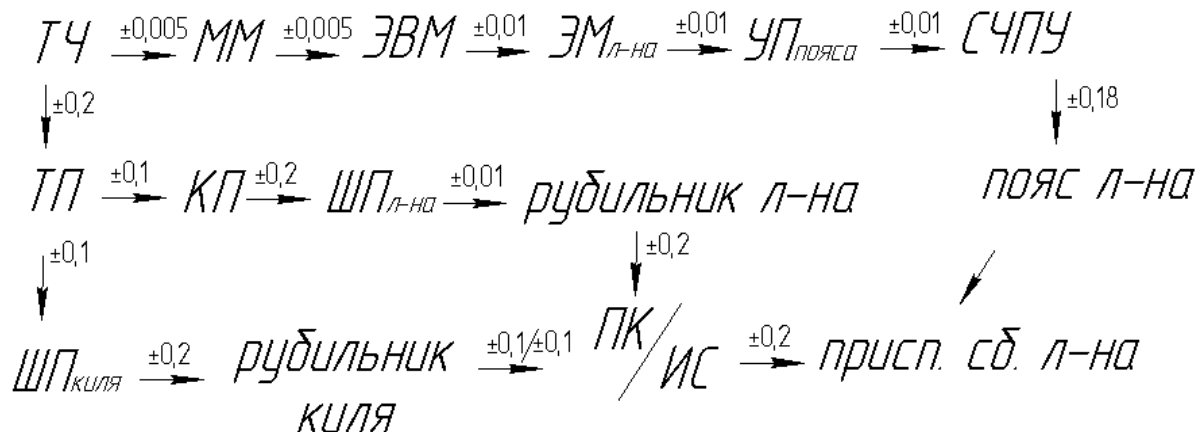
$\delta_{проч.}$ похибка, що залежить від деформацій, пов'язаних постановкою кріплення та ін. факторів. Приймаємо цю величину рівною 40%:

$$\frac{\delta_{сб.л-на}}{2} = \pm \sqrt{0,1^2 + 0,1^2 + 0,2^2 + 0,1^2 + 0,2^2 + 0,1^2} = 0,83 \quad \text{мм}$$

$$\frac{C_{ув.(л-на-пояса)}}{2} = \pm \sqrt{0,1^2 \times 7 + 0,15^2 \times 2 + 0,2^2 \times 2} = 0,44 \quad \text{мм}$$

$$\delta_{сб.л-на} = \frac{0,83 + 0,5 \times 0,44}{0,6} = 1,75 \quad \text{мм}$$

Розглянемо випадок "б". Структурна схема ув'язки має вигляд:



Враховуючи формулу 2.2 проведемо розрахунок на точність:

$$\frac{\delta_{сб.л-на}}{2} = \pm\sqrt{0,005^2 \times 2 + 0,01^2 \times 3 + 0,2^2 + 0,18^2} = 0,26 \text{ мм}$$

$$\frac{C_{ув.(л-на-пояса)}}{2} = \pm\sqrt{0,1^2 \times 2 + 0,005^2 \times 2 + 0,2^2 \times 2 + 0,01^2 \times 4} = 0,31 \text{ мм}$$

$$\delta_{сб.л-на} = \frac{0,26 + 0,5 \times 0,31}{0,6} = 0,69 \text{ мм}$$

При заданому допуску на обвід $\pm 1,5$ мм обчислимо допуск на контур л-на при складанні його в пристосуванні з урахуванням вище прийнятого методу складання кіля КШМ:

$$\delta_{л-на} = [\delta_{кля}]_{ТУ} - C\delta_{(пр.киль-л-н)ув} \quad (2.3)$$

де $\delta_{кля}$ задана величина $\pm 1,5$ мм

$C_{ув.}$ похибка ув'язки пристосувань для складання кіля і л-на, розрахована вище величина, рівна 0,35 мм

$$\delta_{л-на} = \pm(1,5 - 0,35) = 1,15 \text{ мм}$$

Таким чином, порівнюючи метод ПІМ і комбінований метод КШМ+КЦМ, бачимо, що в точність складання при ПІМ становить $\pm 1,75$ мм і виходить за межі заданого допуску, а при комбінованому методі отримана точність 0,69 цілком задовольняє заданої. Виходячи з цього, а також враховуючи більш високу продуктивність верстатів з ЧПК і отже зниження вартості зібраного лонжерона приймаємо комбінований метод ПІМ + ПРІМ.

Отже, з урахуванням проведених розрахунків і можливості використання координатних стендів ІС і ПК, а також сучасні можливості пристроїв з ЧПК остаточно приймаємо метод ПІМ з частковим використанням ПРІМ при виготовленні поясів лонжерона і вузлів навішування РН.

2.1.5 Розробка маршрутно-операційних технологічних процесів складання кіля і переднього лонжерона

Технологічний процес – це частина виробничого процесу, що містить цілеспрямовані дії по зміні і визначенню стану предмета праці. В даному випадку ми розробляємо одиничний тех. процес складання кіля, який враховує конкретну конструкцію, технологічні умови складання і заданий тип виробництва. При цьому при маршрутному описі ТП скорочено описуються (задані в МК) в послідовності їх виконання по окремих робочих місцях без вказівки переходів і технологічних режимів.

Операційний опис ТП – це повний опис технологічних операцій на даному робочому місці (наприклад в стапелі), із зазначенням окремих переходів (наприклад, свердління отворів під заклепку, зенкування під заставну головку заклепки, осадку стрижня і т.д.), настановних баз при складанні. В цілому, технологічна операція – це закінчена частина технологічного процесу, що виконується на одному робочому місці.

Маршрутно-операційний опис ТП – це скорочений опис технологічних операцій в МК в послідовності їх виконання з повним описом окремих операцій, деяких переходів, із зазначенням засобів технічного оснащення ЗТО, кваліфікації розряду робітників і нормування операцій з подальшим визначенням технологічної собівартості складання кіля.

Розробка робочого ТП залежить від типу виробництва, виду виробництва і конкретної конструкції кіля. У нашому випадку тип виробництва – серійний, вид – складальне.

Нормування операцій дозволяє встановити мінімально необхідний час її виконання при мінімальному числі робітників з встановленою якістю об'єкта.

Розрахунок операційного часу проводиться з урахуванням основного і допоміжного часу. Основний час – це частина штучного часу, що витрачається безпосередньо на зміну і подальше визначення стану предмета праці. Допоміжний час – це частина штучного часу, що витрачається на виконання прийомів, необхідних для забезпечення дій робочого в основний час.

Основний і допоміжний час складають оперативний час. Нами прораховано значення двох типових операцій за оперативним часом.

Операція 010 перехід 5

Зміст переходу:

Свердлимо по НО в стінці нервюри 20 отв. \varnothing 4,1 мм.

$$T_{um} = \sum T_{on} \left(1 + \frac{\kappa}{100}\right), \quad (2.4)$$

де $\sum T_{on}$ – сума оперативного часу;

κ – коефіцієнт враховує втрати часу на організаційно технічне обслуговування, відпочинок, природні потреби і підготовчо-заклучну роботу, виражену у відсотках від оперативного часу.

Операційний час на свердління першого отвору визначається за формулою:

$$T = 0,015D^{0,68} \cdot t^{0,66} + 0,04,$$

де D – діаметр свердла;

t – глибина просвердлювання;

$$D=4,1\text{мм}; \quad t=5\text{мм}.$$

$$T = 0,015 \cdot 4,1^{0,68} \cdot 5^{0,66} + 0,04 = 0,15 \text{ хв}$$

Операційний час на свердління інших отворів визначаємо за формулою:

$$T_2 = 0,015D^{0,68} \cdot t^{0,66}$$

Після підстановки D и t отримаємо:

$$T_2 = 0,015 \cdot 4,1^{0,68} \cdot 5^{0,66} = 0,11 \text{ хв}$$

Сумарний час просвердлювання:

$$T_{\text{он}\Sigma}^{\text{св}} = 0,15 + 19 \cdot 0,11 = 2,24 \text{ хв}$$

Штучний час переходу:

$$T_{\text{шт}} = 2,24 \left(1 + \frac{11}{100} \right) = 2,5 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт.зав}} = 3,8 \text{ хв}$$

Коефіцієнт посилення норм:

$$K_{\text{ун}} = \frac{3,8}{2,5} = 1,53$$

Операція 010 перехід 6

Зміст переходу:

Клепати нервюру №1 зі стійками лонжеронів, 20 штук $\approx 4,1$ мм.

За довідником час на клепку однієї заклепки:

$$T_1 = 0,41 \text{ хв.}$$

Сумарний час клепки:

$$T_{\text{клєп}} = 20 \cdot 0,41 = 8,2 \text{ хв}$$

Штучний час переходу

$$T_{\text{шт}} = 8,2 \left(1 + \frac{11}{100} \right) = 9,1 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт.зав.}} = 12,3 \text{ хв}$$

Коефіцієнт посилення норм:

$$K_{\text{ун}} = \frac{12,3}{9,1} = 1,35$$

Середній коефіцієнт посилення норм:

$$K_{унср} = \frac{K_{ун}^1 + K_{ун}^2}{2} = \frac{1,53 + 1,35}{2} = 1,44$$

Час виконання операцій і переходів заводського ТП ділимо на отриманий коефіцієнт посилення норм і отримуємо норму часу, яку використовуємо в розробленні циклового графіка.

У нашому випадку при реалізації ТП складання кіля використовуємо в основному стандартний інструмент (свердла, розгортки, зенковки, свердлильні машини, клепальні молотки, а також універсальний слюсарний інструмент). В якості обладнання використовуємо підйомно-транспортні засоби типу кран-балки для виймання кіля зі стапеля. Також використовуємо помости навколо стапеля і верстаки на етапі післястапельного складання.

Для виконання операцій нашої складності (операцій при складанні) можна використовувати 3й і 4й розряди робітників, спеціальність робітників – слюсар-складальник і клепальник.

МК / ОК кіля представлено в додатку.

2.1.6 ТУ (ступінь закінченості) підборок і деталей, що йдуть на складання в стапель кіля

1. 1 лонжерон – складений згідно з кресленням з розкритими отворами по фітингу і НО під бортову нервюру №1 і силову №8 нервюри і НО в сторону панелей носка. Отвори в фітингах виконані попередньо діаметром 16Н11 замість 22Н9 і діаметром 6Н11 замість діаметра 10Н9.
2. 2 лонжерон з вузлами навішування РН – складений згідно з кресленням з розкритими отворами під кріплення поясів з панелями міжлонжеронної і хвостової частин, а також з НО в стійках для свердління нервюр. Отвори в фітингу виконані попередньо діаметром 14Н11 замість 20Н9 і діаметром 6Н11 замість 8Н9.
3. нервюри (1-8) – складені згідно з кресленням. В бортовий нервюру №1 і н-ри №8 розкриті УФО по 2 шт. В поясах силових нервюр розкриті НО під кріплення з панелями міжлонжеронної частини.

4. Панелі міжлонжеронної частини – виготовлені згідно з кресленням.
5. Панелі хвостової частини – виконані згідно з кресленням без припуску по контуру.
6. законцовка – складена згідно з кресленням без припуску
7. діафрагми хвостової частини – виконані згідно з кресленням з виконаними попередньо отворами діаметром 6Н11 замість 8Н9.

2.1.7 Розробка схеми базування

Для проектування робочого ТП і правильного нормування настановних операцій необхідно намітити схему базування, яка повинна враховувати схему членування конструкції і стан поставки складальних одиниць і деталей на складання в стапель.

Також схема базування необхідна в процесі проектування складального пристосування і призначення при цьому всіх фіксаторів і упорів, які точно координують положення всіх скл. одиниць і деталей в процесі складання.

У нашому випадку підлягають установці при складанні наступні елементи конструкції: 1) 1й лонжерон – для його установки призначаємо в якості УБ ОСБ по фітингах стикування з фюзеляжем, по привалочних поверхнях фітинга, по ложементам під стінки лонжерона, розташованим на рубильниках стапеля; 2) 2й лонжерон з вузлами навішування РН для його установки призначаємо в якості УБ ОСБ по фітингах стикування з фюзеляжем, по привалочних поверхнях фітинга, по ложементам під стінки лонжерона, розташованим на рубильниках стапеля і ОСБ по отворах стикових болтів вузлів навішування РН; 3) бортова нервюра №1 – для її установки призначаємо площину роз'єму з фюзеляжем і БФО стапельної плити; 4) нервюри №2-7 – для їх установки в якості УБ призначимо еквідистантні контури обвідних рубильників (через прокладки на товщину панелей); 5) нервюра №8 – для її установки в якості УБ приймаємо площину стапельної плити №2 і БФО; 6) законцовка – для її установки в якості УБ приймаємо ложемент законцовки; 7) панелі і діафрагми частини – для їх установки приймаємо в якості убирача хвостової частини кіля; 8) панелі міжлонжеронної частини – для їх установки

призначаємо в якості УБ поверхню, утворену контурами нервюр з притисненням по зовнішньому обводу рубильниками стапеля. Верхній і нижній обріз панелей базувати по стапельних плитах.

Схема представлена на рис. 2.2

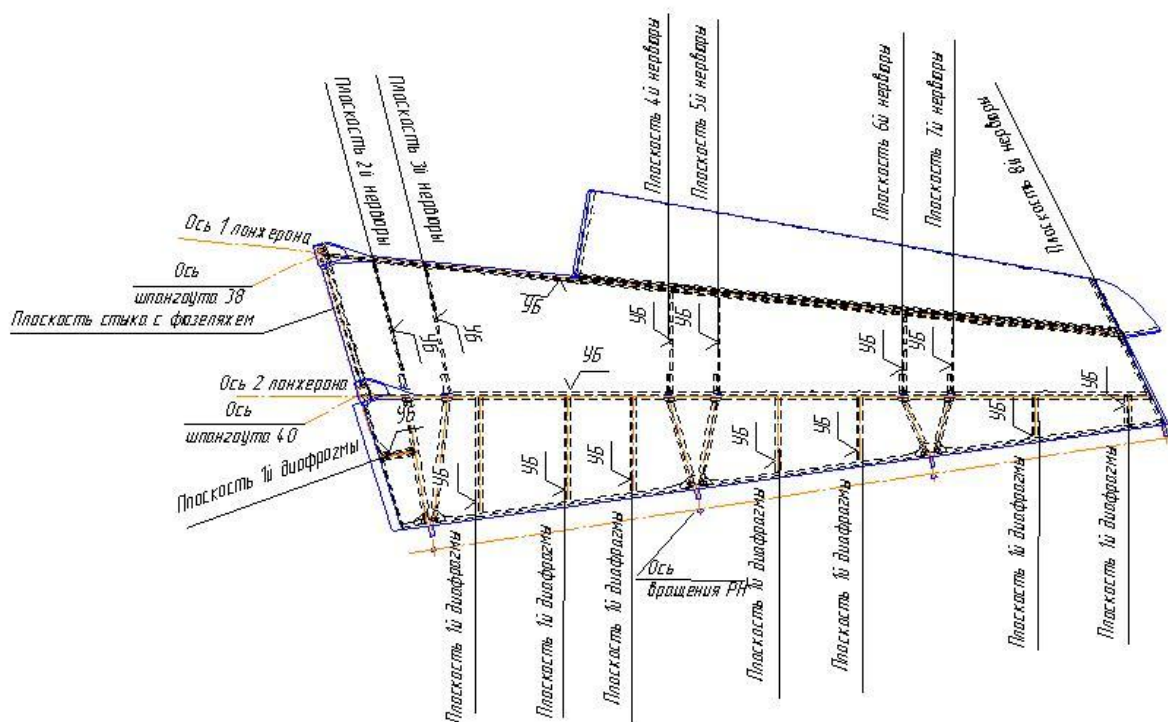


Рисунок. 2.2 - Схема базування

2.2 ПРОЕКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ СКЛАДАННЯ КІЛЯ

2.2.1 Розробка конструкції складального пристосування

Кіль літака складається в складальному пристосуванні – стапелі. Складальне пристосування – це пристрій, конструкція якого забезпечує правильне взаємне розташування, фіксацію і з'єднання вузлів і деталей, що входять в конструкцію заданого об'єкта (в нашому випадку кіля). У таких пристосуваннях положення складених елементів фіксується щодо головних базових осей агрегату, його аеродинамічного обводу, площини роз'ємів (по

нервюрі №8) і отворів стикових болтів вузлів навішування РН. Після фіксації складальні елементи з'єднуються в єдине ціле. До складального пристосування пред'являються наступні технічні вимоги: 1) забезпечення заданої по ТУ точності об'єкта, яка повинна бути пов'язана із заданою точністю самого стапеля; 2) збереження точності фіксаторів стапеля протягом усього періоду його експлуатації; 3) збереження стабільного положення базових точок, вузлів і поверхонь заданих ТУ на складання; 4) використання в конструкції стапеля максимально можливої кількості стандартних елементів; 5) раціональні розміри стапеля повинні дозволяти зменшення заданої площі цеху; 6) забезпечення для виконання складальних робіт вільних підходів, дотримання техніки безпеки, правил тех. бюро.

Можуть також пред'являтися приватні технічні вимоги стапеля з урахуванням специфіки конструкції кіля (наприклад, мінімум часу на фіксацію і виїмку, зручність використання інструменту і т.п.).

Особливе значення для зменшення вартості має стандартизація основних елементів, що скорочує терміни виготовлення і знижує ціну (технологічною собівартість).

Факторами, що визначають конструкцію складального пристосування, є основні конструктивні і технологічні характеристики складання кіля.

До конструктивних характеристик відносять: 1) геометричну форму і габаритні розміри виробу; 2) характер базових поверхонь (тобто поверхонь, що підлягають фіксуванню в стапелі, що визначає кількість і форму фіксаторів обводів по рубильникам і ложементом); 3) види і місця площин роз'єму і фіксаторів; 4) види з'єднань в конструкції виробу.

До технологічних характеристик відносять: 1) методи і засоби досягнення взаємозамінності при ПІМ з використанням програм з ЧПК; 2) метод і спосіб складання; 3) послідовність виконання складальних операцій і їх зміст.

Вихідними матеріалами для проектування стапеля є складальне креслення виробу, карти техпроцесу, альбоми стандартних деталей і вузлів, компонування стандартних пристосувань і ТУ на проектування пристосування.

ТУ на проектування стапеля кіля:

1. Положення кіля в стапелі вертикальне, носком верх.
2. Основними базами є площини хорд, площини по 1й бортовій і 8й нервюрі, осі переднього і заднього лонжеронів, вісь обертання РН.
3. Необхідна точність складання щодо дійсного положення обводу кіля $\pm 1,5$ мм.
4. Засоби монтажу і контролю параметрів стапеля (монтажні плити, калібри вузлів навішування РК, ІС і ПК, а також оптичні засоби типу теодоліта і нівеліра).
5. Заданий метод забезпечення взаємозамінності – ПІМ+ПРІМ.

Далі розробляється конструктивна схема пристосування з урахуванням прийнятої в тех. процесі послідовності установки вузлів, панелей і деталей по фіксаторам стапеля. На кресленні умовними лініями показують контур складеного виробу на необхідних проекціях і перетинах.

2.2.2 Характер конструкції складального пристосування кіля

Загальний вид стапеля складання включає наступні основні елементи: колони, балки і стійки підстави балок. У схемі нашого стапеля передбачені 3 вертикальні колони, виконані з окремих залізобетонних блоків. Балки є основним несучим елементом каркаса, що працюють на вигин і кручення. Розміри і перетини балок залежать від габаритів виробу і розрахунку на жорсткість. Виготовляються балки зі сталевого прокату. На балках монтують установчі елементи – склянки і вилки. У нашому випадку схема пристосування передбачає 4и балки (верхня, нижня і 2 бічних).

В якості опор підстави використовуємо стандартні опори, що встановлюються під нижню балку. Верхня і бічні балки встановлюються по реперних вилках на колони.

В якості фіксаторів в нашому стапелі передбачені: 1) за площинами роз'ємів з фюзеляжем і нервюрою №8 – стапельні плити, які забезпечують взаємозамінність по фітингів кріплення до фюзеляжу і площин стику нервюри №8 і законцовки; 2) рубильники по зовнішньому обводу – 6 шт.; 3) фіксатори

вузлів навішування РН; 3) ложементи по передньому і задньому лонжеронам, які встановлені по МО на рубильниках; 4) ложементи по панелях задньої частини кіля; 5) ложемент за законцовкою; 6) фіксатори торцевого обріза панелі хвостової частини кіля, виконані у вигляді шаблону.

В якості установних елементів в конструкції стапеля застосовані вилки під рубильники і ложементи, перехідники до фіксаторів вузлів навішування РК, а також реперні вилки для установки верхньої і 2х бічних балок.

У конструкції стапеля передбачені реперні майданчики, виконані на нижній балці для установки калібру хвостової частини кіля.

Для точної фіксації настановних елементів передбачена процедура заливки вилок в стакан цементною масою НІАТ МЦ.

2.2.3 виготовлення та монтаж стапеля складання кіля

Всі елементи стапеля складання виготовляють, як правило, за технологією загального машинобудування. Винятки становлять фіксатори і затискні елементи, що утворюють робочі поверхні по обводу, контуру і стику. Рубильники і ложементи для отримання високої точності по контуру виготовляють методом зліпка або по ШК на ПК. Стапельні плити отримуємо по майстер-плитах з обробленням отворів під стикові болти ОСБ по кондукторним плитам. Фіксатори стиків вузлів вильчатого типу отримуємо за калібрами цих вузлів методом механообробленням. Балки стапеля виконують в системі ІС з точною координацією і установкою вилок під рубильники і ложементи панелей хвостової частини. Шаблони для обрізки торців панелей хвостовій частині отримуємо за шаблоном обрізки, знятого по ШКК.

Монтаж стапеля складання кіля монтується за попередньою розміткою на ділянці цеху. За фундаментними плитами встановлюють опорні стійки і фіксують по анкерних болтах гайками. Потім згідно з кресленням монтують з окремих блоків колони стапеля, перевіряючи їх вертикальність оптичними засобами. Потім згідно з кресленням на реперні вилки колон встановлюють верхню і бічні балки. Нижню балку встановлюють на реперні опори. Правильність взаємного положення балок перевіряється монтажними плитами.

Встановлюють монтажні плити по реперних вилках, передбаченими на кожній балці.

Далі встановлюємо по реперним майданчикам нижньої балки інструментальний калібр хвостової частини і фіксуємо його в заданому положенні. За калібрами його вузлів встановлюємо фіксатори вузлів навішування РК, а також стапельні плити і шаблони обрізки контурів панелей хвостової частини. Остаточо фіксувати стапельні плити, шаблони обрізки і фіксатори вузлів навішування РК до каркасу стапеля. Далі монтуємо згідно з кресленням по нижній балці ложементи хвостової частини. Після витримки для затвердіння цементу згідно з інструкцією знімаємо інструментальний калібр. Потім згідно з кресленням навішуємо рубильники стапеля по обводу панелей межлонжеронної частини кіля і встановлюємо на них ложементи під верхній і нижній лонжерони. Потім встановлюється ложемент під законцовку кіля. Після монтажних робіт проводяться контрольні вимірювання оцінки правильності положення фіксуючих елементів стапеля і приймають стапель до першої контрольного складання кіля. Після контрольного складання усувають наявні недоліки.

2.2.4 Розроблення інструментального калібру хвостової частини кіля

Інструментальний калібр хвостової частини конструктивно являє собою жорсткий просторовий носій форми і розмірів хвостової частини кіля. Конструкція його збірна і складається з: каркаса, плити по стику, макета 8ї нервюри, шаблону обрізки панелей хвостової частини, кронштейнів вузлів навішування РН і 4х макетних сержок.

Каркас виконаний зварної конструкції на, якому за допомогою болтових з'єднань встановлені всі вхідні в конструкцію вузли і деталі. Точне положення стикових плит макета нервюри, шаблону обрізки, кронштейнів вузлів навішування і макетних сержок забезпечується побудовою інструментальними методами з урахуванням допусків і посадок, зазначених в кресленні.

У конструкції інструментального калібру представлені реперні майданчики, встановлені за розмірами з креслення і узгоджені з розмірами

відповідних реперних майданчиків нижньої балки стапеля. Використовуємо інструментальний калібр в процесі монтажу стапеля складання кіля і для контролю фіксаторів хвостової частини стапеля при регламентних роботах. Конструкція інструментального калібру представлена в додатку.

2.2.5 Розробка технічного проекту засобів механізації процесу складання кіля

Механізація пристосування необхідна для скорочення часу підготовки їх до роботи, полегшення праці працюючих і прискорення складальних робіт. Вона дозволяє підвищити продуктивність праці, скоротити цикл виготовлення виробу. Доцільно механізація в наступних випадках:

– При закладці в пристосування важких і великогабаритних деталей і вузлів, а також при виїмці готових виробів з пристосування.

– При підйомі і опусканні рубильників, що часто здійснюється пневмо- і гідروпідйомниками.

– При пересуванні важких стапельних плит.

У нашому випадку розроблена траверса для транспортування кіля і лонжеронів.

ТУ на виготовлення траверси:

1. Закладення тросів "на коуш" виробляти по нормалі.
2. Траверсу випробовувати 4ма вантажами по 105 кг на 10 хвилин.
Після зняття навантаження провести візуальний контроль всіх деталей, шви на визначення тріщин. Повторити весь цикл 2 рази.
3. Забарвлення під колір оснащення.
4. Маркувати на штанзі олійною фарбою: вантажопідйомність 330 кг.

Траверса представлена на рисунку 2.3

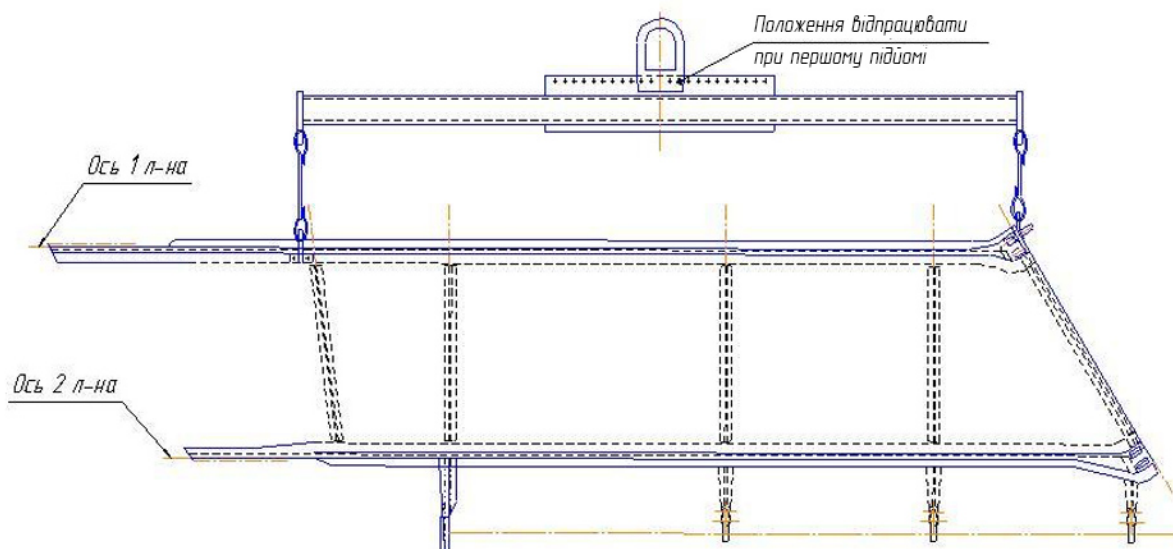


Рисунок. 2.3 - Траверса

2.3 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ

2.3.1 Уточнення типу виробництва в цеху

Тип виробництва – це організаційно-технологічна характеристика виробництва.

Тип виробництва підприємства визначається типом виробництва більшості основних цехів, тип виробництва цеху в свою чергу визначається типом виробництва більшості ділянок, а ділянки – типом виробництва на більшості робочих місць. Тип виробництва на робочому місці визначається коефіцієнтом закріплення операції КЗО тобто кількість операцій закріплених за робочим місцем.

При стапельному складанні тип виробництва визначається характером завантаження робітників-збирачів і характером їх переміщення від одного робочого місця до іншого.

Розробляється виробництво є серійним і забезпечує випуск однорідних виробів з певним тактом, тобто через певні проміжки часу має такі особливості:

1.Робоче місце спеціалізується на виконанні декількох закріпленим за ним деталей – операцій, що чергуються в певній послідовності відповідно до ГОСТ 3.1108-74. Коефіцієнт закріплення є рівним:

- для дрібно серійного від 21-40;
- для серійного від 11-20;
- для крупно серійного від 2-11;

Так як число операцій, закріпленим за одним робочим місцем, що розробляється на виробництві коливається в межах від 21-40, то дане виробництво є дрібно серійним.

2. Устаткування на виробничій ділянці розташовується відповідно до послідовності виконання етапів технологічного процесу по групах операцій.

2.3.2 Вибір організаційної форми складання кіля

Організація технологічного процесу складання включає в себе три основні форми:

- бригадна, де весь комплекс технологічних операцій виконується одним робітником або бригадою робітників (застосовується в основному в дослідному виробництві);
- операційна, така форма передбачає виконання робітниками певних, закріплених за ними операцій технологічного процесу складання;
- операційно-потокова.

У серійному виробництві застосовують операційно-потокову організаційну форму.

Операційно-потокова форма виробництва характеризується ритмічним повторенням у часі і просторі операцій або групи операцій технологічного процесу складання. Така форма виробництва виконується у вигляді потокової лінії.

2.3.3 Розробка циклового графіка складання кіля

Цикловий графік є основним технічним документом поточної лінії складання кіля літака.

У ньому вказується:

1. Короткий зміст обсягу робіт в кожному завданні.
2. Послідовність виконання завдань і об'єднань їх на робочих стендах потокової лінії.
3. Тривалість кожного завдання.
4. Норма часу за окремими видами робіт і трудомісткість кожного завдання.
5. Кількість робітників, які одночасно виконують певне завдання.

Вихідними даними для виконання циклового графіка служить технологічний процес, загальна трудомісткість складання, програма випуску, такт, встановлена щільність робочих місць.

Трудомісткість складання кіля – 78 чол/годин; програма випуску – 48 вироби.

Характер циклового графіка визначається тактом випуску виробу. Такт випуску – інтервал часу між випуском з лінії двох чергових виробів. Величина такту знаходиться за формулою:

$$T = \frac{\Phi_d}{N_{\text{зип}}}; \quad (2.4)$$

Φ_d – річний дійсний фонд робочого часу;

$N_{\text{зип}}$ – програма запуску, відрізняється від програми випуску на величину зміни заділів незавершеного виробництва і технічно немінучих виробничих втрат:

$$N_{\text{зип}} = N_{\text{вып}} \left(1 + \frac{\delta + \epsilon}{100} \right); \quad (2.5)$$

δ – технічні немінучі втрати, %;

ϵ – зміна заділів незавершеного виробництва % приймається, що $(\delta + \epsilon) = 1,8\%$.

$$N_{\text{зип}} = 48 \left(1 + \frac{1,8}{100} \right) = 48,84 ;$$

Річний дійсний робочий фонд часу розраховується за формулою:

$$\Phi_{\partial} = n_{\text{см}} \times t_{\text{см}} \times n - \Delta t, \quad (2.6)$$

$n_{\text{см}}$ – кількість робочих змін за добу;

n – кількість робочих днів у році;

$t_{\text{см}}$ – тривалість зміни, годин.

При розрахунку дійсного фонду робочого часу приймаються такі дані:

1. Кількість днів у році – 365
2. Кількість тижнів у році – 52
3. Святкових днів у році – 11
4. Тривалість нормальної робочої зміни – 8 год.
5. У святкові дні тривалість зміни скорочена на 1 годину.

Тоді

$$\Phi_{\partial} = 250 \times 8 \times 1 - 8 = 1922 \text{ год}$$

$$T = \frac{1922}{48.84} = 39,35 \text{ год}$$

Для зручності розрахунку циклового часу приймаємо $T=39$ годин.

Цикловий графік характеризується також тривалістю циклу виробу.

Технологічним циклом називають робочий час, протягом якого виріб виготовляється від початку до кінця.

Величина циклу складання залежить від фронту робіт і "щільності" робочого місця і визначається за формулою

$$Ц = \frac{t}{n_p K_{\text{вн}}};$$

t – трудомісткість виготовлення кіля;

n_p – кількість одночасно працюючих на стапелі;

$K_{\text{вн}}$ – коефіцієнт виконання норми ($K_{\text{вн}}=1$);

$$Ц = \frac{78}{2 \cdot 1} = 39 \text{ ч};$$

Розрахунки проведені вірно, тому що такт дорівнює циклу:

$$\frac{Ц}{T} = \frac{39}{39} = 1.$$

Отже, приймаємо кількість пристосувань для складання кіля рівне одному.

2.3.4 Опис робочого місця і заходи з охорони праці

Робочим місцем називають частину виробничої площі з розташованим на ній обладнанням. Виробнича площа використовується робітником або групою робітників для виконання певної роботи. Найбільш продуктивна робота можлива при раціональній організації робочого місця, яка спрямована на створення максимальних зручностей, що дозволяють виконувати операції з найменшою витратою робочого часу. Сюди відноситься хороше освітлення, планомірне постачання деталями та інструментом, зручне планування робочого місця, створення нормативних санітарно-технічних умов на робочому місці.

За характером виконуваного трудового процесу робочі цехи агрегатно-складальних цехів відносяться до частково механізованих із застосуванням пневматичного і електрифікованого інструменту.

Місце для складання оснащується наступним обладнанням:

1. стапель загального складання;
2. верстатом для підготовчих і позастапельних робіт;
3. допоміжним обладнанням, використовуваним при складанні;
4. стелажми для зберігання деталей;
5. повітро- і електропроводкою для підключення механізованого інструменту;
6. підйомно-транспортними пристроями;
7. комплектом інструменту для складальних робіт.

Місця підключення розеток для підключення ламп підсвічування, набір клапанів повітряної мережі для підключення пневматичного інструменту повинні знаходитися якомога ближче до робочих зон, з тим, щоб електрошнури і шланги були оптимальної довжини (5-7м) і не захарашували майданчики.

Стелажі для деталей і вузлів розташовуються в безпосередній близькості від стапеля (0.5-2м). Конструкція стелажів вибирається з габаритних розмірів і конфігурації деталей, для яких вони призначені.

Верстаки для підготовчих і позастапельних робіт так само розташовується в безпосередній близькості від стапеля. Вони повинні бути обладнані необхідними для роботи лещатами і дерев'яними ґратами.

Нормативами передбачається наступний порядок обслуговування робочого місця:

1. Розподіл і видача нарядів проводиться майстром перед зміною.
2. Деталі і вузли на робоче місце доставляються розподільником до початку зміни і в міру виконання робіт.
3. Інструмент і ТП отримує сам робочий до початку зміни і здає в кінці.
4. Інструмент постійного користування повинен зберігатися на робочому місці.
5. Прибирання робочого місця здійснюється робочим після закінчення зміни.

Заходи з техніки безпеки:

1. Свердлильні роботи проводити в захисних окулярах.
2. Дотримуватися правил технічної безпеки.
3. Дотримуватися правил безпеки при клепальних роботах.
4. Робоче місце повинно бути добре освітлено, і мати вентиляцію.
5. Забороняється проводити очищення робочого місця від стружки стисненим повітрям із заводської пневмосистеми.
6. Забороняється працювати при наявності пошкоджень в фундаменті і опорах стапеля.

2.4 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ СКЛАДЕНОГО КІЛЯ

Якість продукції являє собою сукупність організаційної структури, розподіл повноважень і відповідальності, процедур, процесів і ресурсів, що забезпечує загальне керівництво якістю.

Вплив системи якості поширюється на всі етапи від початкового визначення і до кінцевого задоволення вимог і потреб споживача.

Ці етапи та види діяльності включають:

1. Маркетинг, пошук і вивчення ринку;
2. Аналіз якості конструкторської документації, отриманої від розробки;
3. Матеріально-технічне постачання;
4. Підготовка виробництва та розробка технологічної документації;
5. Виробництво;
6. Контроль, проведення випробувань та обстежень;
7. Реалізація продукції;
8. Експлуатація;
9. Технічна допомога в обслуговуванні та ремонті;
10. Утилізація.

Система технічного контролю (об'єкта контролю), контрольні операції, технічне оснащення, режими, методи, засоби механізації та автоматизації контрольних операцій, є невід'ємною частиною виробничого процесу, розробляються одночасно з розробкою технології виробництва.

Контроль якості в процесі виробництва повинен забезпечувати впевненість в тому, що виробничий процес здійснюється в керованих умовах і продукція виробляється в повній відповідності з вимогами документації розробника. Керовані умови включають проведення всіх передбачених видів контролю і необхідних коригувальних впливах, спрямованих на забезпечення якості матеріалів (основних і допоміжних), технологічного обладнання, оснащення, процесів і процедур, програмного забезпечення ЕОМ і верстатів з ЧПК, персоналу технологічної підготовки виробництва і виробничого середовища.

Контроль якості включає проведення наступних перевірок:

1. Вхідний контроль якості закуповуваних матеріалів, напівфабрикатів і покупних комплектуючих виробів на відповідності державним і галузевим стандартам.

2. Контроль продукції, що виконується виробничим робітником протягом усього періоду своєї роботи на підставі технологічної документації, а також контроль продукції майстром.
3. Операційний контроль якості продукції (суцільний або вибірковий); виконуваний працівниками БТК.
4. Приймальний контроль (остаточний) і випробування складальних одиниць.
5. Вхідний контроль деталей, складальних одиниць в цеху споживача, що надійшли з цехів-виготовлювачів, працівниками БТК.
6. Контроль якості та випробування продукції, що проводяться незалежною інспекцій.

Для виконання операцій контролю застосовуються такі пристрої та інструменти:

- універсальний інструмент, розрахований для визначення багатьох параметрів: індикатори, лінійки, штангенциркулі, щупи, мікрометри і т. д.
- визначальний інструмент, розрахований на визначення наступних параметрів: діаметра, контуру, малки і т. д.
- спеціальні контрольні пристосування і стенди.

ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Історія підприємства

Харківське державне авіаційно-промислове підприємство засноване в 1926р.у перші роки роботи на заводі випускалися літаки, побудовані під керівництвом конструктора Калініна: К-2, К-3, К-4, К-5, К-7. Через катастрофу літака К-7 роботи над його виробництвом і проектами були згорнуті.

У 1930р.на заводі був побудований перший пасажирський літак ХАІ-1, який успішно експлуатувався на довоєнних повітряних трасах країни. Характерною особливістю тоді було шасі, що забирається.

У роки війни на заводі випускалися літаки Су-2, Як-3. У повоєнні роки будувалися літаки як-18 (спортивний літак).

У 1950р. завод почав випускати військові винищувачі МіГ-15уті.

У 1955р. ХДАВП побудував перший у світі реактивний пасажирський літак Ту-104, який відкрив еру реактивної пасажирської авіації. Далі були побудовані літаки Ту-124, Ту-134.

З 1985р. на Харківському авіаційному заводі будуються літаки КБ ім. Антонова: Ан-72, Ан-74 і безліч модифікацій.

В даний час на заводі ведуться роботи з виробництва пасажирського літака Ан-140 і освоюється виробництво літака Ан-148.

3.2 Характеристика товару

В даному проекті розглядається і проектується цех складання хвостового оперення. Відповідно, частиною товару, є кіль. Відмінною рисою даного товару є його великі габарити, незручності пов'язані з транспортуванням.

Зважаючи на доцільність складання хвостового оперення на тому ж підприємстві, на якому проводиться остаточне складання цих літаків. Роботи по додатковому сервісу, для цеху остаточного складання здійснюється силами даного цеху агрегатного складання.

3.3 Аналіз ринку

У процесі виробництва виробу стикаються з проблемою різних вимог покупців. Тому виділяють певну частину споживачів, які пред'являють однорідні вимоги до виробу.

Вибір стратегії сегментації залежить від наступних факторів:

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

Ринки країн СНД

Переваги:

- КБ ім. Антонова відомо на ринку СНД;
- традиційність зв'язків;
- система техобслуговування добре налагоджена.

Недоліки:

- загальна економічна криза;
- введення прикордонних бар'єрів.

Ринки країн далекого зарубіжжя

Переваги:

- величезні розміри ринків;
- мала конкуренція для даного типу літаків;
- більш стабільне політичне і стабільне становище.

Недоліки:

- труднощі налагодження контактів через проблеми всередині СНД (політичної та економічної нестабільності);
- складність з післяпродажним обслуговуванням.

3.4 Маркетинг

1. Вибір політики ціноутворення.

У контракті на поставку виробу вноситься 4 позиції:

1. Одиниця зміни ціни – це кількісна характеристика товару, залежна від характеру товару і світової практики.
2. Базис ціни – встановлюють які витрати вкладаються в ціну товару і здійснюються за рахунок Продавця, а які понад ціну – за рахунок покупця.
3. Валюта ціни – ціна може бути виражена у валюті країни імпортера, експортера або третьої сторони.
4. Спосіб фіксації цін – ціна визначається або відразу, або після укладення контракту.

Розрізняють 4 види цін:

- тверда ціна;
- рухома ціна;
- змінна ціна;
- ціна з подальшою фіксацією.

Для літака, товару з тривалим терміном виготовлення, використовується змінна ціна, яка нараховується на момент виконання контракту, шляхом перегляду базової ціни з урахуванням зміни у витратах виробництва за період виконання замовлень на товар.

Маркетинг виділяє 4 основні види цінової стратегії на ринку:

- стратегія високих цін;
- стратегія низьких цін;
- стратегія диференційованих цін;
- стратегія конкурентних цін.

2. Організація збуту.

Зазвичай літак продається за прямими поставками. На підприємстві для цих цілей існує відділ збуту і зовнішньоекономічних зв'язків. Тут проводиться дослідження ринку, опрацьовуються варіанти можливих партнерів. В результаті переговорів укладається договір про поставку товару до певного терміну, в певній кількості і за певною ціною.

3.5 Реклама

Формування попиту – це формування громадської думки про товар з метою залучення до нього загальної уваги і в кінцевому підсумку – виникнення у споживача бажання придбати даний товар.

Форми реклами прийнятні для даного літака:

а) пряма поштова реклама. Виробник адресує рекламу окремим особам в їх професійній-службовій ролі. Це розсилка рекламних проспектів, описів безпосередньо потенційним споживачам. Крім розсилки різної документації представники замовників запрошуються на виставки, показові польоти.

б) публікація реклами в спеціалізованих, вузько направлених виданнях, розрахованих на охоплення потрібного ринку, що споживає товари і послуги авіаційного комплексу. Таких видань багато, тому слід зосередитися на тих, які читають фахівці регіонів, в яких спостерігається попит літака.

в) реклама на виставках.

Тут мається на увазі, перш за все участь виробника на всіляких виставках (як загального профілю, так і спеціалізованих): авіасалонах, авіашоу, що проводяться у всьому світі. Необхідно, перш за все, відвідувати ті виставки, які проводяться в регіоні потенційних покупців, так як участь у виставці дає можливість не тільки представити свою продукцію, а й провести переговори з усіма зацікавленими організаціями; в короткі терміни і централізовано поширити свою рекламну інформацію; зібрати інформацію про конкурентну продукцію. Таким чином, підприємство, здійснюючи тісну співпрацю з іншими авіабудівними фірмами, робитиме посильний внесок у рекламну діяльність.

г) інший напрямок рекламної діяльності підприємства – це придбання замовлень на виробництво принципово нових виробів. Об'єктом цієї реклами є безпосередньо наше підприємство. Таким чином, здійснюючи рекламну діяльність, підприємство розраховує на замовлення в майбутньому. При виході підприємства на повну потужність роботи передбачають застосування різного роду знижок.

3.6 Кадри та управління

Необхідна кваліфікація робітників визначається з досвіду роботи і складності конкретного технологічного процесу. Формування штату працівників відбувається наступним чином:

– у БТЗ цеху розраховується необхідна кількість основних, допоміжних робітників, інженерно-технічних робітників (ІТП), молодшого обслуговуючого персоналу в цехах (МОП) і подається заявка на необхідних працівників в цех і у відділ кадрів заводу;

– відділ кадрів направляє працівників в цех, де вони проходять співбесіду з начальником цеху. Якщо працівник відповідає необхідним вимогам, то він зарахований до цеху.

3.6.1 Економічне обґрунтування обраної форми і системи оплати праці

Найпоширенішою формою оплати праці в даний час на авіазаводах України є почасово-преміальна. Вона дає необхідну якість виконання робіт і створює умови для підвищення продуктивності праці шляхом збільшення обсягу робіт або зменшення чисельності персоналу при збереженні обсягу робіт.

Обов'язковою умовою ефективності роботи з погодинною оплатою праці є наявність нормованих завдань, розрахованих за технічно обґрунтованими нормами.

У систему оплати праці ІТП і СКП покладена штатно-окладна система. Розмір окладу залежить від складності та відповідальності виконуваних робіт. Посадові оклади начальника цеху, старших і змінних майстрів залежать від групи цеху або ділянки, яка визначається типом виробництва, складністю продукції, що випускається і чисельності робітників.

3.6.2 Визначення прямої заробітної плати виробничих робітників

Пряма заробітна плата (ПЗП) визначається за формулою:

$$ПЗП = T \cdot \bar{e} \left(1 + \frac{\bar{K}_{ум} + \bar{K}_{ум}}{100\%}\right),$$

де T – трудомісткість робіт в плановий період (н.ч.);

e – середня годинна ставка на відрядні роботи;

кит и кут – середні по цеху нормативи доплат за умови та інтенсивність праці, %; $\kappa_{\Sigma} = 24\%$

$$ПЗП = 3060800 \cdot 3 \left(1 + \frac{24}{100}\right) = 1141296 \text{ грн}$$

Розрахуємо додаткову заробітну плату за формулою

$$ДЗП = ПЗП (K_{час} + K_{дн} + K_{мес})/100$$

де $K_{час}$, $K_{дн}$, $K_{мес}$ – прийняті нормативи годинних, денних і місячних доплат, %

$$ДЗП = 1141296 \cdot \left(\frac{10 + 12 + 10}{100}\right) = 365214.72 \text{ грн}$$

Повна заробітна плата виробничих робітників становить

$$ПЗП = 1141296 + 365214,72 = 1506510,72 \text{ грн}$$

Середня заробітна плата становить

$$C_{ЗП} = \text{ПовнЗП} / (\text{проб} \cdot \text{пміс}) = 1506510,72 / (150 \cdot 12) = 836,9 \text{ грн}$$

3.6.3 Розрахунок заробітної плати допоміжним робітникам

Заробітна плата допоміжних робітників розподіляється за статтями кошторису витрат на утримання та експлуатацію обладнання та кошторису цехових витрат.

У всіх допоміжних робітників 3-й кваліфікаційний розряд, що при заданих умовах роботи забезпечує середню тарифну ставку

$$e = 2,50 \text{ грн / год}$$

Визначимо пряму заробітну плату:

$$ПЗП = 20 \cdot 31860 \cdot 2.50 \left(1 + \frac{24}{100}\right) = 115320 \text{ грн}$$

Розрахуємо додаткову заробітну плату за формулою:

$$ДСП = ПЗП (K_{год} + K_{дн} + K_{мес})/100$$

де $K_{\text{год}}$, $K_{\text{дн}}$, $K_{\text{міс}}$ – прийняті нормативи годинних, денних і місячних доплат, %

$$ДЗП = 115320 \cdot \left(\frac{10 + 12 + 10}{100} \right) = 36902,4 \text{ грн}$$

Повна заробітна плата виробничих робітників становить:

$$ПЗП = 115320 + 36902,4 = 152222 \text{ грн}$$

Середня заробітна плата становить:

$$СЗП = \frac{П_{\text{овнЗП}}}{(n_{\text{роб}} \cdot n_{\text{міс}})} = \frac{152222}{(20 \cdot 12)} = 634,26 \text{ грн}$$

3.6.4 Визначення витрат на заробітну плату ІТП та МОП

Розрахунок проводимо за середньомісячною тарифною ставкою визначається за нормативами.

Розрахунок для ІТП і МОП зведемо в таблицю 3.1.

Повна заробітна плата керівного складу:

$$ПЗП = 54194,9 \text{ грн}$$

Середня заробітна плата:

$$СЗП = 724,9 \text{ грн}$$

Повна заробітна плата ІТП становить:

$$ПЗП = 108980,3 \text{ грн}$$

Середня заробітна плата:

$$СЗП = 454$$

грн

Таблиця 3.1 - Розрахунок для ІТП і МОП

№ п/п (1)	Назва професії (2)	Кількість (3)	Ставка, грн (4)	ФД, міс (5)	Нут, % (6)	ПЗП, грн (7)	Кчас, % (8)	Кдн, % (9)	Кміс, % (10)	ДЗП, грн (11)	ПовЗП, грн (12)
1	Начальник цеху	1	745	11,5	12	9895,6	10	12	10	3070,7	12666,2
2	Замісник начальника цеху	1	655	11,5	12	8436,4	10	12	10	2699,6	11136
3	Начальник ТБ	1	670	11,5	12	8629,6	10	12	10	2761,4	11391

3.6.5 Основні фонди цеху та їх амортизація

До основних фондів підприємства відносяться: будівлі, споруди, силові машини, робоче обладнання та цехові транспортні засоби, вимірювальні та регулюючі прилади, цінний універсальний інструмент і пристосування, цінний виробничий і господарський інвентар.

Первісну вартість будівлі розраховують

$$Ц_{б\text{уд}} = V_k \cdot C_k + V_n \cdot C_n$$

де V_k, V_n – обсяги, займані у виробничому корпусі і прибудові до нього;

C_k, C_n – ціна 1м^3 , $C_k = 200$ грн, $C_n = 170$ грн

$$Ц_{б\text{уд}} = 17049.6 \cdot 200 + 5124 \cdot 170 = 4281000 \text{ грн}$$

Первісну вартість робочого обладнання та підйомно-транспортних засобів обчислюють

$$C_{об} = 1,1 \sum_{i=1}^m n_i u_i (1 + k_{mp})$$

де n_i – прийнята кількість обладнання, шт;

k_{mp} – коефіцієнт, що враховує витрати на транспортування і монтаж обладнання ($k_{mp} = 0,1$);

m – Кількість видів основного обладнання, встановленого в цеху. Коефіцієнт $k=1,1$ враховує балансову вартість підйомно-транспортних засобів, додаткового та допоміжного обладнання.

Первісну вартість вимірювальних і регулюючих приладів можна прийняти для цехів стапельного складання – 10% від балансової вартості робочого обладнання. Балансову вартість цінного виробничого та господарського інвентарю можна прийняти 2% балансової вартості робочого обладнання цеху.

Результати розрахунку зведемо в таблицю 3.2

Таблиця 3.2 - Результати розрахунку основних фондів цеху

Назва	Вартість, грн	Норма амортиз. відрахування, %	Амортиз. відрахування
Будівлі	4281000	5	214050
Обладнання	459100	15	6886,5
Інструмент	4591	25	1147,7
Інвентар	920	15	5137,73
Всього	4332419,2	—	222221,5

Вартість оснащення цільового призначення становить 659000 грн.

3.6.6 Витрати на експлуатацію та утримання обладнання

Кошторис витрат на утримання та експлуатацію обладнання складається з ряду статей. Склад статей витрат на утримання та експлуатацію обладнання представлений в таблиці 3.3. Результати розрахунку занесені в цю ж таблицю.

Стаття перша враховує амортизаційні відрахування на робоче обладнання та цехові транспортні засоби, вимірювальні та регулюючі прилади.

Загальну суму амортизаційних відрахувань за перерахованими основними фондами цеху визначають

$$A_{\text{Год}} = \sum (N_{ai}/100) C_{\text{б}}$$

де N_{ai} , – норма амортизаційних відрахувань по i -му виду основних фондів;

$C_{\text{б}}$ – балансова вартість основних фондів, грн.

$$A_{\text{Год}} = 3443,25 \text{ грн}$$

а) плата за допоміжні матеріали:

$$Ц = \text{поб} - 20 = 86 \cdot 20 = 1720 \text{ грн}$$

б) зарплатня слюсарям, наладчикам, електрикам, допоміжним робітникам:

$$Ц = 5 \cdot 634,26 \cdot 12 = 38055,6 \text{ грн}$$

в) відрахування на соц. Страхування 37% від річного фонду зарплати допоміжним робітникам:

$$Ц_{\text{Страх}} = 38055,6 \cdot 0,37 = 14080,6 \text{ грн}$$

г) оплата палива та енергії

$$Ц_{\text{те}} = 26778 \text{ грн}$$

Поточний ремонт обладнання.

а) допоміжні матеріали

$C_{всп}=1515,03$ грн

б) заробітна плата слюсарям $P_{рен}$ і ремонтникам:

$C_{ЗП}=12$ СЗП до,

де 12-кількість місяців,

$C_{ЗП}$ -середня плата ремонтникам, k -кількість робітників.

$C_{ЗП}=60888,96$ грн

в) відрахування на соц. страхування 37% від $C_{ПЗП}$

$C_{страх}=22528,9$ грн

Утримання та експлуатація транспорту.

А) $C_{тр}=12$ сзптр $k=2$ 634,26 12=15222,24 грн

б) соц. страхування: $C_{страх}=15000,24$ 0,37=5632,2 грн

Відновлення інструменту.

а) $C_{відн}=3068$ грн

б) $C_{ПЗП}=2$ 364,26 12=15222,24 грн

в) соц. страхування: $C_{Страх}=15222,24 \cdot 0,375=5632,2$ грн

б. $C_{проч}=5\%$ від попередніх статей.

Таблиця 3.3 - Результати розрахунку витрат на утримання обладнання

Найменування статей витрат	Додатковий матеріал	Зар. плата	Відрахування до фондів	Паливо енергія	Аморт. отчисл.	Послуги інших цехів	Σ
Амортизація обладнання транспортних засобів	—	—	—	—	3443,25	—	3443,25
Утримання та експлуатація транспортних засобів	1720	38055,6	14080,6	26778	—	—	80634,2
Поточний ремонт обладнання	1515,03	60888,96	22528,9	—	—	—	84932,89

Продовження таблиці 3.1 - - Результати розрахунку витрат на утримання обладнання

Утримання та експлуатація транспорту	—	15222,24	5632,2	—	—		20854,44
Відновлення інструменту	3068	15222,24	5632,2	—	—		23922,44
Інші	—	—	—	—	—	10689,36	10689,36
Разом	6303,03	129389	47873,9	26778	3443,25	14911,7	224476,6

Стаття друга враховує витрати на експлуатацію обладнання. Стаття третя враховує витрати на поточний ремонт виробничого обладнання.

Стаття четверта враховує витрати цеху на внутрішньозаводське переміщення вантажів, доставку матеріалів, напівфабрикатів із заводських складів та інших цехів; доставку до робочих місць матеріалів, деталей та інструментів; вивезення з цеху готової продукції, напівфабрикатів, відходів.

Стаття п'ята враховує витрати на відшкодування зносу і становлення інструменту і пристосувань загального призначення.

3.6.7 Витрати на управління цехом

Кошторис витрат на управління цехом складається з декількох статей. Кошторис цехових витрат представлений в таблиці 16.

Стаття перша враховує витрати на утримання управлінського персоналу цеху:

- заробітна плата ПЗП=69366,4 грн,
- відрахування на соц. страхування $C_{\text{страх}}=25665,6$ грн

Тут не враховується заробітна плата працівників тех. бюро.

Стаття друга враховує витрати на зарплату і відрахування на соц. страхування працівників тех. бюро і допоміжних робітників, не пов'язаних з експлуатацією і обслуговуванням обладнання (підготовників, контролерів, комірників).

ПЗП=86935,2 грн

$C_{\text{страх}}=32166$ грн.

Стаття третя враховує амортизаційні відрахування по будівлях, спорудах і т.д.

$C_{\text{ам.вир}}=214187,7$ грн

Стаття четверта враховує витрати цеху на утримання будівель, споруд, інвентарю.

1. Витрати на опалення, вентиляцію, освітлення будівель можуть бути прийняті в розмірі 10% від вартості будівлі цеху

$C=428100$ грн

2. Витрати на утримання будівель в чистоті:

а) витрати на матеріали-1% вартості будівлі цеху

$C_{\text{м}}=42810$ грн

б) заробітна плата і відрахування на соц. страхування прибиральників цеху

$\text{ПЗП}=10200,9$ грн

$C_{\text{страх}}=3774,3$ грн

Стаття п'ята враховує витрати на поточний ремонт будівель і споруд і приймається 3% вартості будівлі цеху

$C=128430$ грн

Стаття шоста враховує витрати на випробування, досліди і дослідження

$C=\text{праб} \cdot 50=204 \cdot 50=10200$ грн

Стаття сьома враховує витрати на охорону праці та промислову санітарію. Ці витрати можуть бути прийняті в складальних цехах – 15 грн на одного працюючого

$C=\text{праб} \cdot 15=204 \cdot 15=3060$ грн

Стаття восьма враховує витрати на відшкодування зносу інвентарю

$C=10=204 \cdot 15=2040$ грн

Стаття дев'ята враховує витрати на загальноцехове призначення (канцелярські та ін.). Їх приймаємо в розмірі 5% від суми попередніх статей цехових витрат.

$$C_{ін}=0,05 C_{заг}=52846,8 \text{ грн}$$

Всі розраховані дані зведені в таблицю 3.4

Таблиця 3.4 – Розрахунок витрат на управління цехом

	Вспомо г. Матеріа л	Зар. Плата	Відраху вання на соц. Стр	Паливо енергія	Аморт. Відраху вання.	Пр. витрат и	Σ
Зміст АЦП	—	69366,4	25665,6	—	—	—	95032
Утр-ня іншого персоналу	—	86935,2	32166	—	—	—	214187,7
Амортизаційне відрахування	—	—	—	—	214187,7	—	484885,2
Утримання будівель	42810	10200,9	3774,3	428100	—	—	128430
Ремонт	—	—	—	—	—	—	119101,2
Охорона праці	—	—	—	—	—	—	10200
Раціональне виробництво	—	—	—	—	—	—	3060
Відшкодування зносу інвентарю	—	—	—	—	—	—	2040
Інші витрати	—	—	—	—	—	52846, 8	52846,8
Разом	42810	262476,6	97116,3	428100	364187,7 3	52846, 8	1109782,9

Таблиця 3.5 - Калькуляція собівартості виробу

№ п/п	Найменування статей калькуляції	Затрати, грн	Примітка
1	Сировина та основні матеріали Покупні вироби і напівфабрикати	139062	
2	Паливо та електроенергія	923	$\sum C_{\text{ім}} / N$
3	ПЗп виробничим робітником	8779,2	$\sum \text{ПЗП} / N$
4	ПЗП виробничим робітником	2809,3	$\sum \text{ДЗП} / N$
5	Відрахування до фондів	4287,7	$0,37(\text{ПЗ} + \text{П4})$
6	Підготовка і освоєння виробництва	7392,06	$0,05(\text{П1} + \text{П3})$
7	Відшкодування зносу пристосувань цільового призначення	2535	$\sum C_{\text{вир}} / N$
8	Витрати на утримання обладнання	1726,7	$\sum C_{\text{зар}} / N$
9	Витрати на управління цехом	49915,2	$\sum 3_{\text{уп}} / N$
10	Страховання майна	8536,8	$0,01 \sum C_{\text{ім}}$
11	Загальнозаводські витрати	5267,5	
12	Виробнича собівартість	231234,5	
13	Позавиробничі витрати	11561,7	$0,05 \text{П}_{12}$
14	Повна собівартість	242796,2	$\text{П}_{12} + \text{П}_{13}$
15	Запланований прибуток	84978,6	$0,35 \text{П}_{14}$
16	Оптова ціна	327774,8	$\text{П}_{14} + \text{П}_{15}$
17	НДС	65554,96	$0,2 \text{П}_{16}$
18	Ціна для продажу	393329,76	$\text{П}_{16} + \text{П}_{17}$

3.6.8 Розрахунок техніко-економічних показників цеху

Техніко-економічні показники наведені в таблиці 3.6.

Питомі витрати на утримання та експлуатацію обладнання визначається за формулою

$$C_{\text{пит}} = (\text{кошторис витрат на утримання. і експлуат. оборуд.}) / T_{\text{року}},$$

де $T_{\text{год}}$ – трудомісткість річного обсягу робіт (н/ч).

Відсоток цехових витрат визначають

Цех=(Кошторис цехових витрат / ПЗП) 100%,

де ПЗП – фонд прямої зарплати виробничим робітникам за річний обсяг робіт.

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

ДГОД=130 * 393329,76=51132868,8 грн

Балансовий прибуток розраховують як різниця між річним доходом від реалізації продукції і повною собівартістю річного випуску продукції.

Пб=51132868,8-31563506=19569362,8 грн

Фондовіддачу обчислюють діленням річного випуску продукції на вартість основних фондів підприємства.

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

Таблиця 3.6 - Техніко-економічні показники цеху

	Найменування показників	Одиниці виміру	Величина показника
	Обсяг виробництва продукції	шт	130
	Річний випуск (валова продукція)	шт	130
	(N-цех.соб)	грн	30060485
	Праця і заробітна плата		
	Кількість працюючих в цеху:	чол	
	– виробничих робітників		150
	– допоміжних робітників		20
	– МОП		3
	– ІТП		26
	– СКП		5
	Фонди оплати праці:	грн	
	– виробничих робітників		1506510,72
	– допоміжних робітників		125222,4
	– МОП		15301,4
	– ІТП		161175,2
	– СКП		37743,5
	Продуктивність праці:	грн	

Продовження таблиці 3.6 - Техніко-економічні показники цеху

– вироблення на одного робітника		253734,5
– вироблення на одного виробничого робітника		398168,14
– вироблення на одну норму в годину		168
Собівартість	грн	
– кошторис витрат на виробництво цехом продукції		31563506
– собівартість виробу	грн	242796,2

Таблиця 3.7 – Рентабельність виробництва

	Найменування показників	Одиниці виміру	Величина показника
	Основні засоби:	грн	
	– вартість основних фондів		4991519,2
	– будівель, споруд, машин та ін.		4281000
	– виробничого інвентаря		50501
	Випуск продукції		
	Загальна площа цеху	м ²	2274
	– виробнича		1184
	– допоміжна		296
	– конторна і битова		558
	Річний дохід від реалізації продукції	грн	51132868,8
	Балансовий прибуток	грн	19569362,8
	Фондовіддача		10,4
	Рентабельність	%	4

3.7 Аналіз ризику

Ризик – міра мінливості і невпевненості віддачі, яка складається з очікуваних надходжень. Чим ризикованіше операція, тим більше обсяг прибутку може бути отриманий. При оцінці ризику слід враховувати два фактори:

Обсяг фінансування.

Фактор часу.

Розрізняють два види ризику:

1. Диверсифікований – це фінансовий ризик фірми. Залежить від нестабільності цін на матеріали, нестабільність попиту на продукцію, що збувається.

2. Недиверсифікований – ризик системи в цілому. Залежить від зростання цін на енергоносії, економічної нестабільності в країні, інфляції, метеоумов і т. д.

Для зменшення ступеня ризику можливе застосування різних застережень при укладенні договору (контракту). Для зведення до мінімуму диверсифікованих ризиків встановлюють в контракті ковзаючу ціну і форму, за якою вона повинна розраховуватися.

Для компенсації інших типів ризику служить страхування.

Страхування – це фінансове забезпечення можливого збитку, зниження або повна його компенсація.

3.8 Фінансування проекту

Держава є джерелом матеріально-технічного постачання підприємства.

Визначаємо точки беззбитковості. Точка беззбитковості – це мінімальний розмір партії продукції, що випускається, при якому забезпечується «нульовий прибуток». Знайдемо точку беззбитковості аналітичним методом за формулою:

$$n = \frac{П \cdot N}{Ц - C_{пер}}$$

де П – постійні витрати;

Ц – ціна виробу;

Сзмін – змінні витрати;

N – кількість виробів.

$$n = \frac{27092.7 \cdot 130}{393329.76 - 215703.5} = 20$$

Знайдемо точку беззбитковості графічним методом.

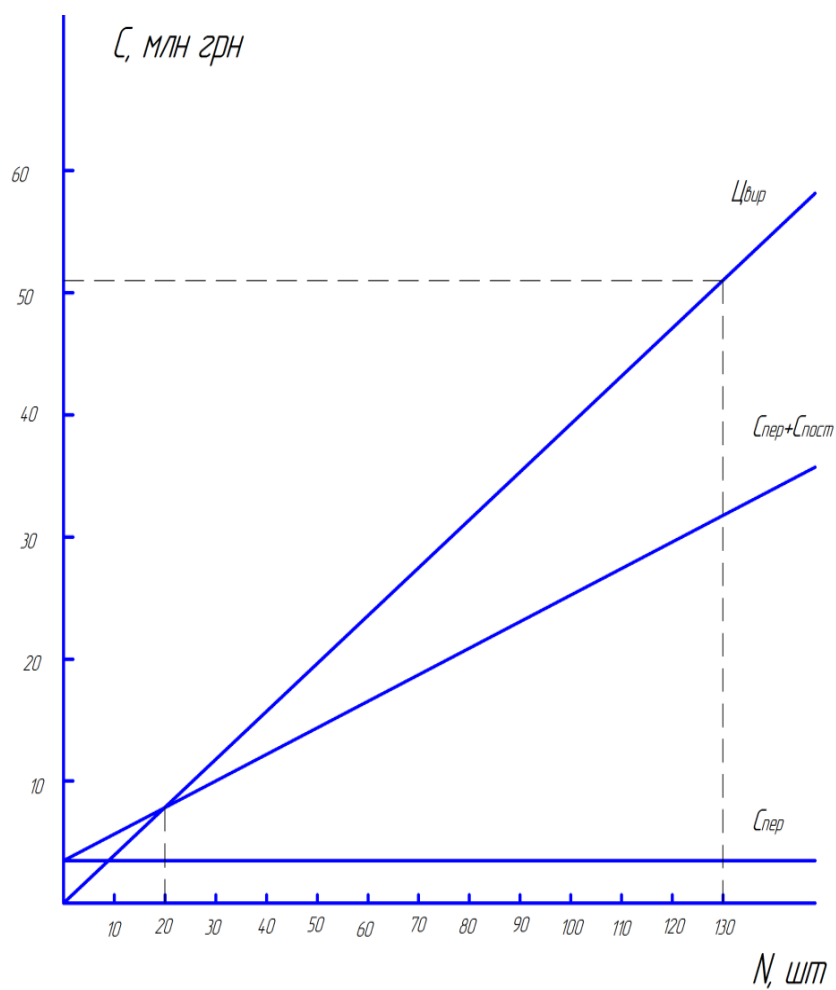


Рисунок 3.1 - Графік беззбитковості



Рисунок 3.2 - Бізнес-план

3.9 Висновки

В даній частині дипломного проекту розраховували техніко-економічні показники цеху складання хвостового оперення спираючись на отриманні дані у «технологічній» частині диплому.

1. Розрахував заробітну плату для основних та допоміжних робітників, керівникам, фахівцям, службовцям і молодшому обслуговуючому персоналу
2. Визначив вартість основних фондів цеху: будинків, устаткування, вимірювальних і регулюючих приладів, інструментів та пристосувань.
3. Розрахував амортизаційні відрахування на робоче обладнання і цехові транспортні засоби, вимірювальні і регулюючі прилади і пристосування, данні внесені в таблицю 3.3.
4. Розрахував витрати на управління цехом, данні наведені у таблиці 3.4:
 - 4.1 Витрати на утримання управлінського персоналу цеху які склали 175665грн.
 - 4.2 Амортизаційні відрахування по будівлях, спорудах склали 214187,7грн.
5. Розраховали загальновиробничі витрати які склали 231234,5 грн.
6. Розраховали ціну виробу за комплект та за рік випуску з урахуванням усіх можливих витрат, данні наведені у таблиці 3.5.
7. Розраховали техніко-економічні показники цеху та внесли всі данні до таблиці 3.6.
8. Спираючись на данні таблиці 3.5 та данні таблиці 3.6 можна зробити висновок, що проектування та подальша робота даного цеху буде прибутковою, та економічно самостійною.

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

Вступ

В спеціальній частині даного дипломного проекту розглядаються різновиди координатно-вимірювальних машин.

Область застосування, розглянутих сучасних методів вимірювання і контролю, для вимірювання геометричних параметрів авіаційних деталей.

Постійне ускладнення конфігурації виробів, підвищення вимог до якості й точності їх, привело до того, що контроль геометричних параметрів різних виробів з використанням застарілих засобів (універсального вимірювального інструмента, контрольних пристосувань, шаблонів і т.д.) вимагає більших витрат при виготовленні відповідного оснащення, а найчастіше й просто неможливий. Останнім часом багато підприємств для такого контролю використовують координатно-вимірювальні машини (КВМ) і лазерні сканери для безконтактного знімання інформації з геометрії виробу.

КВМ можна розділити на два типи: стаціонарні й мобільні.

Перший тип машин найчастіше використовується для високоточного контролю невеликих виробів. Вони мають велику кількість типорозмірів і забезпечують високу точність вимірів – від 0,002 мм).

Для контролю великогабаритних і деталей, що не пересуваються, і оснащення, а також якщо буде потреба оперативного контролю виробів у ході технологічного процесу виготовлення, застосовуються мобільні КВМ типу «руки» – маніпулятора.

4.1 Координатно-вимірювальні машини

Розробка механічних компонентів цієї групи приладів з'явилася логічним продовженням процесу вдосконалення вимірювальних мікроскопів і вимірювальних проекторів. Спочатку ці КВМ являли собою механічні столи на підшипниках. Вертикальна вісь також працювала на механічних підшипниках. Для приладів, що характеризуються підвищеною точністю й температурною стабільністю, ці компоненти виробляються з алюмінію (металу з високою теплопровідністю). Також використовуються спеціальні системи напрямних з постійним натягом.

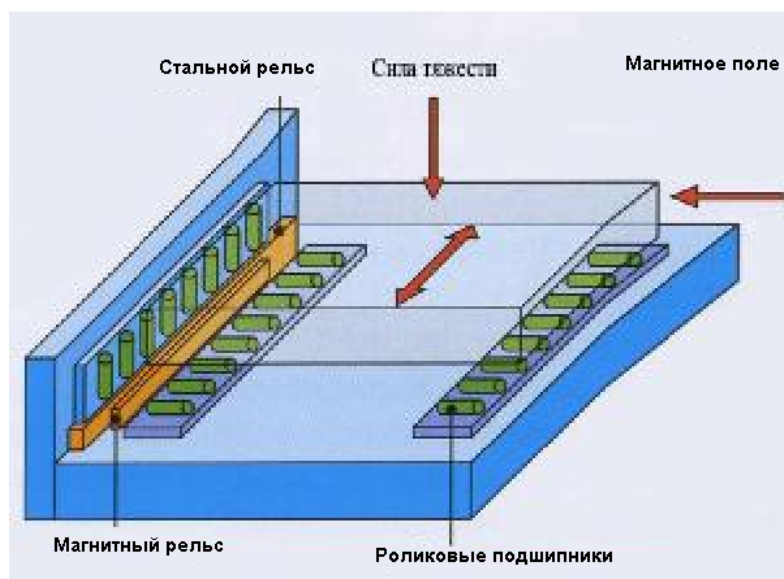


Рисунок 4.1 - Механічний стіл на підшипниках

Сьогодні ці машини, як правило, повністю автоматизовані й мають діапазон виміру 200–400 мм. Збільшення діапазону виміру при такій конструкції не є економічно виправданим.

У системах з поліпшеними робочими характеристиками звичайно сполучаються автоматичні джерела минаючого й відбитого світла. Потужні настільні пристрої також комплектуються системами механічних датчиків торкання й лазерних датчиків.

Таким чином, всі ці прилади можна віднести до класу мультисенсорних КВМ.

При підвищених вимогах до точності й збільшенні діапазону вимірів механічні напрямні настільних моделей замінюються системами на повітряних підшипниках. Високоточні напрямні виробляються в основному із природного твердого каменю (наприклад, граніту). Рухливі компоненти переміщуються по кам'яних поверхнях на повітряній подушці товщиною всього в кілька мікронів, призначеної для мінімізації тертя. Зусилля, необхідне для пересування кареток, є відносно невеликим, а відсутність якого-небудь запізнювання в системі присохлого призводить до зниження погрішності виміру.

Як приклад розглянемо Портальна координатно-вимірювальна машина Euro M1 (Рис. 4.2).



Рисунок. 4.2. Портальна координатно-вимірювальна машина Euro M1

У випадку координатно-вимірювальних машин зі стаціонарним або нерухливим порталом об'єкт переміщається уздовж основної осі, перебуваючи на рухливому вимірювальному столі. Дві інші осі встановлені на порталі. Основною перевагою такої конструкції є те, що приводні системи й шкали всіх трьох осей можна встановити по центрі (завдяки чому зводяться до мінімуму ефекти зсуву Аббе); крім того, висока твердість конструкції забезпечує значне зниження впливу різних ефектів твердого тіла й гарантує низькі погрішності виміру. Крім цього, така конструкція полегшує інтеграцію в неї систем

минаючого висвітлення і є особливо ефективною для здійснення оптичних і мультисенсорних вимірів.

Висока стійкість конструкції дозволяє також підключати до однієї вертикальної осі кілька датчиків. Проблему виникнення конфліктів при підключенні декількох датчиків можна запобігти, якщо використовувати додаткові вертикальні осі. Зміна датчиків виконується шляхом відводу й подовження відповідних вертикальних осей. Застосування осей А и В (обертання й нахилу) дозволяє проводити лінійні й кутові виміри складних деталей без зміни їхнього закріплення.

Контроль геометричних параметрів типових деталей з метою підвищення якості відеозображення. Використання сучасних координатно-вимірювальних машин (КВМ) зі ЧПУ, що мають можливість передачі інформації безпосередньо на верстати, з метою внесення корекції при виготовленні, задовольняє вимогам науково-технічного прогресу й тенденціям розвитку виробництва в цілому. Застосування КВМ дозволить істотно скоротити час контролю параметрів і поліпшити якість збору інформації про точність виготовлення за рахунок обробки даних на комп'ютері. За допомогою розроблених раніше математичних пакетів обробки даних, є можливість одержувати інформацію про параметри зубчастих барабанів в остаточному виді за допомогою висновку протоколу вимірів. Крім того, з'являється можливість одержати інформацію про будь-яку ділянку виготовленого зубчастого барабана за рахунок використання програмного модуля, що дозволяє порівнювати реальний вимірюваний об'єкт і математичну CAD модель. Сучасне програмне забезпечення дозволяє внести поля допусків на CAD моделі й одержувати числову або колірну інформацію про ступінь відповідності. Програмне забезпечення дозволяє запуснути вимірювальну програму на цикл.

Залежно від розмірів стола КВМ можна розташовувати кілька зубчастих барабанів, причому немає необхідності використовувати складне надточне пристосування для чіткого дотримання кроку по осях X и Y.

КВМ здатний знайти наступну деталь на вимірювальному столі й визначити базовий край для правильності відліку. Погрішність розташування деталей може досягати 2 – 5 мм.

Універсальність КВМ дозволяє вирішувати не тільки завдання контролю точності зубчастих барабанів. Використовуючи раніше написані програми виміру, здатні зберігатися на жорсткому диску ПК, можна вимірювати й контролювати параметри будь-якої деталі, що відповідає своїми маса – габаритним показниками вимогам мікроскопа. Висока якість виготовлення, низькі вимоги до умов навколишнього середовища, система вібраційного захисту й можливість температурної компенсації дозволяють установлювати КВМ безпосередньо в цех. Можливість написання вимірювальної програми кваліфікованими інженерами на вилученому від КВМ персональному комп'ютері знижує вимоги до рівня знань контролера, завданням якого залишається лише коректно встановити деталь і запустити вимірювальну програму.

Як приклад розглянемо мультисенсорную координатно-вимірювальну машину Score Check 200 (Рис. 4.3.).



Рисунок 4.3 - Мультисенсорна координатно-вимірювальна машина Score Check

Таким чином, застосування КВМ на етапах виробництва, експлуатації й відбраковування дозволяє проводити методично обґрунтований параметричний контроль точності геометричних параметрів зубчастих барабанів за допомогою мультисенсорної координатно-вимірювальної машини.

4.2 Технологія вимірювання та різновиди обладнання.

Конструкційно КВМ виконаний так само, як і промисловий робот маніпуляторного типу М20П.40.01

Промисловий робот – це автоматична машина, що представляє собою сукупність маніпулятора й перепрограмуючого пристрою керування й призначена для виконання у виробничому процесі рухових і керуючих функцій, що замінюють аналогічні функції людини при переміщенні предметів виробництва й технологічного оснащення.

Промислові роботи класифікують за наступними ознаками: спеціалізації, вантажопідйомності, числу ступенів рухливості, можливості пересування, способу установки на робочому місці, видам системи координат, приводу, керування, способу програмування.

По спеціалізації промислові роботи підрозділяють на спеціальні, спеціалізовані і універсальні, по вантажопідйомності – на надлегкі (з номінальною вантажопідйомністю до 1 кг.), легені (від 1 до 10 кг.), середні (від 10 до 200 кг.), важкі (від 200 до 1000 кг.). За способом установки на робочому місці промислові роботи підрозділяють на напольні, підвісні й вбудовані.

Всі промислові роботи мають «руку», що називають маніпулятором, механізм для захоплення й подачі предмета обробки або засоби обробки. До такого типу механізмів відноситься промисловий робот М20П.40.01.

Промисловий робот М20П.40.01 складається з маніпулятора, змінних схватів і пристрою з ЧПУ, виконаного у вигляді автономної стійки. Маніпулятор промислового робота містить у собі наступні складальні одиниці, деякі з яких можуть бути різного виконання: механізм повороту; механізм підйому й опускання; механізм висування руки; балансир; блок повороту.

Технічна характеристика M20П.40.01

1. Номінальна вантажопідйомність: 20 кг.
2. Число ступенів рухливості 5
3. Найбільші лінійні переміщення, мм:
 - по вертикальній осі 500
 - по горизонтальній осі 500
4. Найбільше кутове переміщення, град:
 - руки щодо вертикальної осі 300
 - кисті відносно поздовжньої осі 90;+180
 - кисті щодо поперечної осі $\pm 3,5$
5. Діапазон швидкості лінійних, м/с:
 - по вертикальній осі 0,005...0,5
 - по горизонтальній осі 0,008...1,0
6. Діапазон швидкості кутових переміщень, град/з:
 - руки щодо вертикальної осі 60
 - кисті щодо поздовжньої осі 60
 - кисті щодо поперечної осі 30
7. Найбільша абсолютна помилка присохлого, мм ± 1
8. Зусилля затиску схватка: 350 Н; 500 Н.
9. Час затиску – розжиму: 2с
10. Діапазон розмірів, захоплюваних деталей по зовнішньому діаметрі, 50...268 мм.
11. Маса (без пристрою ЧПК): 570 кг

КВМ складається з маніпулятора і пристрою з ЧПУ, виконаного у вигляді автономної стійки. Маніпулятор промислового робота містить у собі наступні складальні одиниці, деякі з яких можуть бути різного виконання: механізм повороту; механізм підйому й опускання; механізм висування руки; балансир; блок повороту блок підготовки повітря.

Пристрій ЧПК позиційного типу забезпечує керування переміщеннями руки в циліндричній системі координат, циклове керування рухами кисті й затиском – розтиском захоплювача, а також подачу команд пуску циклів роботи верстатів, іншого технологічного встаткування й прийому відповідних команд після виконання цих циклів.

Можливі три режими роботи вимірювальної машини:

– «навчання» – повернення в нульову крапку, ручне керування й крокове переміщення по кожній осі координат, швидкості переміщень, кількості оброблюваних деталей (циклів) і ін.;

– «автомат» – автоматичне керування по заданій програмі;

– «редагування» – підготовка й коректування дані керування роботом.

Типовий робочий цикл промислового робота при зміні заготівлі на токарському верстаті містить у собі наступні етапи: підведення руки промислового робота до патрона верстата – захоплення обробленої деталі – відвід руки у вихідну точку – підвід руки до тактового стола – опускання деталі – захоплення чергової заготівлі – підвід заготівлі до підведення верстата – звільнення заготівлі після затиску її в патроні – відвід руки у вихідну точку – початок циклу обробки на верстаті.

Найбільша кількість одночасно керованих координатних переміщень може бути: 1 – у режимі присохлого (електродвигуни повороту, підйому – опускання або висування руки) або 2 – у режимі циклового керування (гідродвигуни блоку повороту кисті руки й схвата).

Механізм повороту КВМ. На підставі робота кріпиться черв'ячний редуктор, з'єднаний через зубчасту муфту з електродвигуном.

На вихідному валу черв'ячного редуктора встановлена зубчаста шестірня. Вона входить у зачеплення із циліндричним зубчастим колесом, що з'єднане з валом. Таким чином, обертання електродвигуна постійного струму через черв'ячний редуктор і пару циліндричних прямозубих шестірень передається валу, що служить опорою для механізму підйому й опускання руки. Контроль

кута повороту для керування швидкістю здійснюється за допомогою шляхових перемикачів.

Механізм підйому й опускання руки. Корпус, що включає в себе механізм висування руки, переміщається вгору і вниз по двом направляючим, які закріплені у верхній і нижній плитах. На верхній опорній плиті встановлене подмоторное підстава, усередині якого перебуває електромагнітне гальмо. Електродвигун постійного струму, установлений на подмоторном підставі, через зубчасту муфту з'єднаний з кульковим гвинтом. Гайка кулькової гвинтової пари закріплена в корпусі вузла висування руки. Таким чином, обертання електродвигуна перетвориться в поступальний рух руки вгору і вниз.

Для захисту гвинта від пилу й бруду використовується гофрована оболонка. Гумові амортизатори дозволяють зм'якшити удар наприкінці ходу руки у верхнім і нижнім положенні. Для керування швидкістю переміщення використовуються шляхові перемикачі, що наїжджають на упори.

Механізм висування руки. До задньої стінки корпуса прикріплений кронштейн, на якому встановлений електродвигун постійного струму. Обертання електродвигуна через зубчастий ремінь передається гвинту кулькової гвинтової пари. Гайка кулькової гвинтової пари з'єднана із кронштейном. До верхнього кінця цього кронштейна прикріплена качалка, що переміщається вперед або назад у втулці. Нижній кінець кронштейна з роликами рухається по напрямній, котра виключає поворот качалки.

Усередині пустотілої качалки проходить трубка для подачі стисненого повітря у внутрішню порожнину, а звідти до механізму повороту кисті й схвата. Амортизатори зм'якшують удар наприкінці ходу руки – качалки. Контроль положення руки для керування швидкістю переміщення здійснюється за допомогою шляхових перемикачів.

Довжина ходу качалки залежить від виконання механізму висування руки.

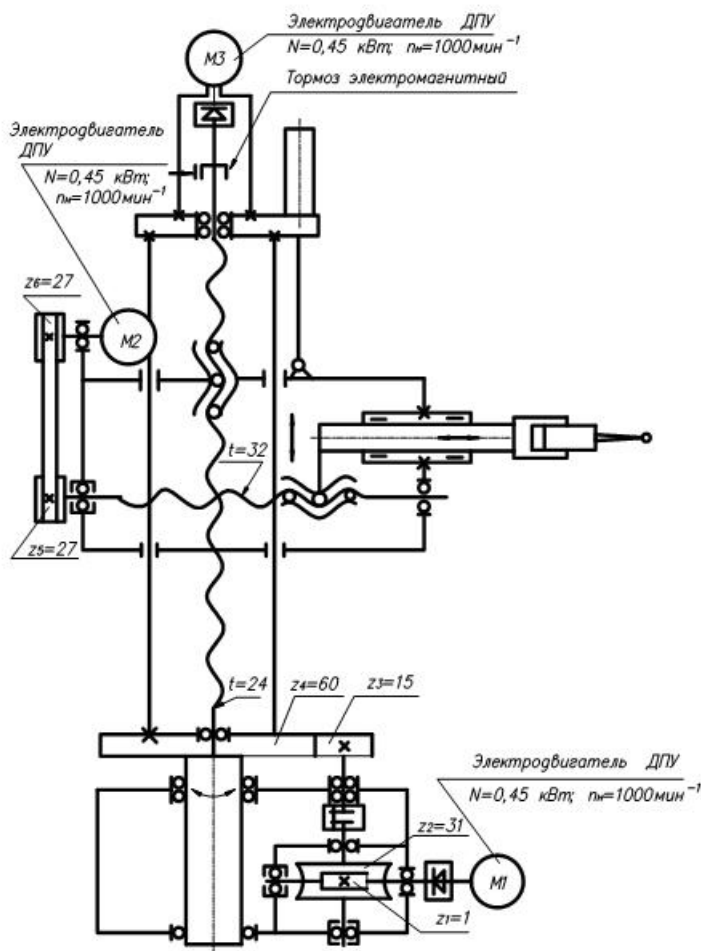


Рисунок. 4.4. Кінематична схема KBM

Пневматична схема KBM

Блок повороту працює таким чином.

Поворот кисті руки, щодо її поздовжньої осі, за годинниковою стрілкою здійснюється при включеному електромагніті YA3. При цьому повітря в пневмодвигуні M1 надходить через розподільник P4 по магістралі 5. при включеному електромагніті YA5 відбувається прискорений поворот кисті: повітря із пневмодвигуна M1 витісняється в атмосферу через розподільники P5, P3, Дросель ДР і глушитель Г2 по магістралях 6, 4, 7. При відключеному електромагніті Ya5 відбувається вповільнений поворот блоку: повітря із пневмодвигуна Д1 витісняється в атмосферу тільки через розподільник P5 і дросель ДР по магістралях 6, 4.

Поворот кисті вліво здійснюється при включеному електромагніту YA2

При цьому повітря в пневмоциліндр Ц надходить по магістралі 3 і витісняється із пневмоциліндра по магістралі 2 через розподільник P1.

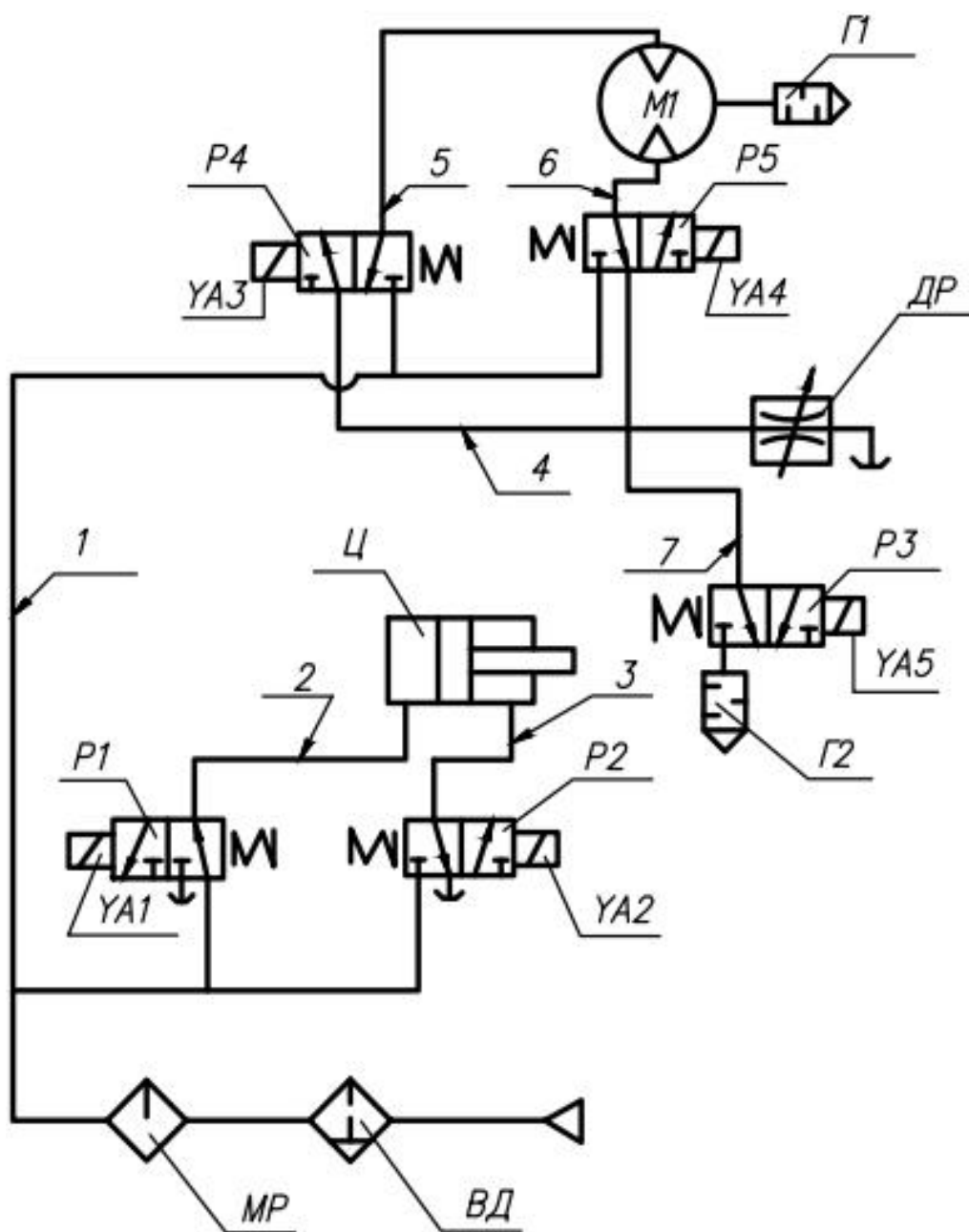


Рисунок. 4.5 - Пневматична схема КВМ

Вимірювальна головка

За допомогою електроконтактної ВГ даного типу можуть бути реалізовані поточні виміри в динамічному режимі. Незважаючи на обмеженість реалізованого способу виміру й у більшості випадків меншу точність, ВГК

частіше використовуються. Вирішальними при цьому являються наступні фактори:

- 1.) висока продуктивність динамічних вимірів, що доходить до 120 точок в хвилину;
- 2.) можливість виміру точковим способом лінійних і кутових розмірів, відхилень форми й взаємного розташування простих і складних криволінійних поверхонь;
- 3.) порівняльна простота конструкції самих голівок і електронних пристроїв;
- 4.) невеликі габаритні розміри й маса;
- 5.) можливість для більшості головок працювати з різною орієнтацією в просторі, змінювати неї в процесі виміру, утворювати голівки.

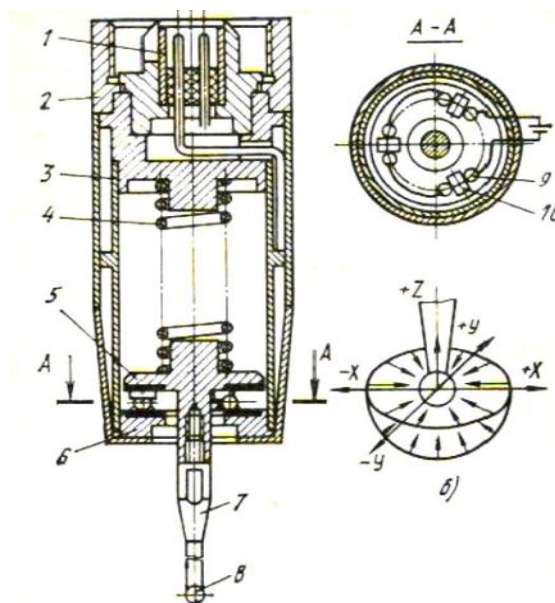


Рисунок. 4.6 - Схема електроконтактної ВГ

На рис. 4.6. схема електроконтактної вимірювальної головки, що складається з: 1 – роз’їм; 2 – гайка; 3 – корпус; 4 – пружина; 5 – фланець; 6 – основа корпусу; 7 – вимірювальний накінецьник; 8 – контактний елемент; 9 – три пари кульок; 10 – троє роликів

Голівка складається з корпусу (3), у основі корпусу (6) через 120 град. встановлені три пари кульок (9), фланця (5), до якого прикріплений вимірювальний накінецьник (7), що складається зі штоку і контактного елемента (8). Базування фланця в корпусі здійснюється за допомогою трьох роликів (10), прикріплених на торці фланця також через 120 град. і сполучених із трьома призмами, утвореними з кульок. Ролики і кульки є одночасно електроконтактами, з'єднаннями в послідовний ланцюг. Фланець (5) притиснутий пружиною(4). Роз'їм (1) і гайка (2) призначені відповідно для електричного і механічного приєднання голівки до КВМ.

Принцип роботи електроконтактної вимірювальної голівки.

При зіткненні наконечника з деталлю фланець повертається відносно осі, перпендикулярної осі голівки, або переміщається уздовж осі. Після цього розмикається щонайменше один електроконтакт, що використовується для утворення керуючого сигналу. Головки чутливі в різних напрямках і на півпросторі $\pm X, \pm Y, \pm Z$ (рис. 2.3, б)

В процесі вимірювання можна виділити два характерних режими роботи голівки:

- розмикання однієї електроконтактної пари при повороті фланця на двох опорах;
- розмикання одночасно двох пар електроконтактів при повороті на третій опорі.

Вимірювальна голівка може бути швидко налаштований по одній зразковою деталі, величина контрольованого розміру якої повинна бути атестована, або за індикатором. У електроконтактній вимірювальній голівці робоча пружина створює зусилля R_p , необхідне для подолання сил тертя і ваги рухомих частин датчика і створення необхідного вимірювального зусилля R_p .

Вимірювальна голівка має наступні характеристики:

Діаметр корпусу: $D = 50$ мм;

Довжина корпусу: $L = 80$ мм;

Вимірювальна сила перпендикулярна осі: $P_1 = 0,1$ Н;

Вимірювальна сила вздовж осі: $P_2 = 1 \text{ Н}$;

Довжина вимірювального наконечника: $l = 40 \text{ мм}$;

Нестабільність зпрацювання: $\pm 2 \text{ мкм}$;

Неоднаковість зони нечутливості в площині, перпендикулярній осі вимірювальної головки: 5 мкм ;

Неоднаковість зони нечутливості в різних напрямках в просторі: до 15 мкм ;

Інерційність головки складає 80 мкс ;

В головці використовується вимірювальний наконечник з сферичним контактним елементом;

Розмір шариків котрі являються контактами в вимірювальній головці:

Номінальний діаметр шарика: $D = 2,381 \text{ мм}$

Розрахунок елементів конструкції

Розрахунок елементів вимірювальної головки (ВГ)

Розрахунок пружини електроконтактної вимірювальної головки.

На шток з вимірювальним наконечником діють наступні сили:

P_1 – складова від ваги фланця;

P_2 – вага вимірювального наконечника;

F – сума сил тертя;

$$P_{нв.} = P_{нч.} + k \cdot x_0$$

де k – шорсткість пружини;

x_0 – робочий ход.

$$P_{нв.} - P_{нч.} = k \cdot x_0 - P_{ш.} = \Delta P$$

Хід x_1 в кінці плоскої пружини визначається по величині робочого хода x_0 головки:

$$x_1 = x_0 \cdot \frac{a}{l_0}$$

Зусилля на кінці плоскої пружини можна приділити за формулою

$$P' = x_1 \cdot \frac{3 \cdot E \cdot J}{a^3} = x_1 \cdot \frac{b \cdot h^3}{4 \cdot a^3} \cdot E,$$

де b – ширина пружини;

h – висота пружини;

E – модуль пружності матеріалу пружини

Це ж зусилля, віднесене на ось штока,

$$P_{ш} = P' \cdot \frac{a}{l_0} = x_0 \cdot \frac{a}{l_0} \cdot \frac{b \cdot h^3}{4 \cdot a^3} \cdot \frac{a}{l_0} \cdot E = \frac{x_0 \cdot b \cdot h^3 \cdot E}{4 \cdot a \cdot l_0^2} \cdot E$$

В попередніх формулах входить сила тертя F , котра може виникнути при несоосному приложенні вимірювального зусилля P . Визначимо величини нормальних сил

$$N = \frac{R \cdot P_{ш}}{N}$$

і силу тертя

$$F = 2 \cdot f \cdot N = 2 \cdot f \cdot \frac{R \cdot P_{ш}}{N}$$

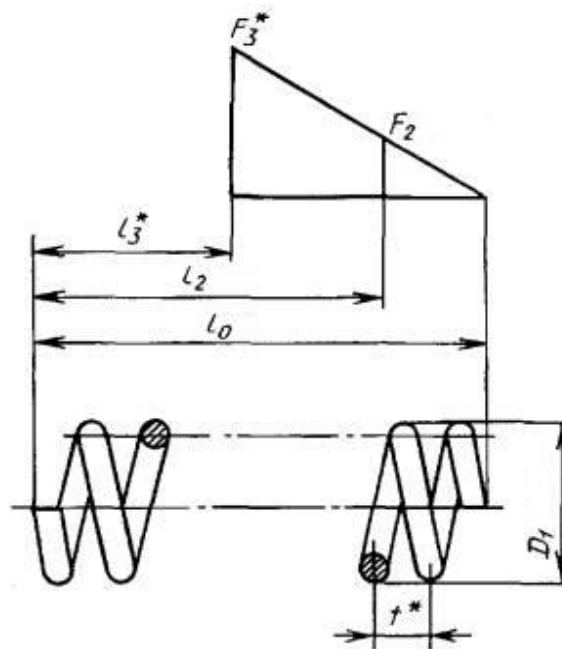


Рисунок 4.7 - Пружина стискання

З урахуванням умов роботи і габаритних розмірів ВГ визначимо вихідні дані для розрахунку геометричних розмірів пружини

Зовнішній діаметр: $D_3 = 10$ мм;

Навантаження: $P_1 = 30$ Н; $P_2 = 37,5$ Н;

Діаметр проволоки: $d = 1$ мм;

Число робочих витків: $n = 7$;

Число витків повне: $n_1 = 9$;

Маса: $m = 0,002$ кг;

$S_k \leq 0,25$;

Середній діаметр пружини:

$$D = D_3 - d$$

$$D = 10 - 1 = 9 \text{ мм.}$$

Гранично допустиме навантаження:

$$P_3 \geq 1,25 * P_2$$

$$P_3 \geq 47 \text{ Н}$$

Індекс пружини:

$$c = \frac{D}{d}$$

$$c = 9$$

Коефіцієнт впливу на напругу кривизни витків

$$k = \frac{4*c-1}{4*c-4} + \frac{0.615}{c}$$

$$k = 1,16$$

Висота ненапруженої пружини:

$$H_0 = n*t + 2*d$$

$$H_0 = 9*3,73 + 2*1 = 35 \text{ мм}$$

$$H_0 = 35 \text{ мм}$$

Модуль здвигу

$$G = 11003 \text{ МПа}$$

Переміщення одного витка під дією однієї загрузки:

$$f = \frac{8 \cdot D^3}{G \cdot d^4}$$

$$f = 0,53$$

Висота пружини під навантаженням:

$$H_1 = H_0 - f \cdot P_1$$

$$H_2 = H_0 - f \cdot P_2$$

$$H_3 = n \cdot d + 2 \cdot d$$

$$H_1 = 19 \text{ мм}$$

$$H_2 = 15 \text{ мм}$$

$$H_3 = 11 \text{ мм}$$

Розвернута довжина проволочки:

$$L = \frac{\pi \cdot (n+2) \cdot (D-d)}{\cos \alpha}$$

де $\alpha > 12 \text{ ч } 15^\circ$

$$L = 316,8 \text{ мм}$$

Розрахунок вимірювального наконечника

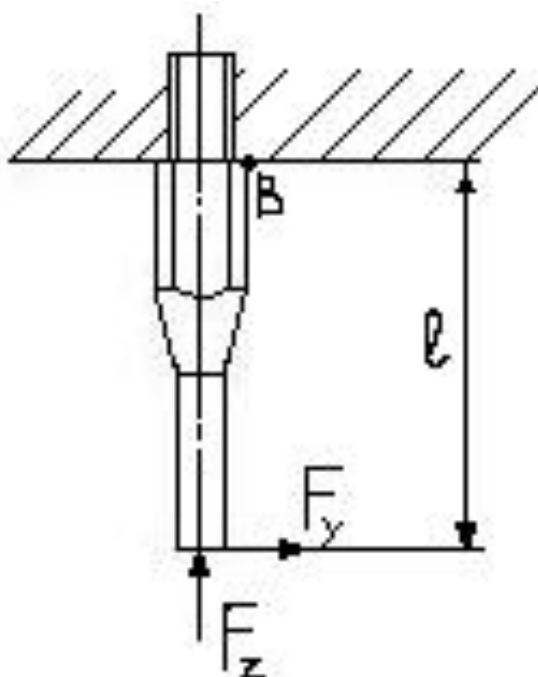


Рисунок 4.8 - Схема вимірювального наконечника

Проведемо розрахунок на міцність вимірювального наконечника (рис. 4.8.).

На стержень діє поперечна сила: $F_y = 0,1 \text{ Н}$;

і стискуюча сила: $F_z = 1 \text{ Н}$;

Діаметр наконечника: $d = 6 \text{ мм}$;

Використаємо принцип незалежності дії сил і визначимо максимальне нормальне напруження в небезпечному розрізі.

$$\sigma_c = \frac{F_z}{A};$$

$$\sigma_c = \frac{F_y * l}{W};$$

$$A = \frac{\pi * d^2}{4};$$

$$W = \frac{\pi * d^3}{32};$$

Максимальні сумарні напруги виникнуть в точці В і будуть напругами розтягнення:

$$\sigma_b = \sigma_c + \sigma_u;$$

$$\sigma_b = \frac{F_z}{A} + \frac{F_y * l}{W};$$

$$\sigma_b = \frac{4 * 1}{3,14 * 6^2 * 10^{-6}} + \frac{0,1 * 40 * 32}{3,14 * 6^3 * 10^{-9}};$$

$$\sigma_b = 189 \text{ МПа}$$

Розрахуємо граничну напругу:

$$\sigma_B = 1650 * 10^6 \text{ Па};$$

$$\sigma_H = 1300 * 10^6 \text{ Па};$$

$$\sigma_{\text{гран.}} = 0,43 * \sigma_B;$$

$$\sigma_{\text{гран.}} = 0,43 * 1650$$

$$\sigma_{\text{гран.}} = 709,5 \text{ МПа};$$

Розрахуємо допустиму напругу:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\text{гран.}}}{K};$$

$$[\sigma] = \frac{709,5}{2} = 354,75 \text{ МПа};$$

$$[\sigma] = 354,75 \text{ МПа};$$

Стержень витримує напруги.

$$\sigma_c < [\sigma]$$

Вибір матеріалів для елементів вимірювальної головки

Шарики і ролики виготовлені з сталі підшипникової легованої хромом.

Сталь ШХ15 ГОСТ 801–78

Фланець і вимірювальний наконечник виготовлені з сталі легованої хромом, кремнієм, марганцем.

Сталь 30ХГС ГОСТ 4543–71

Основа корпусу виготовлена з сталі легованої хромом, кремнієм, марганцем.

Сталь 20ХГС ГОСТ 4543–71

Розрахунок і вибір двигуна

До складу об'єкта керування входять:

двигун постійного струму ДПУ240–1100–3, технічні дані якого наведені в табл. 1

Табл. 1. Технічні дані двигуна ДПУ240 – 1100 – 3

Момент, Н·м: номінальний	3.5
максимальний	17.5
Номінальна частота обертів, об/хв	3000
Номінальна напруга, В	120
Номінальний струм, А	12
КПД, %	75
Опір обмотки якоря при 20 С, Ом	0.53
Індуктивність обмотки якоря, мГн	0.53
Момент інерції, г·м ²	1.944

Двигуни серії ДПУ призначені для електроприводів постійного струму металорізальних верстатів з ЧПУ і промислових роботів. Електродвигуни довгостроково витримують номінальний момент при частоті обертання від 0.1 до 5000 об/хв. Двигуни випускаються з вбудованими тахогенераторами

постійного струму типу ТП80–20–0.2 (основні технічні дані тахогенератори наведені в табл. 2).

Табл. 2. Технічні дані тахогенератора ТП80 – 20 – 0.2

Кр. вихідної характеристики мВ/ (об/хв)	20
Частота обертів, об/хв:	
Номінальна	3000
Максимальна	6000
Мінімальна	0.1
Погрішність у діапазоні частот 0.1 – 4000 об/хв, %, не більше	0.2

Вихідний опір постійному струму при температурі 20°C, Ом 140 ± 14

Маса, кг..... 0,5

Габаритні і приєднувальні розміри тахогенератора ТП80–20–0,2 дані на

Рис. 4.9. конструкція и спосіб з'єднання с двигуном

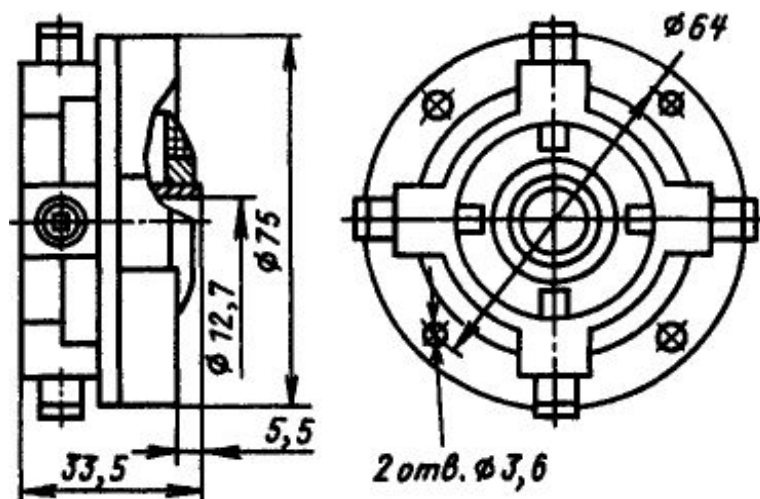


Рисунок 4.9 - Габаритні і і приєднувальні розміри тахогенератора ТП80–20–0,2

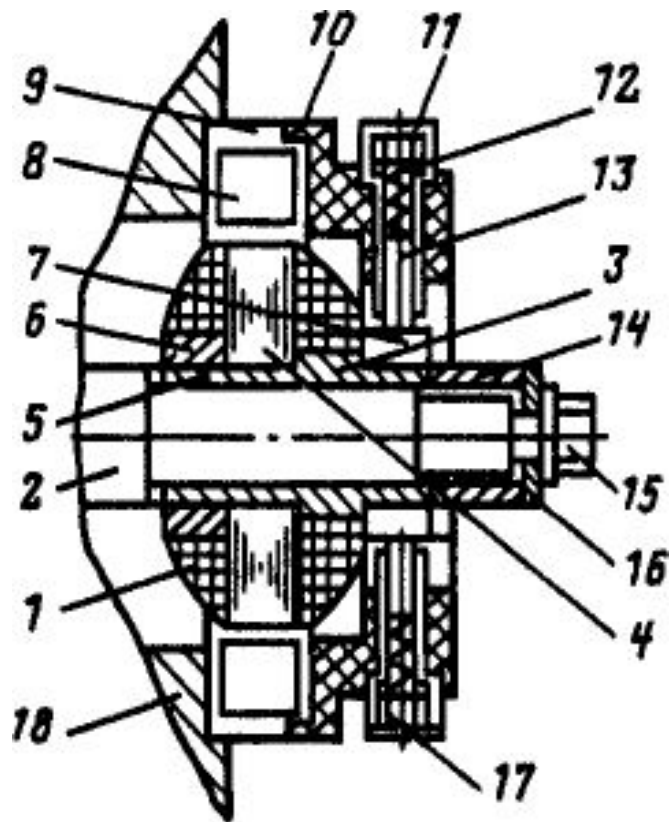


Рисунок 4.10 - Конструкція і спосіб зеднання тахогенератора ТП80–20–0,2 з двигуном: 1 – обмотка якоря; 2 – вал двигуна; 3 – втулка; 4 – сердечник якоря;

5 – шайба; 6 – кільце; 7 – колектор; 8 – магніт; 9 – сегмент кільця;

10 – щіткотримач; 11 – обойма щіткотримача; 12 – пружина; 13 – щітка;

14 – втулка; 15 – гайка; 16 – шайба; 17 – гвинт;

18 – підшипниковий щит двигуна

Визначення параметрів:

номінальна частота обертання:

$$\omega_{\text{ном}} = 3000 \frac{\text{об}}{\text{мин}} = 314,16 \frac{\text{рад}}{\text{с}};$$

максимальна частота обертання в заданому діапазоні спостереження:

$$\omega_{\text{max}} = \pm 0,6 \cdot \omega_{\text{ном}} = \pm 0,6 \cdot 314,16 = \pm 188,5 \frac{\text{рад}}{\text{с}};$$

Постійна двигуна

$$C = \frac{M_{ном}}{I_{ном}} = \frac{3.5}{12} = 0.29 \frac{B \cdot c}{рад};$$

Електромагнітна постійна часу двигуна:

$$T_{\vartheta} = \frac{L_{я}}{R_{я}} = \frac{0.53 \cdot 10^{-3}}{0.53} = 1 мс;$$

електромеханічна постійна часу двигуна:

$$T_M = \frac{J_{\partial}}{\beta} = \frac{J_{\partial}}{C^2 / R_{я}} = \frac{1.944 \cdot 10^{-3} \cdot 0.53}{0.29^2} = 12.25 мс;$$

Відношення постійних часу двигуна:

$$m = \frac{T_M}{T_{\vartheta}} = \frac{12.25}{1} = 12.25, \text{ отже, можна прийняти, } T_M \gg T_{\vartheta};$$

напруга двигуна, що відповідає максимальній частоті обертання в заданому діапазоні спостереження:

$$U_{\omega_{max}} = C \cdot \omega_{max} - I_{ном} \cdot R_{я} = 0.29 \cdot 188.5 - 12 \cdot 0.53 = 48.3 В;$$

Вважаючи, що максимальна швидкість діапазону спостереження буде відповідати максимальному завданню на швидкість, що дорівнює $U_{3C} = 10 В$, знаходимо коефіцієнт передачі перетворювача (представивши перетворювач безінерційною ланкою, так як зневажаємо дискретністю ШИП через високу частоту комутації ключів: $f_k = 10 кГц$):

$$K_{II} = \frac{U_{\omega_{max}}}{U_{3C}} = \frac{48.3}{10} = 4.83.$$

Далі визначаємо параметри механічної частини: момент інерції робочого органа:

$$\gamma = \frac{J_1 + J_2}{J_1} = 2 \Rightarrow J_2 = J_1 = 1.944 \cdot 10^{-3} кг \cdot м^2;$$

період и частота пружних коливань:

$$\Omega_y = 2 \cdot \pi \cdot F_y = 2 \cdot \pi \cdot 5 = 31.416 \frac{\text{рад}}{\text{с}}, T_y = \frac{1}{\Omega_y} = \frac{1}{31.416} = 31.83 \text{ мс};$$

коефіцієнт твердості пружної передачі:

$$\Omega_y = \sqrt{\frac{C_{12} \cdot (J_1 + J_2)}{J_1 \cdot J_2}} \Rightarrow C_{12} = \frac{\Omega_y^2 \cdot J_1 \cdot J_2}{J_1 + J_2} = \frac{31.416^2 \cdot 1.944 \cdot 10^{-3} \cdot 1.944 \cdot 10^{-3}}{1.944 \cdot 10^{-3} + 1.944 \cdot 10^{-3}} = 0.959 \frac{\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}}{\text{рад}}$$

коефіцієнт в'язкого тертя:

$$K_{BT} = \frac{0.8 \cdot M_{\text{ном}}}{\omega_{\text{ном}}} = \frac{0.8 \cdot 3.5}{314.16} = 8.9 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}}{\text{рад}};$$

механічна постійна часу робочого органа:

$$T_{M2} = \frac{J_2}{K_{BT}} = \frac{1.944 \cdot 10^{-3}}{8.9 \cdot 10^{-3}} = 0.22 \text{ с}.$$

Розрахунок на втому при вигині зубчастого колеса і вибір модуля зубчастої передачі.

Розрахунок служить для запобігання утомленого зламу зубів. Найбільша напруга вигину виникає в зубі, коли нормальна сила прикладена до вершини зуба (Рис. 4.11.)

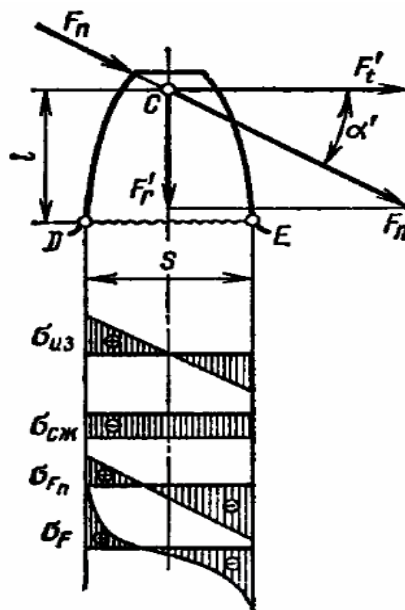


Рисунок 4.11 - Розрахунок для запобігання утомленого зламу зубів

Незалежно від того, скільки пар зубів перебуває в зачепленні, для надійності розрахунку приймаємо, що все навантаження F_n сприймається тільки одним зубом. Перенесемо силу F_n по лінії її дії на вісь симетрії зуба в точку C і розкладемо на дві складові:

окружну F'_t і радіальну F'_r ; тоді

$$F'_t = F_n \cos \alpha = (F_t \cos \alpha) / \cos \alpha_w;$$

$$F'_r = F_n \sin \alpha = (F_t \sin \alpha) / \cos \alpha_w;$$

де α – кут напрямку нормальної сили, прикладеної у вершині зуба, що трохи більше кута α_w ; $F_n = F_t / \cos \alpha$

Сила F'_t згинає зуб, а сила F'_r зжимає його. Найбільша напруга вигину має місце у ніжці зуба в зоні переходу евольвенти в галтель. Тут же спостерігається і концентрація напруг.

За розрахункову напругу на розтягнутій стороні зуба прийmemo ($\sigma_F = \sigma_{из} - \sigma_{сж}$), так як в більшості випадків саме тут виникають тріщини усталостного руйнування.

Для опарного перетину DE , розташованого поблизу хорди основної окружності, запишемо (з урахуванням концентрації напруг)

$$\sigma_F = (F'_t l / W - F'_r / A) K_t \leq [\sigma_F], \quad (4.26)$$

де $W = b_w S^2 / 6$ – осьовий момент опору небезпечного перерізу ніжки зуба;

$A = b_w S$ – площа перетину ніжки зуба;

l – плече сили F'_t щодо небезпечного перерізу;

b_w – довжина зуба (ширина вінця обода колеса);

$[\sigma_F]$ – допустиме напруження вигину;

K_t – теоретичний коефіцієнт концентрації напруг

Величини l і S можна виразити в частках модуля зуба: $l = km$, $S = Cm$, где k і C – коефіцієнти, що враховують форму зуба.

Підставивши у вираження (4.26) вхідні в нього величини, одержимо:

$$\sigma_F = \frac{F_t}{b_w m} \left[\left(\frac{6k \cos \alpha'}{C^2 \cos \alpha_w} - \frac{\sin \alpha'}{C \cos \alpha_w} \right) K_T \right] \quad (4.26)$$

Позначивши вираження у квадратній дужці через Y_F (коефіцієнт форми зуба) і вводячи коефіцієнти розрахункового навантаження $K_{F\beta}$ і K_{Fv} , одержимо формулу для перевірного розрахунку прямозубих передач:

$$\sigma_F = Y_F \frac{F_t}{b_w m} K_{F\beta} K_{Fv} \leq [\sigma_F] \quad (4.27)$$

або

$$\sigma_F = Y_F \frac{W_{Ft}}{m} \leq [\sigma_F] \quad (4.28)$$

Для одержання формули проектувального розрахунку потрібно у рівняння (4.27) підставити наступні величини:

$$F_t = 2 * 10^3 M_1 / m z_1 = 2 * 10^3 * M_2 / m z_1 u;$$

$$b_w = \psi_{bd} d_1 = \psi_{bd} m z_1$$

розрахуємо його відносно m

$$m = \sqrt[3]{2 K_{Fv}} \sqrt[3]{\frac{10^3 M_2 K_{F\beta}}{u z_1^2 \phi_{bd} [\sigma_F]} Y_F}$$

позначимо

$$K_m = \sqrt[3]{2 K_{Fv}}$$

Значення цього коефіцієнта відповідно до рекомендацій ГОСТ 21354–81 для прямозубих передач приймаємо $K_m = 1,4$.

$$m = K_m \sqrt[3]{\frac{10^3 M_2 K_{F\beta}}{u z_1^2 \phi_{bd} [\sigma_F]} Y_F} \quad (4.28)$$

m – модуль зуба, мм;

M_2 – обертаючий момент на колесі, Н*м;

z_1 – число зубів колеса;

$[\sigma_F]$ – допустиме навантаження вигину для матеріалу колеса, МПа.

Коефіцієнт форми зуба Y_F – величина безрозмірна, залежить від числа зубів z і коефіцієнта зсуву x

У нашій випадку обертаючий момент на колесі

$$M_2 = 3,5 \text{ Н*м} * 4 = 14 \text{ Н*м}$$

$$K_{F\beta} = 1,37$$

$$Y_F = 3,63$$

Для консольної передачі при:

$$HB \leq 350,$$

$$\Psi_{bd} = 0,3$$

$$[\sigma_F] = (\sigma_{F \text{ lim } b} / S_F) * Y_R * K_{FL} * K_{FC}$$

S_F – коефіцієнт безпеки приймаємо $S_F = 2,2$

$K_{FL} = 1$ коефіцієнт довговічності

$K_{FC} = 0,7$ при двосторонньому додатку згинаючого зуб навантаження

$\sigma_{F \text{ lim } b}$ - границя витривалості при вигині зубів для Сталі 45 приблизно визначається

$$\sigma_{F \text{ lim } b} = 1,8 * HB_{cp} = 1,8 * 180 = 324$$

Y_R - коефіцієнт враховуючу шорсткість перехідної поверхні зуба $Y_R = 1,05$ при закалці ТВ4

маємо:

$$[\sigma_F] = (324/2,2) * 1,05 * 0,7 = 108 \text{ МПа}$$

підставивши дані отримуємо

$$m = 1,43 \sqrt[3]{\frac{10^3 * 14 * 1,37 * 3,63}{0,25 * 15^2 * 0,3 * 108}} = 1,43 \sqrt[3]{38,2}$$

$$m = 4,72$$

Приймаємо $m = 5$

Розрахунок вала зубчастої передачі на міцність.

На наш вал діє крутячий момент, переданий із шестерні на зубчасте колесо

$$M_2 = 14 \text{ Н*м}$$

Визначимо напругу кручення по формулі

$$\tau = M_K / 0,2 * d^3$$

Знайдемо його значення для кожного діаметра нашого вала

$$d_1 = 85 \text{ мм}, \tau_1 = (14 * 10^3) / 0,2 * 85^3$$

$$d_2 = 76 \text{ мм}, \tau_2 = (14 * 10^3) / 0,2 * 76^3$$

$$d_3 = 70 \text{ мм}, \tau_3 = (14 * 10^3) / 0,2 * 70^3$$

$$d_4 = 54 \text{ мм}, \tau_4 = (14 * 10^3) / 0,2 * 54^3$$

$$d_5 = 40 \text{ мм}, \tau_5 = (14 * 10^3) / 0,2 * 40^3$$

$$\tau_1 = 0,11 \text{ МПа}$$

$$\tau_2 = 0,15 \text{ МПа}$$

$$\tau_3 = 0,20 \text{ МПа}$$

$$\tau_4 = 0,45 \text{ МПа}$$

$$\tau_5 = 1,10 \text{ МПа}$$

4.3 Комп'ютеризація процесу вимірювання.

Аналіз сучасного стану наукових робіт, пов'язаних зі створенням нових методів вимірювання геометричних параметрів авіаційних деталей, свідчить про стрімкий розвиток досліджень у сфері прецензійного та дистанційного вимірювання, автоматизованих методів і методик вимірювання, моделюванні похибки вимірювання та процесу комп'ютерної обробки вимірювальної інформації. Проведений аналіз окремих завдань розроблення методів вимірювання, вирішення яких базується на теорії ймовірностей і математичній статистиці, досліджено способи опису і нормування похибок вимірювання. Та мало хто звернув увагу на визначення імовірність появи аномальних викидів при вимірюванні геометричних параметрів деталі у міжкроковому діапазоні, зумовлених впливом дестабілізуючих факторів зовнішнього і внутрішнього середовища вимірювальної системи.

Проведений аналіз літературних джерел показав, що однією з основних проблем, які виникають у процесі проведення вимірювань на авіаційних підприємствах є дестабілізуючий вплив таких факторів, як зміна

температурного режиму, вібрації, вологості, перепади тиску, негативна дія яких вносить як систематичну складову похибки, так і випадкову може бути причиною прояву певних аномальних викидів при вимірюванні у геометричних параметрів деталей.

Існують проблеми вимірювання поверхонь великогабаритних об'єктів, розміри яких перевищують вимірювальні ходи координатних вимірювальних машин (КВМ). Дослідники даного напрямку пропонують підвищити точність вимірювання та спростити доступ до вимірюваних поверхонь за допомогою трьох певних точок на поверхні вимірюваного об'єкта, які утворюють додаткову вимірювальну ортогональну систему координат. Далі проводяться вимірювання з відліком значень за координатами КВМ і додаткової системи. За різницею цих результатів роблять висновки про розміри вимірювального об'єкта. Проте в дослідженнях не враховується імовірність виявлення аномальних викидів у міжкроковому діапазоні вимірювань, а також проблеми відхилення деталі від заданої форми та розташування поверхонь.

Таким чином, аналіз існуючих методів виявлення аномальних значень показав, що на даний час не існує універсального підходу до вирішення задачі виявлення аномальних значень при проведенні вимірювань геометричних параметрів у виробничих умовах. Кожен з розглянутих методів має ряд обмежень, які часто є вирішальними для їх використання на практиці.

Існують методи вимірювання прецензійних деталей, які базуються на оптичних способах вимірювання поверхні складної геометричної форми, вони дозволяють вимірювати шорсткість поверхні, підвищують точність вимірювання прямолінійності великогабаритних об'єктів, визначити точку перегину. Необхідно примінити конструкції засобів вимірювання лінійнокутових розмірів, що повністю усуває вплив напрямків нерівностей різних типів.

Завадою тут є виокремлення значних деформацій поверхні (тренду), з якою деталь слід забракувати, від показників шорсткості, з якою деталь можна зарахувати до придатних.

Також необхідно приділити увагу питанням технічного удосконалення засобів вимірювання, задля підвищення точності та швидкодії вимірювань, методи вимірювання розглянуті більш поверхово та вимагають подальшого дослідження. Дослідженням способів та розробкою методів вимірювання геометричних параметрів турбінних лопаток та гвинтових поверхонь, а також підвищення точності базування авіаційної деталі повсякчас займаються різні дослідники.

Один із методів полягає в поетапному порівнянні авіаційної деталі з контрольними шаблонами за певним алгоритмом. Але метод зіставлення у цьому випадку є досить трудомістким і вимагає значних витрат часу, а процес вимірювання проводиться тільки в лабораторних умовах. Для проведення вимірювань геометричних параметрів деталей авіаційна промисловість отримала універсальні, автоматичні, досить гнучкі засоби - координатні вимірювальні машини (КВМ), укомплектовані програмним забезпеченням для цілей управління і обробки результатів вимірювання. Використання принципів оперативного і діалогового програмування дало можливість автоматизувати процес вимірювань авіаційних деталей, спростити розрахункові роботи та підвищити точність вимірювань.

Відомі результати аналізу сучасних геометричних параметрів координатно-вимірювальних машин, які дозволяють проводити вимірювання авіаційних деталей шляхом контролю їх геометричної форми та доведено, що застосування КВМ на авіаційних підприємствах дозволяє підвищити продуктивність і точність вимірювання авіаційних деталей будь-якої форми та розмірів, а також забезпечити повну автоматизацію як на етапі реалізації координатного методу вимірювань, так і на етапі обробки результатів цих вимірювань.

Висновки:

В спеціальній частині даного дипломного проекту розглянуті різні види координатно-вимірювальних машин та методи обчислення.

В результаті оглядового дослідження розглянуті методи вимірювання геометричних параметрів авіаційних деталей.

Список використаної літератури

1. Абібов А.А. та ін. "Технологія літакобудування" – м.: Машинобудування, 1982-551с.
2. Арсон л. д. та ін. "Проектування стиснутих панелей": Навчальний посібник. - Х.: ХАІ, 1981-67с.
3. Бабушкін А.І. та ін. "Розробка циклових графіків складання літакових конструкцій": Навчальний посібник. - Х.: ХАІ, 1989-67с.
4. Бобук і. М. "Економіка машинобудівного виробництва" – Мінськ: Вища школа, 1990.
5. Євсєєв Л.А. "Розрахунок на міцність крила великого подовження": Навчальний посібник. - Х.: ХАІ, 1984-120с.
6. Єршов В.і., Павлов В. В. та ін. "технологія складання літаків" – м.: Машинобудування, 1986 – 456с.
7. Житомирський г.і. "Конструкція літаків" – м.: Машинобудування, 1991 – 400с.
8. Кононенко В. Г. та ін. "Технологія виробництва літальних апаратів": Навчальний посібник. - Київ: Вища школа, 1974-222с.
9. Кулішова і. в., Ткачова А. Д. "Охорона праці": Навчальний посібник. - Х.: ХАІ, 1980-128с.
10. Пархоменко О.М., Калія В. і. "економічне проектування цехів": Навчальний посібник. - Х., ХАІ, 1977-117с.
11. Довідник технолога машинобудівника./ У 2-х томах під ред.Косилової А. Г. і Мещерякова Р. К. – М.: Машинобудування, 1986.
12. Федорченко Б. Д., Бабушкін А.і. "Технологічна підготовка і технологія виробництва складально-монтажних робіт в літакобудуванні": Навчальний посібник. - Х.: ХАІ, 1989.
13. Тихомиров В.А. "Основи проектування літакобудівних заводів і цехів" – м.: Машинобудування, 1975 – 471с.

ДОДАТКИ