

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут аерокосмічних технологій

Кафедра авіа- та ракетобудування

«На правах рукопису»
УДК 629.7.024.52

До захисту допущено:

В. о. завідувача кафедри

_____ Володимир КАБАНЯЧИЙ

«__» _____ 2020 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою «Літаки і вертольоти»

зі спеціальності 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

на тему: «Застосування сучасних складальних і технологічних баз під час виготовлення відсіків літака»

Виконав:

студент VI курсу, групи АЛ-з91мп
Герасименко Олексій Ігоревич _____

Керівник:

професор, д.т.н., професор кафедри
Сухов Віталій Вікторович _____

Консультант: _____

Рецензент:

доцент, к.т.н., доцент каф. СКЛА
Сердюк Анатолій Анатолійович _____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут аерокосмічних технологій
Кафедра авіа- та ракетобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – **134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»**

Освітньо-професійна програма «Літаки і вертольоти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри

_____ Володимир КАБАНЯЧИЙ

«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Герасименку Олексію Ігоревичу

1. Тема дисертації «Застосування сучасних складальних і технологічних баз під час виготовлення відсіків літака», науковий керівник дисертації Сухов Віталій Вікторович, д.т.н., професор, затверджені наказом по університету від «02» грудня 2020 р. №3436-с
2. Термін подання студентом дисертації 10 грудня 2020 р.
3. Об'єкт дослідження відсіки фюзеляжу Ф-2 літака Ан-140
4. Вихідні дані
 - 4.1. Максимальний діаметр відсіку – 2600 мм.
 - 4.2. Точність по стикам – $\pm 0,1$ мм.
 - 4.3. Точність складання по контуру – ± 1 мм.
 - 4.4. Відсік-аналог – відсік Ф-2 фюзеляжу Ан-140-100.
 - 4.5. Пріоритетні складальні бази – отвори.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити
 - 5.1. Складальне виробництво: стан та тенденції розвитку.
 - 5.2. Формування термінологічного базису.
 - 5.3. Вплив конструкцій із композиційних матеріалів на призначення баз та вибір обладнання для складання.
 - 5.4. Сучасні складальні і технологічні бази, що використовуються для виготовлення відсіків літаків.
 - 5.5. Обладнання для базування складових частин відсіків за прогресивними базами.
 - 5.6. Розробка схеми складання і ув'язки відсіку фюзеляжу.
 - 5.7. Розробка технології складання відсіку фюзеляжу.
 - 5.8. Розробка стартап-проекту.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

6.1 Складальне виробництво: стан та тенденції розвитку.

6.2 Формування термінологічного базису.

6.3 Вплив конструкцій із композиційних матеріалів на призначення баз та вибір обладнання для складання.

6.4 Пропозиції щодо використання сучасного обладнання для базування.

6.5 Модифікована схема складання і ув'язки відсіку фюзеляжу.

6.6 Технологія складання відсіку фюзеляжу.

7. Орієнтовний перелік публікацій

7.1. Стаття у фаховому виданні.

7.2. Доповідь на науково-технічній конференції з публікацією тез.

8. Дата видачі завдання 01.10. 2019

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Складальне виробництво: стан та тенденції розвитку.	до 10.11.2019р.	
2.	Формування термінологічного базису.	до 29.11.2019 р.	
3.	Вплив конструкцій із композиційних матеріалів на призначення баз та вибір обладнання для складання.	до 01.02.2020 р.	
4.	Сучасні складальні і технологічні бази, що використовуються для виготовлення відсіків літаків.	до 20.03.2020 р.	
5.	Обладнання для базування складових частин відсіків за прогресивними базами.	до 01.07.2020 р.	
6.	Розробка схеми складання і ув'язки відсіку фюзеляжу.	до 30.09.2020 р.	
7.	Розробка технології складання відсіку фюзеляжу.	до 20.11.2020 р.	
8.	Розробка стартап-проекту.	до 07.12.2020 р.	
9.	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу.	до 10.12.2020 р.	
10.	Перевірка на плагіат	до 10.12.2020 р.	

Студент

Олексій ГЕРАСИМЕНКО

Науковий керівник

Віталій СУХОВ

Зміст

Перелік умовних позначень, скорочень і термінів.....	10
Вступ. Актуальність теми та її практичне значення.....	11
1.Складальне виробництво: стан та тенденції розвитку.....	13
Висновки по розділу.....	18
2.Формування термінологічного базису.....	19
Висновки по розділу.....	20
3.Вплив конструкцій із композиційних матеріалів на призначення баз та вибір обладнання для складання.....	21
3.1. Композиційні матеріали та конструкції з них.....	21
3.2. Особливості та вплив.....	25
Висновки по розділу.....	30
4.Сучасні складальні і технологічні бази, що використовуються для виготовлення відсіків літаків	31
Висновки по розділу.....	42
5.Обладнання для базування складових частин відсіків за прогресивними базами.....	43
Висновки по розділу.....	47
6.Розробка схеми складання і ув'язки відсіку фюзеляжу.....	48
Висновки по розділу.....	52
7.Розробка технології складання відсіку фюзеляжу.....	53
7.1.Розробка технічних умов постачання складових частин на складання (монтаж, випробування) об'єкта.....	53
7.2.Вибір, технічний опис та обґрунтування засобів технологічного оснащення для складання об'єкта.....	59

АЛЗмп9102.10.01.03.00 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата
		Розроб. Герасименко		
		Перевір. Сухов		
		Т. контр.		
		Н. контр. Поваров С.А.		
		Затв. Кабанячий В.В.		
Застосування сучасних складальних і технологічних баз під час виготовлення відсіків літака			Літ.	Аркуш
			8	Аркуші
			КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. АРБ гр. АЛ-391мп	

7.3.Розробка робочого технологічного процесу складання об'єкта в маршрутно-операційному описі. Оформлення на бланках.....	64
Висновки по розділу.....	65
8.Розробка стартап-проекту.....	66
8.1.Опис ідеї проекту.....	66
8.2.Технологічний аудит проекту.....	68
8.3.Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	68
8.4.Розробка ринкової стратегії проекту.....	75
8.5.Розробка маркетингової програми стартап-проекту.....	77
8.6.Очікувана ефективність стартап-проекту.....	80
Висновки по розділу.....	81
ВИСНОВКИ.....	82
Список використаних джерел.....	84

Реферат

Магістерська дисертація: «Застосування сучасних складальних і технологічних баз під час виготовлення відсіків літака», 85 сторінок, 32 малюнка, більше 20-ти таблиць, 19 посилань.

Актуальність: застосування сучасних способів базування дозволить знизити трудомісткість складання та затрати на технологічну підготовку виробництва.

Мета роботи: розглянути застосування сучасних складальних і технологічних баз під час виготовлення відсіків літака.

Об'єкт дослідження: відсіки фюзеляжу Ф-2 літака Ан-140

Вихідні дані:

максимальний діаметр відсіку – 2600 мм;

точність по стикам – $\pm 0,1$ мм;

точність складання по контуру – ± 1 мм;

відсік-аналог – відсік Ф-2 фюзеляжу Ан-140-100;

пріоритетні складальні бази – отвори.

Методи дослідження: аналіз публікацій, щодо стану складального виробництва і виділення основних тенденцій його розвитку; аналіз публікацій присвячених базам (складальним і технологічним) і формування адаптивних понять складальних і технологічних баз; аналіз особливостей конструкцій із композиційних матеріалів, на основі яких виділяються методи складання (складальні бази) які доцільно застосовувати; вибір обладнання для призначення обраних складальних баз і складання конструкцій з композиційних матеріалів; аналіз сучасних складальних і технологічних баз, які застосовуються для виготовлення відсіків літаків; запропоноване сучасне обладнання для базування складових частин відсіків, а саме, лазерні трекери, інтерферометри, далекоміри; була розроблена схема складання і ув'язки відсіку, в якій замість традиційних креслень використовуються електронні моделі і сучасне обладнання; розробка технології складання відсіку фюзеляжу з використанням в якості складальних баз лише отворів, а саме складальних і базових; розробка стартап-проекту для визначення можливості

ринкової комерціалізації розробленої технології складання відсіку фюзеляжу літака.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Описано сучасні складальні та технологічні бази, що використовуються при виготовленні відсіків.
2. Описано вплив конструкцій з композиційних матеріалів на застосування баз і вибір обладнання для складання.

Практичне значення одержаних результатів: використання в якості складальних баз складальних і базових отворів при складанні відсіків літаків дозволить зменшити трудомісткість, за рахунок зменшення ручної праці механізованим інструментом, а також витрати на складальне пристосування за рахунок спрощення його конструкції.

Апробація результатів дисертації: науково-практична конференція студентів та молодих вчених «Авіа – ракетобудування: Перспективи та напрямки розвитку».

Публікація: Фахове видання.

Ключові слова: складальні бази, технологічні бази, технологія складання, базування.

Report

Master's degree dissertation: «Application of modern frame-clamping and technological bases is during making of compartments of airplane», 85 pages, 32 pictures, more than 20-ти tables, 19 references.

Actuality: application of modern methods of basing will allow to bring down lab our intensiveness of stowage and expense on technological preproduction.

Aim of work : to consider application of modern frame-clamping and technological bases during making of compartments of airplane.

Research object: compartments of fuselage of Φ - of 2 airplanes of АН - 140.

A weekend is given:

- is a maximal diameter of compartment - 2600 mm;
- it is exactness for to the joints - $\pm 0,1$ mm;
- exactness of stowage is - ± 1 mm contoured;
- it is a compartment-analogue - cut off Φ -2 fuselages of АН-140-100;
- are priority frame-clamping bases - opening.

Research methods: analysis of publications, in relation to the state of frame-clamping production and selection of basic tendencies to his development; analysis of publications devoted to the bases (frame-clamping and technological) and forming of adaptive concepts of frame-clamping and technological bases; analysis of features of constructions from composition materials, on the basis of that the methods of stowage (frame-clamping bases) are distinguished that it is expedient to apply; a choice of equipment is for setting of select frame-clamping bases and stowage of constructions from composition materials; analysis of modern frame-clamping and technological bases that are used for making of compartments of airplanes; offer modern equipment for basing of component parts of compartments, namely, laser trackers, interferometers, range-finders; there was the worked out chart of stowage and tying up of compartment, in that instead of traditional drafts electronic models and modern equipment are used; development of technology of stowage of compartment of fuselage is with using as frame-

clamping bases only of opening, namely frame-clamping and base; development of start - to the project is for determination of possibility of market commercialization of the worked out technology of stowage of compartment of fuselage of airplane.

Scientific novelty of the got results:

1. Modern frame-clamping and technological bases that is used for making of compartments are described.

2. Influence of constructions is described from composition materials on application of bases and choice of equipment for a stowage.

Practical value of the got results: using as frame-clamping bases of the frame-clamping and base opening at the stowage of compartments of airplanes will allow to decrease lab our intensiveness, due to reduction of hand lab our by the mechanized instrument, and also charges on frame-clamping adaptation due to simplification of his construction.

Approbation of results of dissertation: research and practice conference of students and young scientists "Air is a rocket production: Prospects and directions of development".

Publication: Professional edition.

Keywords: frame-clamping bases, technological bases, technology of stowage, basing.

Висновки

На підставі виконаних досліджень зроблені наступні висновки:

1. Перехід від застосування у якості складальних баз поверхонь, а саме зовнішньої і внутрішньої поверхні обшивки, до застосування лише отворів, а саме СО і БО, під час складання відсіків фюзеляжу дозволить зменшити трудомісткість за рахунок усунення необхідності у свердлінні отворів ручним МІ, а також зменшити затрати на складальні пристосування за рахунок спрощення їх конструкції.

2. На основі аналізу особливостей конструкцій із КМ, які активно застосовуються у літаках закордонних авіабудівних фірм, таких як Airbus і Boeing, (але, на жаль, не на вітчизняних) було виявлено, що СО і БО ідеально підходять для використання їх у якості складальних баз при застосуванні таких конструкцій.

3. При розробці схеми складання і ув'язки мною було запропоновано використати у якості першоджерела інформації ЕМ замість креслення. На її основі будуть розроблятися першоджерела ув'язки, а саме УП. В якості засобів ув'язки мною пропонується застосовувати обладнання з ЧПУ.

Ці заходи дозволять:

- зменшити трудомісткість на 25-30 %;
- забезпечити необхідну точність;
- зменшити затрати на оснащення;
- підвищити продуктивність на 15 %.

4. В якості обладнання для базування мною було обране сучасне лазерне обладнання, а саме лазерний далекомір, лазерний трекер і лазерний інтерферометр. Останній, за рахунок можливості контролю положення осей, обраний саме з огляду на застосування СО і БО.

Результати дисертації:

апробовані на науково-практичній конференції студентів та молодих вчених «Авіа - ракетобудування:Перспективи та напрямки розвитку» з публікацією тез;

опубліковані у формі статті у фаховому виданні.

Список використаних джерел

1. Кривцов В.С., Воронько В.В., Зайцев В.Е. Современные перспективы развитие технологии сборки авиационных конструкций// Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков/ ISSN 1815-2066. Nauka innov. 2015, 11(3): 12—20
2. Воронько В.В., Воробьев Ю.А., Григоренко О.В. Нечеткая модель формирования виртуальных баз роботом-манипулятором при конвейерной сборке планера самолета // Зб. наук. пр. «Системы обробки інформації» / М-во оборони України, Харк. ун-т повітр. сил ім. Івана Кожедуба. — Харків, 2012. — Вип. 7 (105). — С. 64—68.
3. Воронько В.В. Концепция создания программного обеспечения для визуализации процессов сборки плоских узлов планера самолета // Авиационно-космическая техника и технология. — 2013. — № 2 (99). — С. 21—24.
4. ГОСТ 21495-76 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения/
5. ДСТУ 2232-93 Базування та бази в машинобудуванні. Терміни та визначення.
6. ГОСТ 3.1107-81 Единая система технологической документации. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения.
7. Дерібо О.В. Основи технології машинобудування частина 2/ Вінниця ВНТУ 2014р.
8. Методи збирання та складальні бази (um.co.ua - Учбові Матеріали для студентів і школярів України).
9. Ярушин С.Г. Технологічні процеси в машинобудуванні//2014р.
10. Сборочные, монтажные и испытательные процессы в производстве летательных аппаратов: Учебник для студентов высших технических

- учебных заведений / В.А. Барвинок, В.И. Богданович, П.А. Бордаков и др. Под ред. проф. В.А. Барвинка. – М. – Машиностроение. 1996. – 576 с.
11. Статья «Особенности базирования деталей по сборочным отверстиям» / В.В. Самохвалов, В.М. Чернов.
 12. Особенности технологии сборки планера самолета: учеб. Пособие / Р.И. Гусева – Комсомольск-на-Амуре; ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2013. – 133 с.
 13. Безъязычный В.Ф. Справочник фрезеровщика/ 2010р.
 14. Гайдачук В.Е., Коваленко В.А., Потапов А.М. Основные принципы и правила проектирования технологических процессов производства агрегатов ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов/ статья/УДК 629.79/ 2013р.
 15. Сайти компаній виробників приладів.
 16. ОСТ 1.42296-85 Система ув'язки геометричних параметрів і забезпечення взаємозамінності вузлів і агрегатів літальних апаратів.
 17. Конструкторська документація на відсік.
 18. Методичні рекомендації до виконання розділу «розробка стартап-проекту»
 19. Офіційні відео компаній Airbus і Boeing.