

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

Інститут аерокосмічних технологій

Кафедра авіа- та ракетобудування

«На правах рукопису»
УДК 629.7.047.2

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: «Катапультне крісло пілота літака»

Виконав:

студент VI курсу, групи АЛ-з91мп
Загідько Сергій Валерійович _____

Керівник:

Доцент, к.т.н.,
Бондар Юрій Іванович _____

Рецензент:

Асистент каф. СКЛА
Трунов Віктор Юрійович _____

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

Студент _____

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
Загідьку Сергію Валерійовичу

1. Тема дисертації «Катапультне крісло пілота літака», науковий керівник дисертації Бондар Юрій Іванович, к.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від « 02 » грудня 2020р. №3436-с
2. Термін подання студентом дисертації 10 грудня 2020 р.
3. Об'єкт дослідження Катапультне крісло
4. Вхідні дані: Висота катапультивання - 100 м.;
Швидкість польоту 720 км/год.;
Швидкість катапультивання $V_k = 20\text{м/с.}$;
Вага пілота та крісла $G_0 = 180\text{ кг.}$;
Направляючі крісла розташовані під кутом $\alpha = 70$.

Перелік завдань, які потрібно розробити

- 5.1. Підбір статистики по катапультируемим кріслам.
- 5.2. Новітні конструктивні рішення, спрямовані на підвищення вірогідності спасіння пілота при аварії літака.
- 5.3. Основні агрегати та конструктивна схема крісла катапульти.
- 5.4. Розрахунок траєкторії руху катапультируемого крісла.
- 5.5. Визначення аеродинамічних навантажень на катапультируеме крісло.
- 5.6. Розрахунок парашуту.
- 5.7. Розробка блоку роз'єднання зв'язків з бортом літака.
- 5.8. Розробка стартап-проекту.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу:

6.1. Види та засоби порятунку екіпажу та огляд конструкції катапультируемого крісла.

6.2. Схема процесу аварійного покидання літака та послідовність спрацювання елементів систем крісла.

6.3. Наближений розрахунок траєкторії крісла та максимальних навантажень на купол парашуту.

6.4. Блок роз'єднання зв'язків з бортом крісла катапульти літака винищувача.

6.5. Узагальнюючий плакат.

6.6. Стартап-проект

6.7. Висновки.

7. Орієнтовний перелік публікацій:

7.1. АКТ впровадження результатів магістерської дисертації.

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

8. Дата видачі завдання: 01.10.2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Підбір статистики по катапультируемым кріслам. Аналіз аналогів та технічної літератури для виконання дисертації.	до 29.11.2019 р.	
2.	Новітні конструктивні рішення, спрямовані на підвищення вірогідності спасіння пілота при аварії літака	до 01.02.2020 р.	
3.	Основні агрегати та конструктивна схема крісла катапульти	до 20.03.2020 р.	
4.	Система керування катапультируемым кріслом	до 01.07.2020 р.	
5.	Розрахунок траєкторії руху катапультируемого крісла	до 30.09.2020 р.	
6.	Визначення аеродинамічних навантажень на катапультируемое крісло	до 31.10.2020 р.	
7.	Розробка блоку роз'єднання зв'язків з бортом літака	до 30.11.2020 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

Сергій ЗАГІДЬКО

Науковий керівник

Юрій БОНДАР

3. Реферат

Магістерська дисертація: "Катапультне крісло пілота літака", 153 сторінки, 42 рисунків, 36 таблиць, 18 посилань.

Актуальність: крісло-катапульта — це рятувальна система для швидкої евакуації екіпажу, переважно військового літака, гвинтокрила у випадку аварійної ситуації.

Евакуація здійснюється за рахунок відстрілювання (катапультування) крісла разом з пілотом з літального апарату за допомогою стисненого повітря, порохового заряду, ракетної системи, після чого крісло автоматично відкидається та пілот приземляється на парашуті. У деяких типів літаків катапультуються аварійно-рятувальні капсули та кабіни, разом з розміщеними у них пілотами.

Катапультне крісло забезпечує порятунок члена екіпажу в широкому діапазоні швидкостей і висот польоту літака, включаючи зліт, після посадочний пробіг, режим нульової висоти і швидкості, і застосовується в поєднанні із захисним обладнанням.

Катапультування починається при витягуванні поручнів і забезпечується роботою системи управління катапультуванням і механізмів блокування.

Кисневе забезпечення члена екіпажу від бортового кисневого обладнання в польоті до аварійного запасу під час катапультування виробляється кисневою системою крісла, що складається з об'єднаного роз'єму комунікацій, блоку кисневого устаткування з аварійним запасом кисню.

Мета роботи: розрахунок траєкторії руху крісла катапульти, визначення основних навантажень діючих на крісло і конструювання блоку роз'єднання зв'язків з бортом літака крісла-катапульти літака винищувача.

Об'єкт дослідження: Катапультне крісло пілота літака.

Вихідні дані: Висота катапультивання - 100 м.; Швидкість польоту 720 км/год.; Швидкість катапультивання $V_k = 20\text{ м/с.}$; Вага пілота та крісла $G_0 = 180\text{ кг.}$; Направляючі крісла розташовані під кутом $\alpha = 70$.

Методи дослідження: розрахунок параметрів процесу катапультивання проведено за теорією імпульсу; використані керівництва для конструкторів по проектуванню авіаційних засобів порятунку та розрахунку парашутного обладнання; аеродинамічні розрахунки виконано панельним методом безвідривного обтікання.

Наукова новизна одержаних результатів: проведено аналіз сучасних існуючих засобів забезпечення порятунку екіпажу під час виникнення аварійної ситуації; проведені параметричні розрахунки обраного прототипу, розрахована і проаналізована траєкторія руху крісла під час катапультивання; проаналізовано етапи спрацьовування систем крісла; розраховані навантаження які діють на крісло; проведено розрахунок парашута і визначені навантаження які діють на купол; запропоновано принципово новий блок роз'єднання зв'язків крісла-катапульти з бортом літака

Практичне значення одержаних результатів: виконано аналіз та розрахунок конструктивних особливостей катапультичного крісла КМ-1, що встановлюється на літаки: Міг-21, Міг-23, Міг-25, Міг-27. Згідно завдання на роботу розроблена конструкція блоку роз'єднання зв'язків з бортом літака крісла-катапульти літака винищувача.

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

Впровадження: результати наукових досліджень впроваджені у наукову базу знань та інформації інвестиційної компанії «Боміс», що підтверджено відповідним актом.

Ключові слова: крісло-катапульта ; пороховий заряд, ракетна система; теорія імпульсу; аеродинаміка; авіаційні засоби порятунку.

Abstract

Master's thesis: "Catapult seat of the pilot of the aircraft", 153 pages, 42 figures, 36 tables, 18 references.

Relevance: the catapult chair is a rescue system for rapid evacuation of the crew, mainly of a military aircraft, a helicopter in case of an emergency. Carried out by firing (ejection) of the seat together with the pilot from the aircraft with compressed air, powder charge, missile system, after which the seat is automatically folded and the pilot lands on a parachute. In some types of aircraft, rescue capsules and cabins are ejected, together with the pilots placed in them.

Purpose: calculation of the trajectory of the catapult seat, determination of the main loads acting on the seat and the design of the unit for disconnection of the links on board the aircraft of the catapult seat of the fighter aircraft.

The catapult seat provides rescue to a crew member over a wide range of aircraft speeds and altitudes, including take-off, after landing, zero altitude and speed, and is used in conjunction with protective equipment.

Ejection begins when the handrails are pulled out and is provided by the operation of the ejection control system and locking mechanisms.

Oxygen supply to the crew member from the on-board oxygen equipment in flight to the emergency reserve during the ejection is produced by the oxygen system of the chair, which consists of a combined communications connector, a unit of oxygen equipment with emergency oxygen supply.

Object of study: Catapult seat of the pilot of the aircraft.

Initial data: Ejection height - 100 m .; Flight speed 720 km / h; Ejection speed $V_k = 20\text{m} / \text{s}$.; Pilot and seat weight $G_0 = 180\text{ kg}$; The guide seats are located at an angle $\alpha = 70$.

Research methods: calculation of parameters of the ejection process was carried out according to the theory of momentum; used guides for designers to design aircraft rescue and calculation of parachute equipment; aerodynamic calculations were performed by the panel method of continuous flow.

Scientific novelty of the obtained results: the analysis of modern existing means of ensuring the rescue of the crew in the event of an emergency; performed parametric calculations of the selected prototype, calculated and analyzed the trajectory of the chair during the ejection; the stages of operation of the chair systems are analyzed; calculated loads acting on the chair; the calculation of the parachute was carried out and the loads acting on the dome were determined; a fundamentally new unit for disconnecting the catapult seat from the aircraft is proposed

Practical significance of the obtained results: analysis and calculation of design features of the catapult seat KM-1, which is installed on aircraft: MiG-21, MiG-23, MiG-25, MiG-27. According to the task for work the design of the block of disconnection of communications with a board of the plane-catapult of the fighter plane is developed.

Approbation of dissertation results: scientific-practical conference of students and young scientists "Air-rocket building: Prospects and directions of development".

Implementation: the results of scientific research have been introduced into the scientific knowledge base and information of the investment company Bomis, which is confirmed by the relevant act.

Keywords: catapult chair; powder charge, missile system; momentum theory; aerodynamics; aircraft rescue equipment.

Зміст

Перелік умовних позначень, скорочень і термінів.....	10
Вступ. Актуальність теми та її практичне значення.....	11
1. Сучасні системи порятунку в авіації.....	14
1.1. Сучасні системи порятунку пілотів на літаках.....	14
1.2. Сучасні конструктивні рішення направлені на підвищення ймовірності порятунку пілота при аварії літака.....	36
1.3. Основні агрегати і конструктивна схема крісла-катапульти.....	42
1.4. Система управління катапультичним кріслом.....	58
1.5. Системи роз'єднання зв'язку з бортом літака.....	84
1.6. Обґрунтування вибору прототипу.....	86
Висновки по розділу.....	88
2. Розрахунок основних параметрів крісла-катапульти.....	89
2.1. Розрахунок траєкторії руху катапультичного крісла.....	89
2.2. Розрахунок аеродинамічних навантажень на катапультичне крісло.....	98
2.3. Розрахунок парашута.....	101
Висновки по розділу.....	111
3. Блок роз'єднання зв'язку з бортом літака.....	112
3.1. Аналіз конструктивних особливостей систем роз'єднання зв'язку з бортом літака під час катапультивання.....	112
3.2. Розробка блоку роз'єднання зв'язку з бортом літака під час Катапультивання.....	115
Висновки по розділу.....	118

АЛЗМП9103 10.01.00.00 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата
		Розроб. Загідько С.В.		
		Перевір. Бондар Ю.І.		
		Т. контр.		
		Н. контр. Поваров С.А.		
		Затв. Кабанячий В.В.		
Катапультичне крісло пілота літака			Літ.	Аркуш
			8	154
<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. АРБ гр. АЛ-391мп</i>				

4. Розробка стартап-проекту.....	119
4.1. Опис ідеї проекту.....	119
4.2. Технологічний аудит проекту.....	121
4.3. Аналіз ринкових можливостей для запуску проекту.....	121
4.4. Ринкова стратегія стартап-проекту.....	143
4.5. Маркетингова програма стартап-проекту.....	145
Висновки по розділу.....	150
ВИСНОВКИ.....	151
Список використаних джерел.....	152

Висновки

Магістерська дисертація присвячена питанню розрахунку траєкторії руху крісла катапульти, визначенню основних навантажень діючих на крісло і конструювання блоку роз'єднання зв'язків з бортом літака крісла-катапульти літака винищувача.

На підставі виконаних досліджень зроблені наступні висновки:

1. Проведено аналіз сучасних існуючих засобів забезпечення порятунку екіпажу під час виникнення аварійної ситуації.
2. Проведені розрахунки основних параметрів обраного прототипу, розрахована і проаналізована траєкторія руху крісла під час катапультивання.
3. Проаналізовано етапи спрацьовування систем крісла.
4. Розраховані основні навантаження які діють на крісло
5. Проведено розрахунок парашута і визначені навантаження які діють на купол.
6. Розроблена конструкція блоку роз'єднання зв'язків з бортом літака крісла-катапульти літака винищувача.

Результати дисертації:

Апробовані на науково–практичній конференції студентів та молодих вчених «Avia- and rocket production: trends and directions» з публікацією тез;Тези на конференцію «Avia- and rocket production: trends and directions»

Результати наукових досліджень впроваджені у наукову базу знань та інформації інвестиційної компанії «Боміс», що підтверджено відповідним актом.

Список використаних джерел

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Катапультируемое_кресло - электронная энциклопедия. С. 14
2. <https://www.popmech.ru/made-in-russia/5405-ushel-v-pokhod-podzemokhod-gluboko-koraem/> С. 14-18
3. <http://ooobskspetsavia.ru/2015/11/05/sovremennye-parashyutnye-sistemy/> С.18-34
4. <http://ooobskspetsavia.ru/2015/11/09/typovye-sxemy-katapultnyx-kresel/> С. 36-58
5. <http://ooobskspetsavia.ru/2015/11/10/katapultnoe-kreslo-km-1/> С. 58-84
6. http://www.bredow-web.de/Luftwaffenmuseum/Kampfjets/MiG-23_ML/mig-23_ml.html С. 86-87
7. Лобанов Н.А. Основы расчета и конструирования парашютов /М.: Машиностроение, - 1965, - 365 с.
8. Агроник А.Г. , Эгенбург Л.И. Развитие авиационных средств спасения / М.: Машиностроение, - 1990 , - 255 с.
9. Алексеев С.М., Балкинд Я.В. Средства спасения экипажа самолета / М.: Машиностроение, - 1975, - 432 с.
10. Политехнический словарь. Гл. ред. И. И. Артоболевский. – М.: «Советская энциклопедия», 1977.
11. <https://igorpmigse.livejournal.com/234914.html>

Додаткова література.

12. Юдіна Н. В. Визначення циклічних залежностей в економіці України на основі аналізу окремих макроекономічних показників. Економічний Вісник НТУУ «КПІ». №13(2016). <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/80084/75643>
13. Юдина Н. В. Антикризисные маркетинговые инструменты С. 137-140 инновационного развития предприятий / Н.В. Юдина // Маркетинг и финансы. –2014. – Т. 1. С. 137-140

14. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. С. 119-149
15. Владимірова М. С. Дослідження ринку консалтингових послуг в Україні/ М. С. Владимірова, ю. О. Маньковська// Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, – 2015
16. Форсайт економіки України: середньостроковий (2015–2020 роки) і довгостроковий (2020–2030 роки) часові горизонти / наук. керівник проекту акад. НАН України М. З. Згуровський // Міжнародна рада з науки (ICSU); Комітет із системного аналізу при Президії НАН України; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»; Інститут прикладного системного аналізу НАН України і МОН України; Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку. — Київ : НТУУ «КПІ», 2015.
17. Yudinа N.V. Methods of the Startup-Project Developing Based on ‘the Four-Dimensional Thinking’ in Information Society // Marketing and Management of innovations. – 3’2017. – P.245-256.-DOI:10.21272/mmi.2017.3-23 Access mode : <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/journals/2017/3/245-256>.
18. Юдіна Н.В. Управління майбутнім на основі концепції інноваційного розвитку // Антикризове управління економікою України: нові виклики. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, КНЕУ ім. В.Гетьмана, 15-17 грудня 2015 року). – 2015.