

ISSN 1512-4916

1(10) / 2015

AIR TRANSPORT

International scientific journal

ВОЗДУШНЫЙ ТРАНСПОРТ

Международный научный журнал

Tbilisi - Тбилиси

2015

AIR TRANSPORT, №2(10), 2015

ВОЗДУШНЫЙ ТРАНСПОРТ, №2(10), 2015

The journal is periodical

Журнал является периодическим

Homepage:

<http://www.ssu.edu.ge> AIR TRANSPORT

AIR TRANSPORT

AIR TRANSPORT

FOUNDER

Aviation University of Georgia

EDITOR-IN-CHIEF

Sergo Tepnadze, professor; academician of Engineering Academy of Georgia; The Member of the New York Academy of Sciences and International Academy of Transport; Rector Aviation University of Georgia. 16, Ketevan Tsamebuli str, Tbilisi, 0144, GEORGIA
Tel:+(99532) 2773138; Tel/Fax +(99532) 2776572;
E-mail: mail@ssu.edu.ge.

EDITOR

Archil Betaneli, professor of engineering faculty, honourable doctor of quality support service Aviation University of Georgia.

DEPUTY EDITORS

Pantiko Tordia, professor of engineering faculty of Aviation University of Georgia.
Gela Kipiani, professor, Deputy Rector for Research of Aviation University of Georgia.
Georgian state prize winner in science and technology.

Executive secretary
Manana Kalandadze

SCIENTIFIC-EDITORIAL BOARD

Professor A. Apkhaidze TBILISI. GEORGIA.
Professor A. Guran OTTAVA, ONTARIO CANADA
Professor A. Hasanoglu Hasnov IZMIR, TURKEY.
Professor S. Bliadze TBILISI. GEORGIA.
Professor R. Głębocki WARSAW, POLAND.
Professor D. Vepkvadze TBILISI. GEORGIA.
Professor A. Dumbadze TBILISI. GEORGIA.
Professor N. Dmitrichenko KIEV. UKRAINE.
Professor B. Zubkov MOSCOW. RUSSIA.
Professor V. Kobrin KHARKOV. UKRAINE.
Professor L. Kondratjeva SAINT PETERSBURG, RF.
Professor D. Kubeckova OSTRAVA, CZECH REPUBLIC.
Professor Y. Sukhitasvili TBIISI. GEORGIA.
Professor V. Tsipenko MOSCOW. RUSSIA.
Professor G. Tsirekidze TBILISI. GEORGIA.

EXECUTIVE COUNCIL OF “ELIGHT SAFETY ISSUES”

Chairman: **Professor S. Tepnadze** Georgia.
Vice-chairman: **Professor G. Kipiani** Georgia.
Secretary: **Professor K. Davitadze** Georgia.

Council members: **Professor A. Dumbadze** Georgia
Professor G. Tsirekidze Georgia

ВОЗДУШНЫЙ ТРАНСПОРТ

УЧРЕДИТЕЛЬ

Авиационный университет Грузии

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

С.А.Тепнадзе, профессор; Академик инженерной академии Грузии и международной академии транспорта; Член Нью-Йоркской академии наук; Ректор Авиационного университета Грузии. Грузия, Тбилиси, 0144, пр. Кетewan Цамебули №16 Тел. +(99532) 2773138 Тел/факс +(99532) 2776572 эл-почта: mail@ssu.edu.ge.

РЕДАКТОР

А.И.Бетанели, профессор инженерного факультета, почётный доктор службы обеспечения качества Авиационного университета Грузии.

ЗАМЕСТИТЕЛИ РЕДАКТОРА

П.Ш. Тордия, профессор инженерного фак-та Авиационного университета Грузии.

Г.О. Кипиани, профессор, заместитель ректора по научной работе Авиационного университета Грузии. Лауреат государственной премии Грузии

Ответственный секретарь

М.Г.Каландадзе

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Профессор А.А. Апхаидзе ТБИЛИСИ.ГРУЗИЯ.
Профессор А. Гуран, КВЕБЕК,КАНАДА
Профессор А. Хасаноглу ХасановТУРЦИЯ
Профессор С.Н. Блиадзе ТБИЛИСИ. ГРУЗИЯ.
Профессор Р. Глебоцкий ВАРШАВА ПОЛЬША
Профессор Д.А.Вепхадзе ТБИЛИСИ.ГРУЗИЯ.
Профессор А.А. ДумбадзеТБИЛИСИ.ГРУЗИЯ
Профессор Н.Ф.Дмитриченко. КИЕВ.УКРАИНА.
Профессор Б.В. Зубков. МОСКВА. РОССИЯ.
Профессор Г. О. Кипиани ТБИЛИСИ. ГРУЗИЯ
Профессор В.Н.Кобрин ХАРЬКОВ.УКРАИНА.
Профессор Л.Н. Кондратева. МОСКВА.РОССИЯ.
Профессор Д. Кубечкова ОСТРАВА, ЧЕХИЯ
Профессор Ю.М.СухиташвилиТБИЛИСИ.ГРУЗИЯ
Профессор В.Г.Ципенко. МОСКВА. РОССИЯ.
Профессор Г.Г.Цирекидзе ТБИЛИСИ ГРУЗИЯ.

Исполнительный совет по проблеме «Безопасность полетов»

Председатель: **Профессор С.А. Тепнадзе** Грузия.
Зам.председателя: **Профессор Г. О. Кипиани** Грузия.

Члены совета: **Профессор А.А. Думбадзе** Грузия.
Профессор Г.Г.Цирекидзе Грузия

CONTENTS

S.TEPNADZE, A. BETANELI ABOUT MOTIVATION FORMATION OF THE COMMERCIAL PILOT FLYING SAFETY-----	15-25
A.APKHAIDZE, M.MAMSIRASHVILI, THE COLOUR CONTRAST SYSTEM OF THE METEOROLOGICAL DATA INTRODUCTION, ACCORDING TO THE FLIGHT SAFETY CRITERIA-----	26-30
G. TSIREKIDZE, S. BLIADZE, U. DZODZUASHVILI, A. GOGOLIDZE, ABOUT STEEL FATIGUE-----	31-43
K.DAVITADZE, Z.GOGUA, G.KANTIDZE, T. MINASHVILI DEPENDENCE BETWEEN THE ENERGY-GAP WIDTH AND SHALLOW IMPURITIES IN SEMICONDUCTORS WITH TETRAHEDRAL SYMMETRY ---	44-52
A MAISURADZE, L. ROBAKIDZE, N. KANCHAVELI IMPROVEMENT OF Mi-8 HELICOPTER TURBO-SHAFT ENGINE BY USING OF GAS OUTLET HEAT UTILIZATION SYSTEM -----	53-65
K.BROLADZE, Z. JANGULASHVILI, COMBUSTION CHAMBER OF GAS TURBINE ENGINE, WITH LOW EMISSIONS.-----	66-78
T. KAPANADZE, L. BADRNASHVILI, INTELLIGENCE SYSTEMS (A PRIORI FORMALIZATION) DECISION SUPPORT OF FLIGHT CONTROL (DISPATCHING) FLIGHTS OF AIR COMPANY-----	79-86
S.KHOSHTARIA, TS.KHOSHTARIA, K.BARELIDZE THE ISSUES OF INVESTIGATION THE VALIDITY OF THE OPERATOR IN MANAGEMENT ERGATIVE SYSTEMS- -----	87-93
S.KHOSHTARIA, TS.KHOSHTARIA, K.BARELIDZE ENHANCEMENT OF ERGATIVE SYSTEM RELIABILITY-----	94-101
T.KAPANADZE, I.PAITCHADZE AN APPROACH TO SOLVE THE PROBLEM OF VORTEX WAKE AND FLIGHT SAFETY-----	102-112
V.A. LOTOTSKYY, SCIENTIFIC RATIONALE OF APPROACHES OF RISK ASSESSMENT INTERACTION OF AIRLINES WITH FINANCIAL INSTITUTIONS-----	113-121
D.KIPHIANI, S.BLIADZE, N.BLIADZE THE METHOD OF CALCULATION THE IN INTEGRAL OF MOR-----	122-128

S. BLIADZE, U. DZODZUASHVILI DYNAMIC MODELS OF LAMINATED SYSTEMS -----	129-141
N. DUMBADZE, G. IMEDASHVILI, A. NONIADZE IMPROVEMENT OF AIRCRAFT TECHNICAL SUPPORT QUALITY -----	142-148
G.TSIREKIDZE R.CHAGUNAVA LEAD IN THE ANCIENT GEORGIA -----	149-164
A.BETANELI, A. SHIUKOV (SHIUKASHVILI) THE AUTHOR OF THE UNIQUE GERMAN-RUSSIAN AVIATION AND AERONAUTICS DICTIONAR ----	165-170

СОДЕРЖАНИЕ

С. ТЕПНАДЗЕ, А. БЕТАНЕЛИ, О ФОРМИРОВАНИИ МОТИВАЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ КОММЕРЧЕСКИХ ПИЛОТОВ-----	15-25
А. АПХАИДЗЕ, М. МАМСИРАШВИЛИ, ЦВЕТОКОНТРАСТНАЯ СИСТЕМА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РАДИОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО КРИТЕРИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ-----	26-30
Г. ЦИРЕКИДZE, С. БЛИАДZE, У.ДЗОДZУАШВИЛИ, А. ГОГОЛИДZE О КРИВОЙ УСТАЛОСТИ МЕТАЛЛА-----	31-43
К. ДАВИТАДZE, З. ГОГУА, Г. КАНТИДZE, Т. МИНАШВИЛИ, ЗАВИСИМОСТЬ ШИРИНЫ ЗАПРЕЩЕННОЙ ЗОНЫ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ С ТЕТРАЭДРАЛЬНОЙ СИММЕТРИЕЙ ОТ ТОНКИХ ПРИМЕСЕЙ-----	44-52
А.МАЙСУРАДZE, Л.РОБАКИДZE, Н.КАНЧАВЕЛИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТУРБОВАЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВЕРТОЛЕТОВ МИ-8 С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ-----	53-65
К.БРОЛАДZE, З. ДЖАНГУЛАШВИЛИ КАМЕРА СГОРАНИЯ С МАЛЫМ ВЫБРОСОМ ВРЕДНЫХ ГАЗООБРАЗНЫХ ВЕЩЕСТВ-----	66-78
Т.КАПАНАДZE, Л. БЕДЕНАШВИЛИ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ (АПРИОРНАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ) ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЁТОМ (ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ) РЕЙСОВ АВИАКОМПАНИЙ-----	79-86
С.ХОШТАРИЯ, Ц. ХОШТАРИЯ, К.БАРЕЛАДZE НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА В ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ-----	87-93
С.ХОШТАРИЯ, Ц. ХОШТАРИЯ, К.БАРЕЛАДZE, ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ АВИАЦИОННЫХ ЭРГАТИЧЕСКИХ НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА СИСТЕМ---	94-101
Т.КАПАНАДZE, И.ПАЙЧАДZE, ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ВИХРЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ-----	102-112
В. ЛОТОТСКИЙ НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ РИСКОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АВИАЦИОННЫХ КОМПАНИЙ С ФИНАНСОВЫМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ-----	113-121
Д. КИПИАНИ. С. БЛИАДZE, Н. БЛИАДZE В ОДНОМ МЕТОДЕ РАСЧЕТА ИНТЕГРАЛ МОРА-----	122-128

С. БЛИАДЗЕ, У. ДЗОДЗУАШВИЛИ ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СЛОИСТЫХ СИСТЕМ-----	129-141
Н. ДУМБАДЗЕ, Г.ИМЕДАШВИЛИ А.НОНИАДЗЕ ,УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, -----	142-148
Г. ЦИРЕКИДZE, Р.ЧАГУНАВА, СВИНЕЦ В ДРЕВНЕЙ ГРУЗИИ-----	149-164
А. БЕТАНЕЛИ, А.В. ШИУКОВ (ШИУКАШВИЛИ) АВТОР УНИКАЛЬНОГО НЕМЕЦКО-РУССКОГО СЛОВАРЯ ПО АВИАЦИИ И ВОЗДУХОПЛАВАНИЮ-----	165--170

შინაარსი

ს.ტეფნაძე, ა. ბეთანელი კომერციული პილოტების ფრენის უსაფრთხოების მოტივაციის ფორმირების შესახებ-----	15-25
ა. აფხაიძე, მ. მამსირაშვილი, რადიომეტეოროლოგიური მონაცემების წარდგენის ფერადკონტრასტული სისტემა ფრენის უსაფრთხოების კრიტერიუმების მიხედვით.-----	26-30
გ. ცირეკიძე, ს. ბლიაძე, უ. ძოდუაშვილი, ა. გოგოლიძე, მეტალის დადლილობის მრუდის შესახებ-----	31-43
ქ. დავითაძე, ზ. გოგუა, გ. კანტიძე, თ. მინაშვილი ტეტრაედრული სიმეტრიის ნახევარგამტარებში აკრძალული ზონის სიგანის დამოკიდებულება თხელ მინარევებზე-----	44-52
ა.მაისურაძე, ლ.რობაქიძე, ნ.ყანჩაველი შვეულმფრენ MI-8 ტურბოლილვური ძრავების გაუმჯობესება გამონაბოლქვი აირების სითბოს უტილიზაციის სისტემის გამოყენებით-----	53-65
კ.ბროლაძე, ზ.ჯანგულაშვილი მავნე ნივთიერებების მცირე რაოდენობით გამობოლქვის აირტურბინული ძრავას წვის კამერები-----	66-78
თ. კაპანაძე, ლ. ბედენაშვილი, ავიაკომპანიების რეისების ფრენის მართვის (დისპეტჩერიზაციის) მხარდამჭერი გადაწყვეტილების მიმღები ინტელექტუალური სისტემები (აპრიორული ფორმალიზაცია -----	79-86
ს.ხომტარია, ც.ხომტარია, კ.ბარელაძე, მართვის ერგატიულ სისტემებში ოპერატორის მოქმედების გამოკვლევის ზოგიერთი საკითხი-----	87-93
ს.ხომტარია, ც.ხომტარია, კ.ბარელაძე, ავიაციური ერგატიული სისტემის საიმედობის ამაღლება -----	94-101
თ.კაპანაძე ი.პაიჭაძე, დაგრიგალების პრობლემის გადაწყვეტის მეთოდოლოგიის ერთ-ერთი მიდგომის შესახებ-----	102-112
ვ. ლოტოტსკი, საავიაციო კომპანიების და ფინანსურ დაწესებულებათა თანამოქმედების რისკის შეფასების მიდგომათა მეცნიერული	

საბუთიანობა-----	113-121
დ.ყიფიანი, ს.ბლიაძე, ნ.ბლიაძე მორის ინტეგრალის გამოთვლის ერთი მეთოდის შესახებ-----	122-128
ს.ბლიაძე, ნ.ბლიაძე, უ.ძოდუაშვილი ფენოვანი სისტემების დინამიკური მოდელები-----	129-141
ნ. დუმბაძე, გ. იმედაშვილი, ა. ნონიაძე, საჰაერო ხომალდების ტექნიკური მომსახურების ხარისხის სრულყოფა-----	142-148
გ. ცირეკიძე, რ. ჩაგუნავა , ტყვია ძველ საქართველოში-----	149-164
ა.ბეთანელი, ა. შიუკოვი (შიუკაშვილი) – ავტორი უნიკალური, გერმანულ–რუსული დასურათებული ლექსიკონისა ავიაციისა და ჰაერნაოსნობის დარგში-----	165-170

Арчил Бетанели



Арчил Бетанели родился 27-го сентября 1925 г. в семье инженера.

Профессор инженерного факультета Авиационного университета Грузии, доктор технических наук, профессор. заслуженный деятель науки Грузии. Почетный академик инженерной академии Грузии, академик академии космонавтики России.

Был консультантом особого конструкторского бюро Тбилисского авиационного предприятия. С отличием окончил Тбилисский авиационный техникум повышенного типа и Грузинский политехнический институт.

Основным направлением научных исследований является методология оптимизации проектирования и производства летательных аппаратов. Автор 120 научных трудов, опубликованных в Грузии, России, Польше, ФРГ и Индии. В связи с внедрением в производство его изобретения, удостоен почетного звания «Изобретатель СССР».

Им опубликовано 87 научно-популярных статей и один фантастический рассказ. Был членом союза журналистов СССР. Был активным исполнителем научных проектов, финансируемых США и Евросоюзом по линии международного научно-технического центра.

Имеет научные контакты с учеными ФРГ и Польши. Награжден орденом «Чести» и медалями имени деятелей космонавтики: Ю. Гагарина, К. Циолковского, С. Королёва, М.Келдыша, М. Янгеля и А.Надирадзе.

Редколегия журнала «Воздушный транспорт» поздравляет редактора журнала профессора А.И.Бетанели с 90-летием. Желаем Вам крепкого здоровья, счастья и успехов для блага нашей страны.

АКАКИЙ ДУМБАДЗЕ



Акакий Думбадзе родился 16 августа 1940 года. 1966 году поступает на механико-математический факультет Тбилисского государственного университета. После окончания университета работает на должности младшего научного сотрудника в институте механики машин и полимерных материалов АН Грузинской ССР. Был аспирантом (1968-1971 гг.) заочного обучения этого же института. С 1972 года по конкурсу избирается на должность младшего научного сотрудника в институте строительной механики и сейсмостойкости АН Грузинской ССР. С 1979 года А.А.Думбадзе, после защиты кандидатской диссертации в Московском институте электронного машиностроения, присуждается научная степень кандидата физико-математических наук, по специальности – механика деформируемого твёрдого тела. А.А.Думбадзе в 1994 году защитил докторскую диссертацию по шифру-05.08.05 строительная механика.

Он опубликовал более 60-ти научных трудов, две монографии, учебные пособия для студентов по теоретической механике (обе части), механике композитных тел, технической механике и сопротивлению материалов. А.А. Думбадзе с (1965-1994) годах параллельно по совместительству работал в Грузинском политехническом институте (ныне технический университет) на кафедре теоретической механики, был ассистентом, старшим преподавателем, доцентом и профессором указанной кафедры. А.А.Думбадзе в (1995-2005) годах был заведующим кафедрой самолётостроения авиационного университета Грузии.

В 2005 году избирается действительным членом (академиком) инженерной академии Грузии, удостоен высокой правительственной награды – ордена чести (2000г.) и по решению бюро президиума федерации космонавтики Российской Федерации от 23 июня 1995 года, награждён медалью имени академика С. Королёва.

Редколлегия журнала «Воздушный транспорт» поздравляет профессора А.А.Думбадзе с 75-летием. Желаем Вам крепкого здоровья, счастья и успехов в Вашей многогранной деятельности.

Летная эксплуатация
воздушного транспорта.
Авиационная психология.

О ФОРМИРОВАНИИ МОТИВАЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ КОММЕРЧЕСКИХ ПИЛОТОВ

С.А. Тепнадзе*, А.И. Бетанели*

(Авиационный университет Грузии, пр.Кетеван Цамебули, 16, Тбилиси, 0144, Грузия)

***Резюме:** Изложена попытка авторов формирования психологической мотивации безопасности полетов коммерческих пилотов на основе общепсихологической теории установки (готовности, предрасположенности), разработанной выдающимся грузинским ученым Д.Н. Узнадзе. Для индивидуальной работы коммерческих пилотов по совершенствованию мотивации безопасности полетов авторы рекомендуют применение методики аутогенной тренировки (аутотренинга), основанной на мышечной релаксации, самовнушении и самовоспитании.*

***Ключевые слова:** Безопасность полетов (БП), авиационное происшествие (АП), авиационно - транспортная система (АТС), человеческий фактор (ЧФ), личный фактор (ЛФ), мотив, мотивация, установка (готовность, предрасположенность), аутотренинг.*

1.ВВЕДЕНИЕ

Летная работа коммерческого пилота - удел неординарных людей, поскольку при авиационном происшествии (АП) должен уметь мгновенно принимать единственно правильное решение для спасения жизни пассажиров и благополучного приземления самолета. Поэтому, генеральной проблемой коммерческой авиации является безопасность полетов (БП). Поколения самолетов быстро меняются . Совершенствуется авиационная техника. Это, безусловно, способствует повышению уровня БП. Однако, поскольку,

* профессор

технику создает человек и управляет ею, человеческий фактор (ЧФ) остается главным и ведущим в авиационно-транспортной системе (АТС). При этом должен быть максимально исключен личный фактор (ЛФ) (недисциплинированность, недоученность, беспечность и др.). По причине ЧФ происходит до 80% предпосылок АП и непосредственно АП. Для понимания поведения ЧФ разработана концептуальная модель SHELL. Установлено, что ошибка пилота - это „вершина айсберга“, а истинные причины надо искать более глубоко, во всей системе, от проектирования до конечного звена, экипажа в полете [1].

Во всех областях человеческой деятельности, в том числе и летной, можно различать способность, одаренность и талант. Однако, часто бывает, что менее способный человек с высокой мотивацией (стимулом активности) является более успешным работником, чем более способный сотрудник. Все это в одинаковой степени относится и к летной работе.

В данной статье приведены результаты исследования формирования мотивации обеспечения безопасности полетов коммерческих пилотов.

2. ПРЕДПОСЫЛКИ ИССЛЕДОВАНИЯ МОТИВАЦИИ ЛЕТНОЙ РАБОТЫ КОММЕРЧЕСКИХ ПИЛОТОВ

Для того чтобы стать летчиком необходимо высокое физическое и психологическое развитие. Однако, это недостаточно. Руководитель авиационной медицины США Армстронг писал даже, что 50% молодых людей, годных к летной службе, по состоянию здоровья не могут стать хорошими летчиками из-за отсутствия достаточных способностей [2].

Летными способностями можно считать особые индивидуальные качества личности, характеризующиеся сочетанием отличного знания авиационной техники со способностью мгновенной мобилизации всех физических и психических сил для преодоления АП. Экипаж самолета не имеет права на ошибку и скорость профессионального мышления в условиях жесткого дефицита времени всегда должна опережать скорость полета самолета и событий на борту самолета. Это и характеризует неординарность личности пилота.

Деятельность всегда побуждается определенными мотивами. Мотивы – это то, ради чего выполняется деятельность (например, ради самоутверждения, денег и т.п.). Понятие «мотив» (немецк. – Motive, франц.– motif, англ.- motive) (от лат. movere – двигать, толкать) означает побуждение к деятельности, побудительную причину действий и поступков. Мотивы – это относительно устойчивые проявления, атрибуты, т.е. неотъемлемые свойства личности. Понимая мотивы, которые побуждают человека к активности, можно целеустремленно влиять на его поведение и деятельность.

Мотивация (немецк. – Motivation, англ.- motivation) - это совокупность побуждающих факторов, которые вызывают активность личности и определяют направленность ее деятельности. Побуждающими факторами являются: мотивы, стимулы, ситуативные факторы, которые определяют поведение человека. Разработаны различные теории мотивации [3,4,5].

Термин «мотивация» в широком значении используется во всех областях психологии, которые исследуют причины и механизмы поведения человека и животных. Побуждающие факторы можно распределить на два относительно самостоятельных класса:

1. Потребностей и инстинктов как источников активности;
2. Мотивов как причин, которые определяют направленность поведения или деятельности [4,5].

Различают материальную, социальную и психологическую мотивации [5].

Материальная мотивация означает повышение активности действий для получения более высокого денежного вознаграждения.

Социальная мотивация – повышение производительности труда для улучшения социальных условий жизни или стремление принести пользу обществу.

Психологическая мотивация – означает повышение качества и производительности труда для достижения морального удовлетворения и чувства гордости.

Психологическая мотивация воодушевляет оператора и доставляет ему удовольствие.

Согласно взглядам З. Фрейда, в психической жизни индивида господствует принцип удовольствия, т.е. стремление получать наслаждения и избегать неудовольствия. З.Фрейд утверждает, что неудовольствие отвечает повышению, а удовольствие – снижению уровня возбуждения (напряжения) [6,7]. По мнению З. Фрейда психический аппарат имеет тенденцию поддерживать возбуждение на самом низком или, в

крайнем случае, на постоянном уровне. Работа психического аппарата направлена на то, чтобы поддерживать возбуждение на низком уровне. Все, что содействует увеличению напряжения (возбуждения), должно рассматриваться как неудовольствие.

3. Фрейд, однако, отрицает абсолютное господство принципа удовольствия в психической жизни. Он утверждает, что в психике существует выраженная тенденция к господству принципа удовольствия, но этому противостоят другие внутренние и внешние силы и условия.

Для самосохранения организма принцип удовольствия оказывается не только не полезным, но и в значительной степени вредным и опасным. Под влиянием стремления организма к самосохранению этот принцип заменяется «принципом реальности». Индивидуум, руководствуясь принципом реальности, не отбрасывая конечной цели (достижение удовольствия), откладывает возможность удовольствия и временно терпит неудовлетворенность. Принцип реальности – это принцип регуляции психической жизни, который состоит в учете реальных условий и возможностей удовлетворения влечений.

Влечения «Я» подчинены принципу реальности. Принцип удовольствия, однако, еще длительное время господствует в психике и часто берет верх над принципом реальности (даже во вред всему организму). Организацию психической жизни индивидуума можно представить в виде структуры, компонентами которой являются такие инстанции как Оно (Id), Я (Ego) и Сверх-Я (Super-Ego).

Id (Оно) – это наиболее примитивная, самая низкая (глубинная) подструктура психического аппарата, которая содержит в себе сексуальные и агрессивные влечения и руководствуется принципом удовольствия. Id иррационально, аморально, ничего не знает ни о реальности, ни об обществе и пребывает в конфликтных отношениях с Я и Сверх Я. Они испытывают удовольствие при изнасиловании и пытках людей.

Ego (Я) - подструктура психики, которая выступает посредником между Оно и Сверх –Я, между индивидом и реальностью. Функция Ego – это самосохранение организма, восприятие внешнего мира и приспособление к нему. Ego стремится учесть и согласовать между собой требования реальности, примирить Id (инстинкты) и Super-Ego (усвоенные социальные нормы). Руководствуясь принципом реальности, Ego производит ряд механизмов, которые помогают приспособиться к среде, избежать угрожающих влияний, контролировать инстинктивные импульсы, которые исходят из Id.

Super-Ego (Сверх-Я)- высшая инстанция в структуре психики, которая выполняет роль внутреннего цензора, совести, является источником моральных принципов и религиозных чувств. Super-Ego – продукт влияний других людей на личность – возникает в раннем детстве и остается, по мнению Фрейда, практически неизменным до конца жизни. Super-Ego формируется благодаря механизму идентификации (отождествлению) ребенка с отцом, который является для него моделью. Если Я(Ego) примет решение в пользу Оно(Id), но это будет противоречить Сверх –Я (Super-Ego), то Оно ощущает наказание в виде упреков совести, ощущения вины. Следовательно, внутренний контроль и наказание – также функция Super-Ego.

На новом этапе эволюции психоанализа З. Фрейд объяснил чувство вины у невротиков влиянием Сверх –Я. Аналогично объяснялся и феномен тревожности. З.Фрейд различал три вида тревожности:

- 1) тревожность, вызванная реальностью;
- 2) тревожность, обусловленная давлением со стороны Оно (Id);
- 3) тревожность, обусловленная влиянием (давлением) со стороны Сверх –Я (Super-Ego).

Соответственно, задание психоанализа виделось в том, чтобы освободить Ego от различных форм давления на него и увеличить его силу. От напряжения, которое ощущает Ego под давлением различных сил, личность спасается с помощью специальных «защитных механизмов».

Предшественником принципа удовольствия является разработанный в древней Греции –гедонизм.

Гедонизм - этическая позиция , утверждающая наслаждение как высшее благо, критерий человеческого поведения и сводящая к нему все многообразие моральных требований [3].

Борьба людей за жизнь в условиях роста народонаселения и сокращения посевных площадей (по теории мальтузианства) превратилась у Дарвина в «борьбу за существование», у Маркса в классовую борьбу, у Фрейда – в борьбу за самоутверждение личности [8].

Борьба за самоутверждение – это стремление доказательства своей значительности. Стремление к собственной значительности является одной из главных черт, отличающих человека от животного [9]. Маслоу, автор наиболее распространенной теории мотивации,

полагал, что люди мотивированы для поиска личных целей и это делает их жизнь значительной и осмысленной. Жизнь человека характеризуется тем, что люди почти всегда чего-то желают [5]. Несомненно, что стремление писателей и ученых достижения известности, борьба за власть политиков не что иное как попытки доказательств своей значительности и получения удовлетворения в соответствии с принципом удовольствия. Стремление достижения известности и борьба за власть, в данных случаях, можно считать психологическими мотивациями. Далее, можно рассматривать целесообразность материальной и социальной мотиваций.

Психологическая мотивация деятельности коммерческих пилотов, т.е. доказательство своей значительности однозначно связано с неоднократным обеспечением безопасности полетов.

Для формирования мотивации мобилизованности на осуществление безопасного полета большое значение имеет психологическая установка летчика. Установка (немецк.- Einstellung, англ.-attitude), состояние готовности, предрасположенности субъекта к определенной активности в определенной ситуации. Явление установки было открыто немецким психологом Л. Ланге (1888) при изучении ошибок восприятия. Общепсихологическая теория установки разработана выдающийся грузинским ученым Д.Н. Узнадзе, который экспериментально доказал (1922-1939) наличие общепсихологической готовности индивида к реализации активированной потребности в данной ситуации (актуальная установка) и установил закономерности закрепления такой готовности при неоднократном повторении ситуаций, позволяющих удовлетворить данную потребность (фиксированная установка). По Д.Н. Узнадзе, установка, аккумулируя прошлый опыт, опосредует стимулирующее воздействие внешних условий и уравнивает отношения субъекта со средой [3]. Повидимому можно считать, что установка это целостное изменение личности. По мнению Д.Н. Узнадзе, установка регулирует поведение на двух условиях регуляции психической активности – бессознательном и сознательном. Мотивация безопасности полетов может быть реализована методами теории установки. В исследованиях Д.Н. Узнадзе и его многочисленных учеников, особенно отчетливо выступили роль и значение моделирования мозгом предметов внешнего мира. Это направление в экспериментальной психологии получило широкую мировую известность под названием психологии установки [10].

На основе концепции первичной подготовки коммерческих пилотов [11] можно обсудить проблему мотивации безопасной летной работы коммерческих пилотов.

3. МОТИВАЦИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЛЕТНОЙ РАБОТЫ КОММЕРЧЕСКИХ ПИЛОТОВ

Рассмотрим функционирование воздушного транспорта с позиций эргатической системы (ЭС), под которой понимается взаимодействие субъекта и объекта труда.

В развернутом виде ЭС имеет выражение:

Человек + машина+ среда+ социум+ культура+природа (1).

В выражении (1) участие человека определяется ЛФ и ЧФ. В понятии ЛФ подчеркивается связь ошибки в управлении ВС с индивидуальными качествами человека. Чаще всего это отрицательные черты конкретного летчика (недисциплинированность, эмоциональная неустойчивость, беспечность и халатность, недоученность, недостаточная подготовка к полету и др.). В понятие ЧФ входят психофизиологические характеристики человека, присущие всем людям, т.е. возможности и ограничения, которые характерны для всех летчиков при наличии объективных затруднений. Важное значение имеет психологическая совместимость членов экипажа, т.е. сочетание индивидуальных особенностей людей, при которых наиболее благоприятно протекают их совместная деятельность и общение. Машина – это ВС, имеющее три, часто совершенствуемые, равноценные части: планер, силовую установку и оборудование. Среда – кабина обитания экипажа ВС. Имеются стандарты, определяющие общую геометрию кабин, обзор из нее, посадку членов экипажа, состав и размещение средств управления и т.д. Новые технические средства и изменение характера деятельности членов экипажа требуют существенного усовершенствования кабин ВС.

Социум - коллектив людей, характеризующийся общностью социальной, экономической и культурной жизни.

Культура – многоплановое понятие. В обыденном понимании чаще всего выступает как собирательный образ, объединяющий искусство, культуру речи, культуру поведения, физическую культуру, образование, религию, науку и т.п. В данной концепции рассматривается культура поведения.

Природа – это изменяющаяся на всех этапах функционирования ВС природная среда.

При организации высшего образования пилотов и, вообще, авиационных специалистов все эти факторы ЭС должны быть учтены. На первом этапе целью оптимизации ЭС является приспособление пилота и других членов экипажа к ВС, внутренней среде кабины экипажа с учетом других факторов ЭС.

На втором этапе идет приспособление технического устройства к человеку, его психологическим, физиологическим, антропометрическим и другим характеристикам. В данном случае речь идет о приспособлении систем управления планером, силовой установкой, оборудованием и среды кабины к пилоту и другим членам экипажа.

Для третьего этапа характерно рассмотрение ЭС с позиции анализа ЧФ как ее совокупного интегрального качества. При этом не человек рассматривается как рядовое звено, включенное в техническую систему, а техническое устройство – как средство, включенное в деятельность человека-оператора, в данном случае, пилота. Именно человек порождает и трансформирует цели функционирования ЭС, достигает их с помощью технического устройства. Для всего протяжения воздушной трассы должны быть подготовлены сценарии возникновения и преодоления АП, с учетом того, что на третьем этапе ЭС, технические средства полета самолета включены в деятельность пилота, а не человек рассматривается как рядовое звено включенное в техническую систему. Многократные повторения сути сценариев приведут к целостному изменению личности пилота, направленному на обеспечение безопасности полетов.

Мотивация достижения – это стремление к успеху (с высоким результатом) в деятельности [12]. Человек, стремящийся достичь успеха, высоких результатов в деятельности, обладает сильной мотивацией достижения. Успех в деятельности, как известно, зависит не только от способностей человека, но и от стремления добиться цели, от целеустремленного и настойчивого труда ради достижения успеха (т.е. мотивации достижения). Исходя из этого предложена формула успеха [12]

$$У = С \times М \times С т,$$

где У – успех, С – способность, М – мотивация достижения, Ст – ситуация (внешние факторы, благоприятные обстоятельства и т.п.).

Способность, одаренность или талант коммерческого пилота можно оценить по его умению обеспечения безопасности полета, при экстремальной ситуации. Важнейшими характеристиками летных способностей коммерческого пилота можно считать следующие: оперативность мышления, мгновенная реакция, эмоциональная устойчивость,

способность быстрой мобилизации опыта и знаний при восприятии усложнения обстановки. Коммерческий пилот должен быть постоянно бдительным, поскольку это важный фактор обеспечения безопасности полетов.

Вообще ЧФ проявляется из-за ограниченных возможностей человека воспринимать и обрабатывать информацию, своевременно и правильно выполнять задачи, из-за недостатков в профессиональной подготовке, психологическом состоянии и наличии отвлекающих обстоятельств [13]. Авторы считают, что при первичном отборе молодых людей, желающих освоить летную профессию, необходимо учитывать данные о темпераменте и знаке зодиака. Темперамент людей отличается большой устойчивостью, так как он, более других особенностей личности, связан с врожденными свойствами нервной системы и проявляется уже в раннем детстве [2]. Тысячелетиями люди предавали звездам огромное значение, приписывая им различные магические свойства. Они в понятии человека влияют не только на судьбу человека, а также на его характер и его здоровье. На характер человека влияют год, месяц и день рождения [14]. Важное значение будет иметь индивидуальная работа пилота по совершенствованию мастерства преодоления АП. Надо полагать, что достаточно эффективным будет применение методики аутогенной тренировки (аутотренинга) [15,16], основанной на мышечной релаксации, самовнушении и аутодидактике (самовоспитании).

4.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложена попытка авторов формирования психологической мотивации безопасности полетов коммерческих пилотов на основе теории установки. Для индивидуальной работы пилотов по совершенствованию мастерства преодоления АП рекомендовано применение методики аутогенной тренировки.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. С.А. Тепнадзе, А.И. Бетанели, Б.А. Иоаниди. Модель «SHEL» в авиационно-транспортной системе и безопасность полетов, «Воздушный транспорт», Тбилиси, 2010, № 1(4), с.9-25.**
- 2. Б.Л. Покровский. Легчику о психологии -2-е изд., перераб. и доп. – М.: Воениздат, 1984-100с.**

3. **Философский энциклопедический словарь / Редкол.: С.С. Аверинцев, Э.А. Араб-Оглы, Л.Ф. Ильичев и др. – 2-е изд.-М.: Сов. энциклопедия , 1989-815с.**
4. **Структура и особенности мотивации, [www. mail. ru](http://www.mail.ru).2011.**
5. **Franz Eisenfuhr, Einfuhrung in die Betriebs wirtschaftslehre, Schaffer - Poeschel Verlag Stuttgart,2000.**
6. **Lustprinzip, [www. google. de](http://www.google.de), 2011.**
7. **Принцип удовольствия и реальность [www. mail. ru](http://www.mail.ru).2011.**
8. **Б.А. Адамович, А.В. Вестяк, С.А. Космынин, 2000 лет на пути к истине.-М.: Изд. Корнеев С.Т., 2004 -840с., ил.**
9. **Дейл Карнеги. Как завоевать друзей и оказывать влияние на людей: Пер. с англ. / Общ.ред. и предисл. Зинченко В.П. и Жукова Ю.М. – М.: Прогресс, 1990-720с.**
10. **В.Н. Пушкин, Эвристика . Наука о творческом мышлении – М.: Политиздат., 1967-272с.**
11. **С.А. Тепнадзе. Концепция первичной подготовки коммерческих пилотов в Грузии и безопасность полетов, «Воздушный транспорт», 2010, № 2(5), с. 9-18.**
12. **Мотивация достижения и ее значене, [www. mail. ru](http://www.mail.ru).2012.**
13. **Безопасность полетов: учебник для вузов / Р.В..Сакач, В.В. Зубков, М.Ф. Давиденко и др. Под ред. Р.В. Сакача – М.: Транспорт, 1989.-239с.**
14. **А.Ю. Саплин . Астрологический энциклопедический словарь / под общей редакцией Г.Е. Куртика – Тула: НПП «Русская историческая энциклопедия», Москва: ТОО «Внешсигма», 1994.- 476 с. : ил.**
15. **Dr, med. Hannes Lindemann, Uberleben im Stress Autogenes Training, Verlags – gruppe Bertelsmann GmbH / Bertelsmann Ratgeberverlag, Munchen, Gutersloh, Wien 1974.**
16. **Основы аутогенной тренировки, [www. mail. ru](http://www.mail.ru). 30. 04.2011.**

**ABOUT MOTIVATION FORMATION OF THE COMMERCIAL PILOT FLYING
SAFETY**

S. Tepnadze, A. Betaneli

Under the authors' attempt, on the bases of attitude theory elaborated by the distinguished Georgian Scientist – Dimitry Uznadze, psychological motivation of the Commercial Pilot Flying Safety is formed. For the perfection of the motivation, it is recommended that the individual work of the pilot to be conducted by using autotrening methods. This method is based on muscular relaxation, self-inspiration and self-education.

კომერციული პილოტების ფრენის უსაფრთხოების მოტივაციის ფორმირების შესახებ

ს.ტეფნაძე, ა. ბეთანელი

ავტორების მცდელობით, გამოჩენილი ქართველი მეცნიერის დ.ნ.უზნაძის მიერ შემუშავებული განწყობის თეორიის საფუძველზე, ჩამოყალიბებულია კომერციული პილოტების ფრენის უსაფრთხოების ფსიქოლოგიური მოტივაცია. მოტივაციის სრულყოფისათვის, პილოტის ინდივიდუალური მუშაობა, მიზანშეწონილია. აუტოგენური გაწაფვის (აუტოტრენინგის) მეთოდის გამოყენებით წარმართოს, ეს მეთოდიკა კუნთოვან რელაქსაციაზე, თვითშთაგონებაზე და თვითაღზრდაზეა დაფუძნებული.

(Поступило 04.07.2013)

Летная эксплуатация воздушного транспорта.
Физика атмосферы

**ЦВЕТОКОНТРАСТНАЯ СИСТЕМА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
РАДИОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО КРИТЕРИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ
ПОЛЕТОВ**

А.А. Апхаидзе^{*}, М.Г. Мамсирашвили^{}**

(Авиационный университет Грузии, пр. Кетеван Цамебули,16, Тбилиси 0144, Грузия)

***Резюме:** В статье приводятся результаты исследования способов представления данных с автоматизированных метеорологических радиолокаторов службе движения гражданской авиации. Предложены критерии радиолокационной отражаемости для развития конвективной облачности на территории района аэропорта Тбилиси.*

***Ключевые слова:** конвективная облачность, метеорологический радиолокатор, радиолокационная отражаемость, цветное отражение, видеостоп-кадр, критерии отражаемости.*

1. ВВЕДЕНИЕ

Анализ авиационных происшествий и их предпосылок показывает, что в ряде случаев они связаны прямо или косвенно с неправильной оценкой метеорологических условий. Недостаточность подготовки диспетчерского состава в области интерпретации данных метеорологического радиолокатора по полю отражаемости, а также отсутствие надежных критериальных оценок приводит к определенному различию мнений об условиях погоды даже у диспетчеров одного и того же аэропорта. Видеоинформация о полях отражаемости облачных систем и осадков полученных с помощью современной радиолокационной техники и возможности, которые открывают видеобанки данных метеоинформации, позволяют по-новому взглянуть на существующую практику представления метеорологических радиолокационных данных в службе движения гражданской авиации.

^{*}Профессор ^{**}Магистр

2.ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В настоящее время разработаны принципы светофорной системы отображения данных метеорологического радиолокатора (МРЛ) для решения задач метеобеспечения авиации, которая отвечает требованиям, предъявленным службе движения. Принципы разрабатывались с учетом мнения диспетчерского состава /3/.

Анкетирование диспетчерского состава по литературным данным /3,4/ показало, что светофорная система должна базироваться на трехцветном представлении метеорологической информации. Анализ информационной неопределенности в системе отображения позволил выявить, что увеличение количества цветов значительно уменьшает эффективность интерпретации данных диспетчерским составом.

Данные анкетирования показывают также, что в предлагаемой светофорной системе при изображении полей следует учитывать все требования нормативных документов по метеорологическому обеспечению авиации.

Суть цветового трехцветного отображения заключается в следующем. Видеоизображение, полученное от МРЛ, рассматривается как видеостоп-кадр. Изображение на поле стоп-кадра анализируется и представляется в виде дискретной картины, в которой по критериям отражаемости все данные представлены в трех цветах со следующим семантическим значением:

красный цвет – зоны, где имеется запрет на полеты;

желтый цвет – зоны, где имеется неопределенность в интерпретации состояния;

зеленый – зоны, где не имеется опасных явлений.

Репрезентативность каждой цветовой зоны задается определенным промежутком времени. Устанавливаются критерии отражаемости для развития конвективной облачности, взятые для территории региона конкретного аэропорта. Как показывает анализ радиолокационных данных для района аэропорта Тбилиси в наиболее простом приближении будут действительны следующие соотношения:

при $\lg Z_1 > 1,2$ - красный цвет,

$0,8 \leq \lg Z_1 \leq 1,2$ - желтый цвет,

$\lg Z_1 \leq 0,8$ - зеленый цвет.

Если критерии требований нормативных документов по метеорологическому обеспечению авиации отразить через приращения радиолокационной отражаемости от облаков, то :

$$\lg Z_1(x,y) = \lg Z_1 + \lg \Delta Z_1 \quad (1)$$

где $\lg \Delta Z_1$ - приращения перегрузки отражаемости, полученные расчетным способом с учетом требований нормативных документов. Временная репрезентативность характеризуется обеспеченностью того, что в течение выбранного интервала времени зона устойчиво будет существовать.

Период действия прогностической информации определяется равным 20 мин., что близко к тому расчетному времени, которое было приведено в работе /3/.

В пределах 20 минут и менее, например, 1/2 фазы развития конвективного облака, прогноз работает достаточно хорошо. В расчетных схемах, приведенных в /1/, обеспеченность красного цвета для зон с $\lg \Delta Z_1 = 1,4$ составляет 96%.

Прогноз смещения и развития зоны осуществляется методом линейной интерполяции.

Полученные характеристики динамики облаков положены в основу создания прогностических стоп-кадров, которые формируются для каждой + 1 мин. и для всего периода 0 - 20 мин. Суммирование зон дает возможность получить общую зону захвата определенным цветом, т.е.:

$$M_k = \left| \frac{X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1k}}{X_{n1}, X_{n2}, \dots, X_{nk}} \right|, \quad (2)$$

где $X=1$ - красный цвет, $X=0$ - зеленый цвет.

Следует отметить ряд сложностей в использовании метода линейной интерполяции. В работах /4,5/ указывается, что на третьей фазе развития кучево-дождевого облака создаются мнимые расчетные скачки в максимуме отражаемости. Чтобы этого избежать, в системе предусмотрена процедура введения затопленного максимума, при которой поддерживается линейное движение очага (вдоль потока) в течение третьей фазы развития грозы.

Определение зон, которые могут быть охарактеризованы желтым цветом на матрице-маске, связано с оценкой зон умеренной отражаемости. Если красное поле, к которому примыкает желтое, характеризуется интенсивностью развития больше нуля, то желтой зоне приписывается набор значимых красных точек, что означает переход зоны в последующие 20 мин. в красный цвет. При обратном знаке интенсивности значимые точки будут зелеными.

3.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа данных исследования можно отметить следующее.

1. Предложенная система отображения оперативной радиолокационной информации о развитии грозных облаков в районе аэропорта является весьма актуальной. Внедрение подобной системы в автоматизированные комплексы метеобеспечения диспетчерского состава (состав авианаблюдателей) может дать значительное повышение безопасности полета.
2. На основе анализа радиолокационных данных установлены критерии отражаемости для развития конвективной облачности на территории района аэропорта Тбилиси.
3. Изложенные результаты могут быть использованы для новой автоматизированной метеорологической радиолокационной системы, которая будет в ближайшее время в аэропорту Тбилиси.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А. Апхаидзе , М.Г.Мамсирашвили. Электризация облаков, возникающая при полете летательных аппаратов. «Воздушный транспорт», Тбилиси, 2014(9), с.10-15.
2. А.А. Апхаидзе, А.А, Иванов, Ю.В. Мельчук. Использование радиолокационной информации о неоднородностях поля ветра в облаках для обслуживания авиации. Тезисы докладов научной конференции по авиационной метеорологии и прикладной авиационной климатологии М.1982, с. 105.
3. П.Д. Астапенко, С.В. Дробышевский, П.В. Сильвестров. Учет данных МРЛ при построении штормового кольца. Радиометеорология. Л. Гидрометеиздат, 1984, с. 26-30.
4. П.Д. Астапенко, П.В. Сильвестров. Возможность использования данных МРЛ при создании динамического видеобанка данных для метеотренажеров. В кн. Объективная оценка метеоинформации при обеспечении полетов

воздушных судов в целях повышения безопасности и регулярности полетов
РПО ОЛАГА, 1983, с. 120-127.

5. С.В. Дробышевский, П.В. Сильвестров. Влияние эффекта торможения на скорость и направление движения градовых очагов по данным МРЛ. Радиометеорология. Л. Гидрометеоиздат, 1984, с.38-41.
6. Руководство по прогнозированию метеорологических условий для авиации. Л. Гидрометеоиздат, 1985, с. 301.
7. Руководство по производству наблюдений и применению информации с радиолокаторов МРЛ-1, МРЛ-2. Л. Гидрометеоиздат, 1986 с. 236.

THE COLOUR CONTRAST SYSTEM OF THE METEOROLOGICAL DATA INTRODUCTION, ACCORDING TO THE FLIGHT SAFETY CRITERIA

A.Apkhaidze, M.Mamsirashvili

The results of the research methods of the airtraffic division automated weather radars data introduction is given in the article. The criteria of radar reflectivity for the convective cloudness development at the Tbilisi airport region is suggested.

რადიომეტეოროლოგიური მონაცემების წარდგენის ფერადკონტრასტული

სისტემა ფრენის უსაფრთხოების კრიტერიუმების მიხედვით

ა. აფხაიძე, მ. მამსირაშვილი

ნაშრომში მოყვანილია ავტომატიზებული მეტეოროლოგიური რადიოლოკაციური მონაცემების წარდგენის საშუალებათა გამოკვლევის შედეგები. შემოთავაზებულია კონვექტიური ღრუბლების განვითარების შესაძლებლობათა კრიტერიუმები რადიოლოკაციური ამრეკვლადობის მიხედვით თბილისის აეროპორტის რაიონისათვის

(Поступило 09.12. 2014)

О КРИВОЙ УСТАЛОСТИ МЕТАЛЛА

Г.Г. Цирекидзе*, С.Н. Блиядзе*, У.В. Дзодзуашвили**, А.А. Гоголидзе***
(Авиационный университет Грузии, пр. Кетеван Цамебули 16, Тбилиси, 0144,
ГНТЦ “Дельта”, ул. Б. Хмельницкого, 181, Тбилиси, 0144, Грузия)

Резюме: В настоящей статье рассматриваются и классифицируются виды внешних воздействий, при которых возникают усталостные явления. Приводятся методы оценки сопротивления усталости с учетом влияния асимметрии цикла нагружения и многоосности напряженного состояния. Анализируются особенности воздействия конструкционных факторов на изучаемый процесс.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, усталость, долговечность, механика разрушения, цикл.

1. Введение

Большинство конструкций машин подвержено изменяющимся во времени нагрузкам. Форма деформированной конструкции, возникающая под действием указанных нагрузок, мало отличается от деформированной формы при статическом нагружении. Подобные виды нагрузок носят название квазистатических. Распространенными видами данных нагрузок являются переменные по величине и повторяющиеся во времени нагрузки, которых принято называть циклическими.

При эксплуатации машин в условиях циклического нагружения в течение длительного времени достаточно часто происходит их внезапное разрушение без наличия заметных остаточных деформаций и при уровнях напряжений существенно меньших статических прочностных характеристик. Данное явление наблюдается как для хрупких материалов, для которых оно может быть описано терминами их статической прочности, так и для пластичных материалов, для которых процесс разрушения в статическом случае сопровождается существенными остаточными (пластическими) деформациями.

*Профессор

**Инженер

***Магистрант

Указанное внезапное разрушение элементов конструкций, вследствие многократных повторений нагрузок, носит название усталости материалов.

Усталость – это процесс постепенного накопления повреждений материала под действием переменных напряжений, приводящий к изменению свойств, образованию трещин, их развитию и разрушению [1].

Особенности усталостных изломов схематически представлены на рис.1.

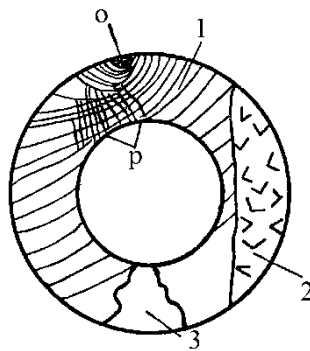


Рис. 1. Схема усталостного излома:

1-область роста усталостной трещины; 2- зона ускоренного развития излома; 3-зона долома

Очевидно, что формирование данного вида излома связано с ходом процесса усталости. Область «о», в пределах первой зоны, носит название фокуса излома или очага разрушения, волнообразные линии - усталостные линии, радиальные линии «р» - вторичные ступеньки (или рубцы) [2].

Принято разделять явления усталости на два типа: малоцикловая усталость и многоцикловая усталость. При малоцикловой усталости материала, повреждение или разрушение происходит при упругопластическом деформировании, а при многоцикловой – в основном при упругом деформировании [1]. В дальнейшем будет рассматриваться процесс многоцикловой усталости.

Исследование явления усталостной прочности считается одним из достаточно поздно сложившихся направлений при исследовании прочности конструкций. Более пятидесяти процентов отказов конструкций связано с усталостью.

Впервые термин «усталость» был введен в 1839г. французским ученым Ж. Пенселе (J.V. Poncelet). В 1843 г. при анализе причин разрушения

паровозных осей У. Маккоурн Рэнкин (W.J.Macquorn Renkine) сделал вывод, что усталостное разрушение происходит не из-за изменения структуры материала при переменных нагрузках, а вследствие зарождения и развития трещин [3]. Изучение усталости в этот период неотделимо от деятельности немецкого инженера А. Вёлера (A.Wöhler), который с 1847 г. занимался вопросом обеспечения прочности в условиях циклического нагружения. Им впервые был осуществлен переход от испытания натуральных изделий к испытаниям образцов, проведены исследования влияния концентрации напряжений на сопротивление усталости; сравнение прочности в условиях осевого и изгибного периодического нагружения; начаты исследования влияния асимметрии цикла нагружения на сопротивление усталости и было введено понятие предельного напряжения [4] (что позднее был назван пределом выносливости и он стал основным параметром при оценке сопротивления усталости).

Дальнейшие исследования усталости разделились на два основных направления:

- 1) построение инженерных методик оценки усталости путем изучения влияния различных факторов (асимметрия цикла нагружения, концентрация напряжений) и построение эмпирических зависимостей, обобщающих экспериментальные данные;
- 2) изучение причин и механизмов зарождения усталостных трещин, влияния внешних факторов на изучаемые явления.

Следующим этапом в развитии изучения хода процесса усталости стал автомобильно-авиационный период. Задачи, получившие развитие в данный период, были обусловлены особенностями указанных конструкций, а также усовершенствованием экспериментального и измерительного оборудования.

2.Основная часть

Для оценки сопротивления усталости необходимо уметь описывать переменное нагружение, определять его параметры, отличать различные виды переменного нагружения. На рис.2 представлена история переменного нагружения некоторого элемента в виде зависимости переменного напряжения σ , возникающего в элементе конструкции, от времени t (аналогичным образом история может быть представлена зависимостью переменной деформации ε , возникающей в элементе конструкции, от времени, как показано на рис. 3). При изучении рис.2,3 можно заметить, что история

нагрузки состоит из повторяющихся подобных фрагментов.

Данные фрагменты называются циклами напряжений (деформаций). Продолжительность одного цикла напряжений обозначается T и называется периодом цикла (величина, обратная периоду цикла напряжений, представляет собой частоту циклов f). Следовательно, для описания переменного нагружения необходимо получить параметры, характеризующие цикл напряжений. Подробнее параметры данного объекта приведены на рис. 2, 3 [1]:

σ_{max} (ε_{max}) – максимальное напряжение (деформация) цикла: наибольшее по алгебраическому значению напряжение (деформация) в цикле;

σ_{min} (ε_{min}) – минимальное напряжение (деформация) цикла: наименьшее по алгебраическому значению напряжение (деформация) в цикле;

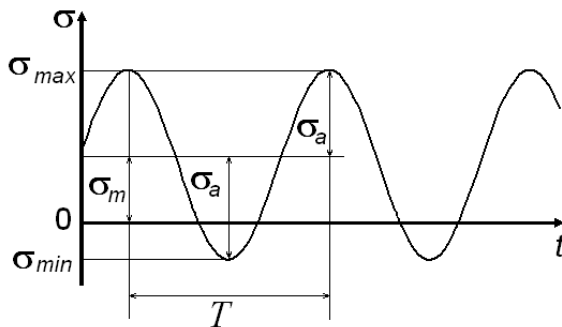


Рис. 2. Переменное нагружение по напряжениям

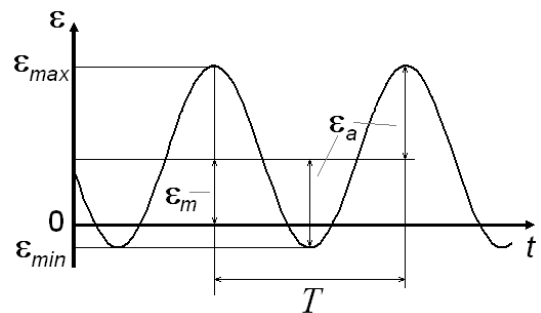


Рис. 3. Переменное нагружение по деформациям

σ_a (ε_a) – амплитуда напряжений (деформаций) цикла: наибольшее числовое положительное значение переменной составляющей цикла напряжений (деформаций);

σ_m (ε_m) – среднее напряжение (деформация) цикла: постоянная (положительная или отрицательная) составляющая цикла напряжений (деформаций) равная алгебраической полусумме максимального и минимального напряжения (деформации) цикла. При этом

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}, \quad \sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}. \quad (1)$$

Вводится также параметр формы цикла напряжений (деформаций) - коэффициент асимметрии цикла напряжений (деформаций) R_σ (R_ϵ) – отношение минимального напряжения (деформации) цикла к максимальному

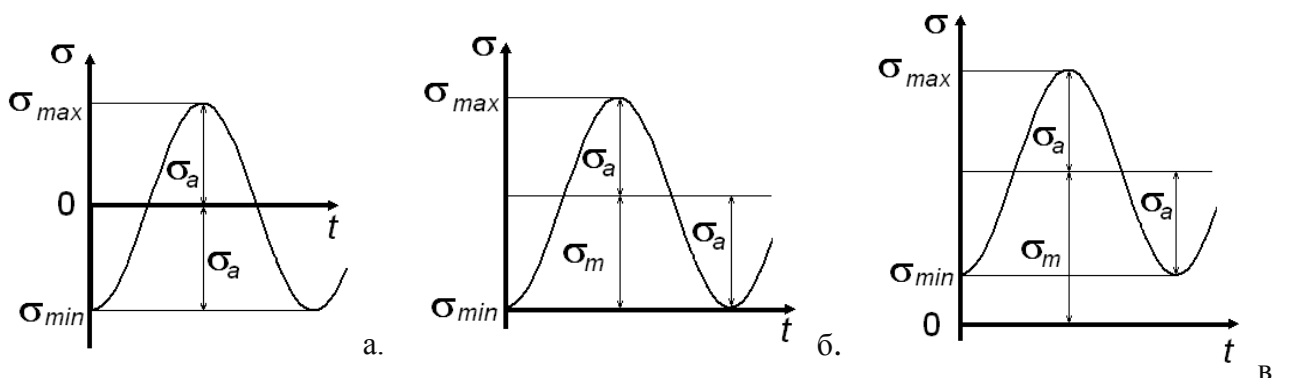
$$R_\sigma = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}; R_\epsilon = \frac{\epsilon_{\min}}{\epsilon_{\max}} . \quad (2)$$

При предельных значениях введенного коэффициента циклы нагружения имеют специфические названия.

При коэффициенте асимметрии цикла напряжений, равном минус единице, цикл напряжений называется симметричным. Данный вид цикла напряжений приведен на рис. 4.а.

При коэффициенте асимметрии цикла напряжений, равном нулю, цикл напряжений называется отнулевым. Данный вид цикла приведен на рис. 4.б. Примером подобного цикла является цикл нагружения зубьев шестерни при передаче момента.

При значениях коэффициента асимметрии цикла напряжений, не равных единице, цикл носит название асимметричного [1].



**Рис. 4. Виды цикла напряжений:
 а – симметричный, б – отнулевой, в – знакопостоянный**

При значениях максимального и минимального напряжений (деформаций) цикла одного знака цикл называется знакопостоянным (рис. 4.в). В противном случае цикл носит название знакопеременного цикла (рис. 2).

Циклы, имеющие одинаковые значения R_{σ} (R_{ϵ}), называются подобными. Основные параметры цикла нагружения можно разбить на две группы: параметры, характеризующие длительность цикла нагружения и параметры, характеризующие значения цикла нагружения.

Если в процессе нагружения контролируются (задаются) значения напряжений, то такое нагружение называется мягким. Цикл нагружения в этом случае описывается как цикл напряжения. Если в процессе нагружения контролируются (задаются) значения деформаций, то такое нагружение называется жестким. Цикл нагружения в этом случае описывается как цикл деформации.

После определения основных характеристик переменного нагружения интерес представляет классификация его видов. Периодическое нагружение характеризуется периодическим изменением нагрузок. Выделяют два основных вида периодического нагружения: регулярное и нерегулярное.

Регулярное нагружение характеризуется периодическим законом изменения нагрузок с одним максимумом и одним минимумом в течение одного периода при постоянстве параметров цикла напряжений в течение всего периода испытаний или эксплуатации [1].

Блочное нагружение – периодическое нагружение объекта при повторении заданного блока нагружения. Блок нагружения – сочетание ступеней с различными значениями переменных напряжений. Ступень нагружения – фиксированное число циклов напряжений (деформаций) с постоянными амплитудой, средним значением и частотой [1]. Граница между малоцикловой и многоцикловой усталостью приблизительно равна 10^4 циклам.

Для определения усталости материала особенную роль играет построение кривой усталости (кривой Вёлера): для малоцикловой усталости – зависимость между циклами и деформациями (EN-диаграмма), а для многоцикловой – зависимость между циклами и напряжениями (SN-диаграмма).

На рис. 5 а, б, в приведены кривые Вёлера легированной стали [2], алюминиевого сплава [5] и высокопрочной стали [6] соответственно. На основе сравнения данных диаграмм заметно, что два материала имеют точку перегиба на кривой усталости. Для

стали после точки перегиба начинается горизонтальный участок, а для алюминиевого сплава - участок с меньшим наклоном. Третий материал не имеет точки перегиба.

Наклонные участки на кривых достаточно хорошо описываются степенной функцией. Впервые в 1910 г. подобную зависимость предложил Басквин (Basquin)

$$\sigma_{\max} = CN^q, \quad (3)$$

где C и q – параметры, зависящие от физико-механических свойств материала.

В настоящее время для каждого из типов кривой усталости предложено уравнение, базирующееся на зависимости Басквина [6].

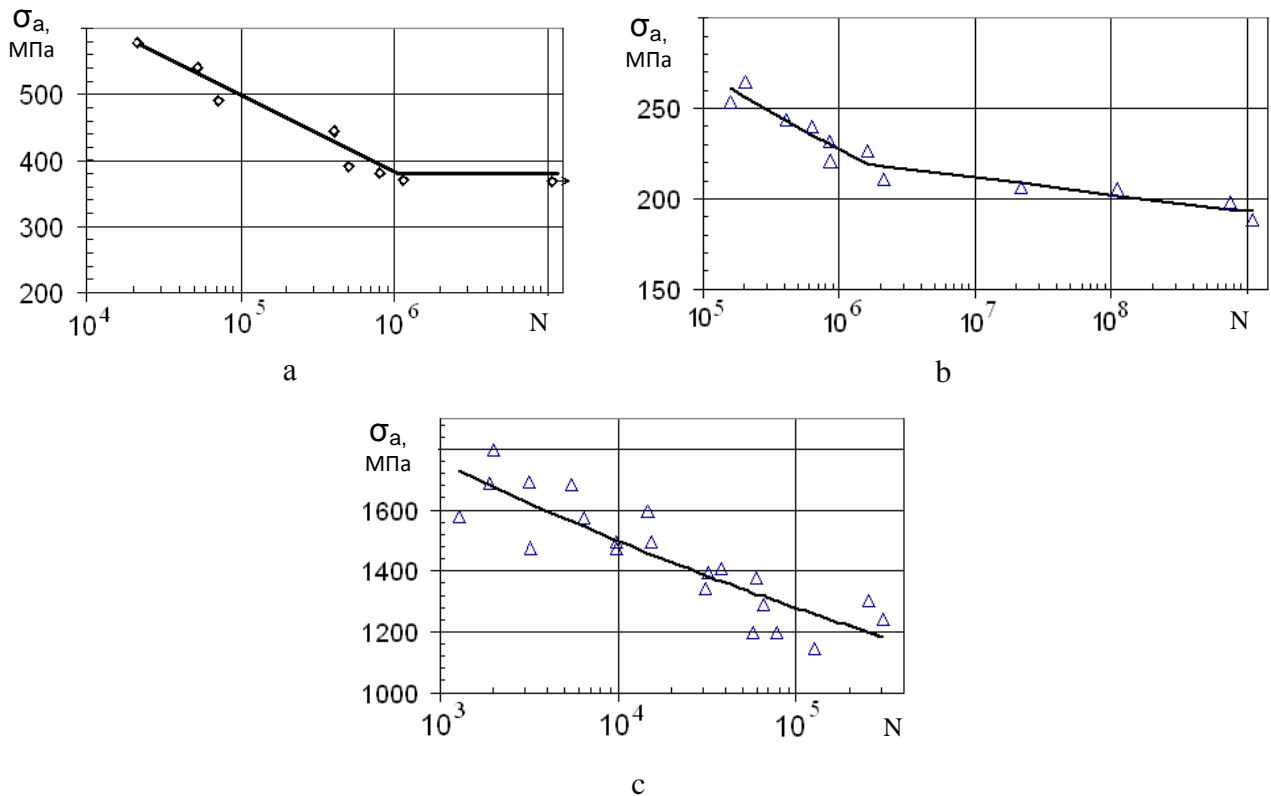


Рис. 5. Кривые усталости (а) легированной стали, алюминиевого сплава (b), высокопрочной стали (с)

В большинстве случаев эксперименты проводятся при симметричном цикле напряжений. В этом случае предел выносливости будет обозначаться σ_{-1} . С учетом того, что $\sigma_{\max} = \sigma_a$, кривую усталости представляем в координатах $\sigma_a - N$, тогда уравнение примет вид:

$$N = \begin{cases} \frac{\sigma_{-1}^m N_G}{\sigma_a^m}, & \sigma_a \geq \sigma_{-1} \\ \infty, & \sigma_a < \sigma_{-1} \end{cases}, \quad (4)$$

где $m = \operatorname{tg} \beta$ - показатель наклона первого участка кривой усталости, N_G - абсцисса точки перегиба кривой усталости.

На базе ГНТЦ „Дельта“ были проведены физические и численные эксперименты с целью изучения усталости стандартного образца, который имеет следующие механические характеристики: материал - легированная сталь, предел прочности $\sigma_b = 1490$ МПа, модуль упругости $E = 20594$ МПа, предел текучести $\sigma_s = 1177$ МПа и относительное удлинение $\delta = 8\%$. Эксперименты проводились при $R = -1$ (симметричный цикл), $R = 0$ (отнулевой цикл) и $R = 0,5$ (см. рисунки 6, 7 и 8).

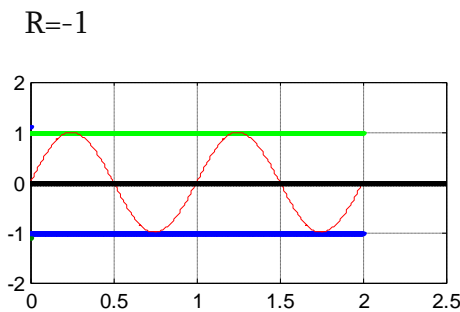


Рис. 6

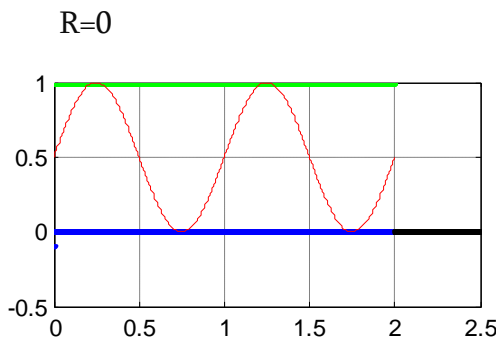
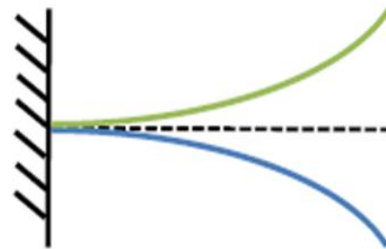
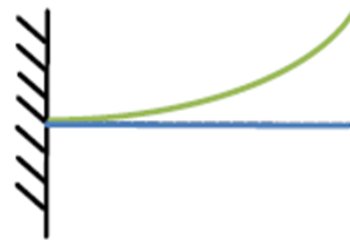


Рис. 7



R=0,5

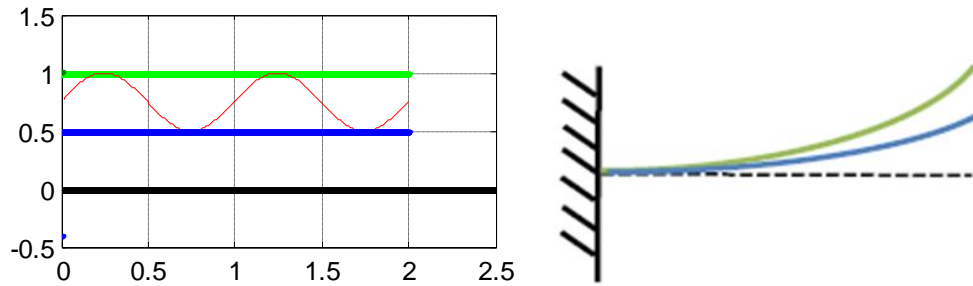


Рис. 8

На рисунке 6,7 и 8 линиями обозначены максимальное и минимальное значения напряжений, синусоида соответствует циклическому напряжению. Значения усталости для материала образца при растяжении-сжатии представлены в табличном виде.

На основе этих данных построен график усталости легированной стали в логарифмических координатах (см.рис.9), где ось ox соответствует количеству циклов, а ось oy - напряжению. Графики построены для коэффициентов асимметрии цикла напряжений (деформаций) $R = -1$, $R = 0$ и $R = 0.5$.

Таблица 1 →

R=-1	Цикл (10^4)	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.1	8.8	12.7	18.3	26.3
	Напряжения ($\text{Па } 10^8$)	8.3	7.8	7.4	6.9	6.6	6.3	6.1	5.8	5.6	5.5
R=0	Цикл (10^4)	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.1	8.8	12.7	18.3	26.3
	Напряжения ($\text{Па } 10^8$)	6.3	5.9	5.6	5.3	5.0	4.8	4.6	4.4	4.3	4.1
R=0.5	Цикл (10^4)	5.0	6.6	8.7	11.5	15.2	20.2	26.6	35.2	46.5	61.5
	Напряжения ($\text{Па } 10^8$)	3.9	3.7	3.6	3.5	3.45	3.36	3.3	3.2	3.14	3.1

Продолжение табл.1 →

R=-1	Цикл (10 ⁴)	37.9	54.5	78.5	113	162	234	336	483	695	1000
	Напряжения (Па 10 ⁸)	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4
R=0	Цикл (10 ⁴)	37.9	54.5	78.5	113	162	234	336	483	695	1000
	Напряжения (Па 10 ⁸)	4.0	3.9	3.8	3.7	3.65	3.6	3.58	3.53	3.49	3.46
R=0.5	Цикл (10 ⁴)	81.3	107	141	187	248	328	433	573	556	1000
	Напряжения (Па 10 ⁸)	3.0	2.9	2.95	2.9	2.87	2.85	2.82	2.8	2.77	2.75

Достаточно часто в литературе подход, при котором долговечность определяется уровнем полной деформации, носит название EN подхода, а кривая усталости при таком описании - EN кривой (название связано с аббревиатурой от названий осей координат на кривой Вёлера) [4].

Построим кривую усталости углеродистой стали. Материал имеет следующие механические характеристики: модуль упругости $E = 20594$ мПа, предел прочности $\sigma_b = 412$ мПа, предел текучести $\sigma_s = 226$ мПа и относительное удлинение $\delta = 28\%$.

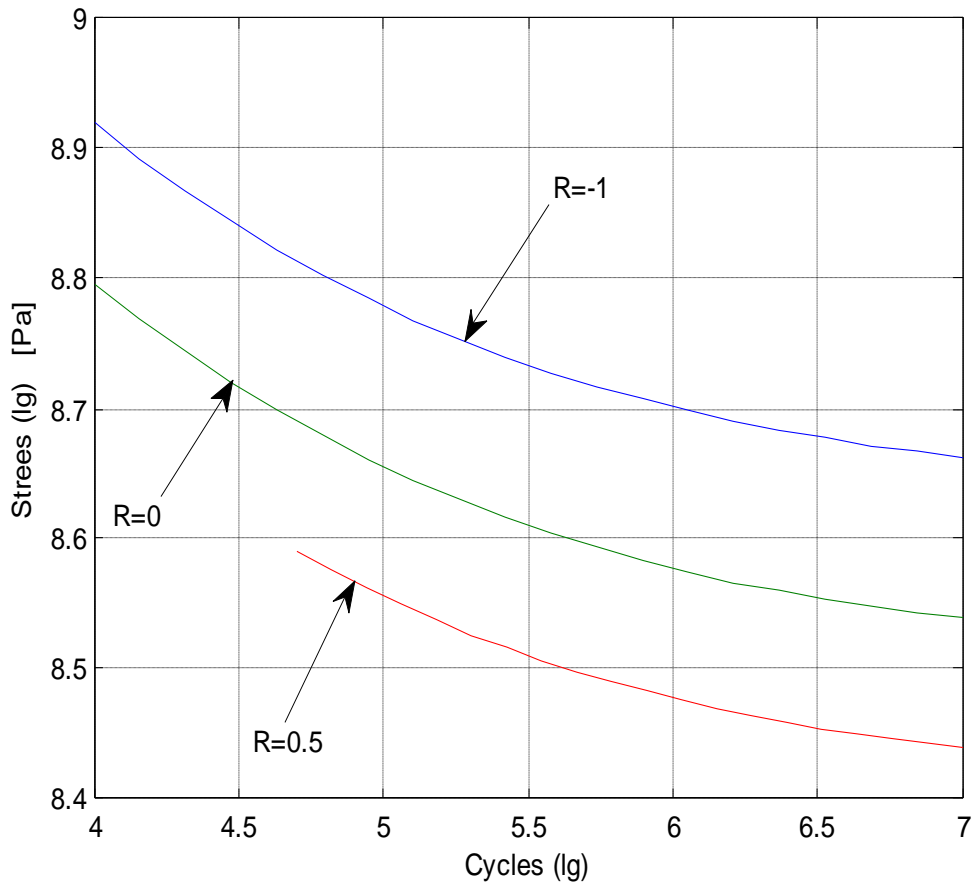


Рис. 9. Кривая усталости легированной стали

Чтобы построить кривую усталости, сначала построим график зависимости между амплитудой упругой деформации и числом циклов до отказа (см. рис. 10, график 1). Потом построим график зависимости между амплитудой пластической деформации с числом циклов до отказа (см. рисунок 10, график 2). Для определения сопротивления усталости, при наличии локальных концентраторов напряжений, воспользуемся уравнением Морроу-Мэнсона (Morrow-Manson) [5]

$$e_a = \frac{\sigma_f}{E} (2N)^b + \varepsilon_f (2N)^c, \quad (5)$$

где σ_f – усталостная прочность (значение амплитуды напряжений, при котором разрушение произойдет в ходе одного полуцикла нагружения при условии отсутствия пластических деформаций), ε_f – усталостная вязкость (значение амплитуды

пластической деформации, при котором разрушение произойдет в ходе одного полуцикла нагружения при условии отсутствия упругих деформаций), b – экспонента усталостной прочности (экспонента Басквина), c – экспонента усталостной вязкости. На основе зависимости (5) построен график усталости Морроу-Мэнсона (Рис.10 график 3).

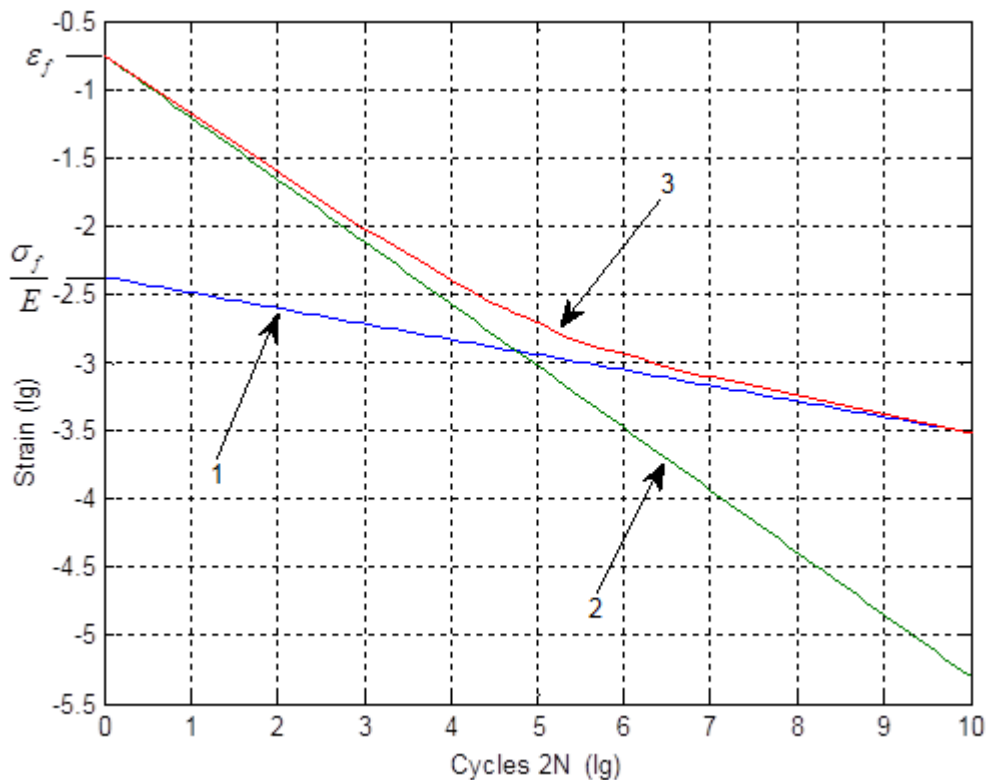


Рис. 10. Кривая усталости углеродистой стали

Рассмотренная выше кривая (Рис.10, график 3) называется EN кривой. Все графики построены на языке программирования MATLAB.

Заключение

Изложенная в статье методика даёт возможность исследовать изотропный материал на усталостную прочность, построить EN или SN кривые и на основе этого определить долговечность конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Форрест П. Усталость металлов. – М. : Машиностроение, 1968. - 352 с.
2. Терентьев В.Ф., Оксогоев А.А. Циклическая прочность металлических материалов: учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001. - 62 с.
3. Когаев В.П. Расчеты на прочность при напряжениях переменных во времени.

- М. : Машиностроение, 1993. - 364 с.

4. ГОСТ 23.207-78. Сопротивление усталости. Основные термины, определения и обозначения. – М. : Изд-во стандартов, 1981. - 48 с.

5. Трощенко В.Т., Сосновский Л.А. Сопротивление усталости металлов и сплавов: в 2. ч. Ч. 1. – Киев: Наукова думка, 1987. - 320 с.

6. Иванова В.С., Терентьев В.Ф. Природа усталости металлов. – М . : Металлургия, 1975 - 456 с.

ABOUT STEEL FATIGUE

G. TSIREKIDZE, S. BLIADZE, U. DZODZUASHVILI, A. GOGOLIDZE,

In the letter there is discussed several kinds of tension, by the motion of which arise fatigue. There is represented evaluation methods of fatigue resistance taking into account the effect of asymmetric tension cycle and multi-axial strained conditions. There is given methods, which allows us, in case of Isotropic Materials, to construct EN and SN fatigue line and through them to be established construction durability.

მეტალის დაღლილობის მრუდის შესახებ

გ. ცირეკიძე, ს. ბლიაძე, უ. ძოდუაშვილი, ა. გოგოლიძე

წერილში განხილულია გარე დატვირთვების სახეები, რომელთა მოქმედებისას აღიძვრება დაღლილობის მოვლენები, წარმოდგენილია დაღლილობის წინააღმდეგობის შეფასების მეთოდები დატვირთვის ციკლის ასიმეტრიულობის და დამაბული მდგომარეობის მრავალღერძულობის გავლენის გათვალისწინებით. მოცემულია მეთოდიკა, რომელიც საშუალებას იძლევა იზოტროპული მასალების შემთხვევაში აგებულ იქნეს EN და SN დაღლილობის მრუდები და მათი მეშვეობით დადგენილ იქნეს კონსტრუქციის ხანგამძლეობა.

(Поступило 18.02.2015.)

Semiconductor physics.

Aviation Materials science

**DEPENDENCE BETWEEN THE ENERGY-GAP WIDTH AND SHALLOW
IMPURITIES IN SEMICONDUCTORS WITH TETRAHEDRAL SYMMETRY**

K. Davitadze^{*}, Z. Gogua^{}, G. Kantidze^{***}, T. Minashvili^{**}**

(Georgian Aviation University, Ketevan tsamebuli ave.16, Tbilisi, 0144, Georgia,
Georgian Technical University, Merab Kostava ave. 75, Tbilisi, 0175, Georgia)

***Abstract:** Theoretical and experimental study of semiconductor compounds and further improvement of their electrical parameters is of great interest to the aviation materials as their basis the modern aviation appliances. The high concentration of impurities in semiconductors may lead to changes of the zonal structure, in particular, changes are observed in density condition. The article gives a detailed description of the results of the earlier produced experimental study of the physical process and given new considerations of mathematical calculations for a particular semiconductor. In particular, the dependence of the energy-gap width in semiconductors with tetrahedral symmetry of the impurity concentration. Studies have shown that a decrease in the energy-gap width special contribution identifies both internal and external region of impurity center. The versatility of this mathematical calculation that this model makes it possible to detect the difference in individuality as an impurity, and on contribution to the change energy-gap width. Value of theoretical studies with experimental data can be considered satisfactory.*

***Keywords:** semiconductors, energy-gap, donor and acceptor impurities, impurity concentration, density of states, interzonal optical transitions, effective masses.*

Modern aviation electrical appliances is built on the basis of semiconductor compounds and their theoretical and experimental studies to further improve the electrical parameters are constantly being. It's known that implantation of the large amount of impurities in semiconductors can cause the major distortion of the zonal structure. The "large amount" means such concentration, when average distance $\frac{1}{\sqrt[3]{N}}$ becomes less than Bohr

* Professor

** Associate professor

*** Doctoral Student

Orbit radius $\frac{1}{\sqrt[3]{N}} \ll a_g$, where $a_g = \left(\frac{m}{m^*}\right) \varepsilon a_H$. m^* is the effective mass of the atom in the given semiconductor, m is the free electron's mass, ε is the dielectric constant, a_H is the electron's Bohr Orbit radius in hydrogen atom. In these conditions there appears the impurity band and in case of donor impurities it joins the conduction band and in case of acceptor impurity – the valence band. This causes the major changes of the density of states. At the edge of the appropriate band there appear tails of the density of states and they drag the edge of the band to the energy-gap. This causes narrowing of the energy-gap. Studies of this process began about 50 years ago and it continues even today. First papers about this topic appeared when it became possible to perform a zonal structure defining experiments. These works were contrapositive and mutually exclusive, e.g.: reflection measurement experiments showed [1] that the increase of impurity concentration causes the increment of effective mass of electron, but the calculations in [2] papers don't approve these results. Pankov [3] investigated the spectral dependency of absorption coefficient during the interzonal optical transitions in heavily doped germanium with shallow impurities and calculated the dependence between the energy-gap width and concentration of impurities. He defined that increasing of the impurity concentration causes decrease of the energy-gap in germanium. In case of impurity concentration $4.5 \cdot 10^{19} \text{cm}^{-3}$ the band width decreases by 0.1 ev. The experiments provided at 4.2 K. Haas [4] provided the similar calculations in heavily doped germanium with phosphorus and arsenic at 80 K temperature. He also defined the decrease of the energy-gap width when increased the impurity concentration, but not so much as in [3]. Other authors, e.g. [5] said that the reason of the difference is the wrong absorption extrapolation of the uncombined carriers in the Haas's main absorption area. Besides, it's quite hard to compare these results because these experiments were provided in heavily doped hole germanium. The fact of reduction of the energy-gap width was also investigated in [6] where is provided some investigations of infrared absorption in heavily doped germanium with gallium at 80 K and 293 K temperatures. At 80 K the authors defined that the difference between direct and indirect transitions is 0.16 ev, but they explained this fact that because of heavy doping Fermi energy enters the valence band and the interzonal transitions begin there. The value of energy-gap width reduction in such case, when impurity concentration $\sim 10^{19} \text{cm}^{-3}$, according to the authors' calculations is 0.05 ev.

In heavily doped compensated germanium narrowing of the energy-gap is theoretically calculated by Keldish and Proshko [7]. They followed the conception of random distribution of impurities and calculated the value of energy-gap width reduction caused by the fluctuations of impurity potential. This potential is represented as Coulomb potential. The formula of band width reduction is:

$$\Delta E_g = 2 \left(\frac{e^2}{a_H} \right) \frac{1}{\epsilon} \left(\frac{m}{m_v} \left(1 + \frac{m_v}{m_e} \right) \epsilon \right)^{1/5} (na_0^3)^{2/3} \sqrt{\left(\frac{m_v}{m_c} \right)^{2/5} - 1} \quad (1)$$

Where m_e and m_v are effective masses of electrons and holes. The values of energy-gap width reduction, calculated using (1) formula, are small, e.g. for germanium, when $n \sim 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, $\Delta E_g \sim 10^{-3} \text{ eV}$. These values are also small when using Hamman's formulas [8] for germanium and silicon. They are based on Coulomb potential of impurity center. Hamman calculated the decrease of energy-gap energy in semiconductors using the variational method. With taking into account the Fermi energy changes caused by the charge carrier concentration increment and without it, he took the formulas for Ge and Si:

$$\text{Ge: } \Delta E_g(\mu, n) = \Delta E_g(n) - 6.63(n/10^{18})^{2/3}; \text{ (eV)}$$

$$\Delta E_g(n) = 0.741 - 4.89 \left(\frac{n_v}{10^{18}} \right)^{1/3} - 8.2 \left(\frac{n_v}{10^{18}} \right)^{1/4} - 3; \text{ (eV)} \quad (2)$$

$$\text{Si: } \Delta E_g(\mu, n) = \Delta E_g(n) - 3.34(n/10^{18})^{2/3}; \text{ (eV)}$$

$$\Delta E_g(n) = 1.156 - 6.47 \left(\frac{n_v}{10^{18}} \right)^{1/3} - 13.1 \left(\frac{n_v}{10^{18}} \right)^{1/4} - 8.1; \text{ (eV)} \quad (3)$$

Where n is the concentration of free electrons, $\Delta E_g(\mu, n)$ is the value of energy-gap reduction. When the impurities are ionized, electron gas is too much distorted and the chemical potential enters the band. So, this is the distance between the chemical potential and the edge of another band, and $\Delta E_g(n)$ is the energy-gap width reduction value without taking this fact into account, so it is the distance from one band's edge to another. This method also gives small values, e.g. for Ge when concentration $n = 5 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, $\Delta E_g(n) \sim 0.02 \text{ eV}$. In Overskreiten and Ertens papers [9] there are gathered a lot of results of calculations about the dependence between impurity concentration and the energy-gap width. They used electronic measurements in these experiments. In these papers there are shown the results of 6 different

authors and figured on the fig.1. As we see, reduction of the energy-gap is not small; in Si it's almost 0.25 ev.

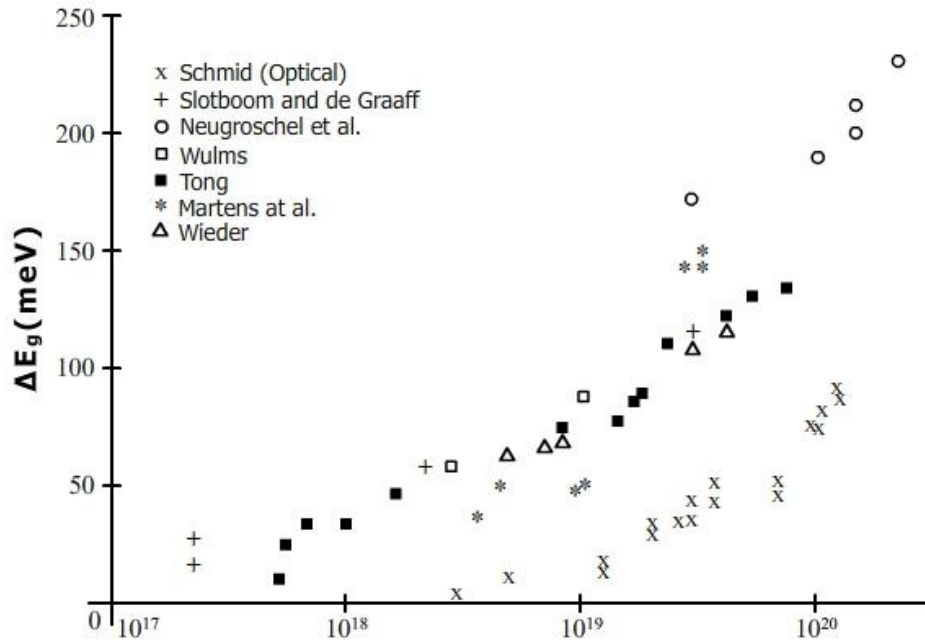


Fig.1. Electrical and optical energy-gap narrowing vs. donor doping density, the points are experimental data.

There is low concentration of electrons at low temperatures when it makes sense to measure the energy-gap width in heavily doped germanium and silicon. According to the theories, which were considered above, the neutral impurities can't take part in changing energy-gap narrowing process. We (Z, Gogua, A. Gerasimov, A. Tsertsvadze) [10] offered the impurity center model, where the impurity atom in the first coordination sphere is considered as the free atom in vacuum and outside of it – as usual, using the continuum approximation. According to this conception the impurity center potential formula is:

$$\Phi(r) = n^* \sqrt{\frac{l}{E_H r}} \frac{e}{r} \Theta(r_0 - r) + \frac{z_e}{\epsilon_0 r} \Theta(r - r_0) \quad (4)$$

As the dielectric constant spatial dependence is limited by the first coordination sphere, the (4) potential needs some corrections. $\frac{1}{\epsilon(r)}$ dependency can be described well with simple function

$$\frac{1}{\varepsilon(r)} = \frac{1}{\varepsilon_0} + e^{-\alpha r} = \alpha + e^{-\alpha r} \quad (5)$$

Where $\alpha = \begin{cases} 0.0625 & Ge \\ 0.0833 & Si \end{cases}$ and $\alpha = \frac{2}{\alpha_0}$ for both cases. After this correction the (4) formula will transform:

$$\Phi(r) = n^* \sqrt{\frac{l}{E_H r}} (\alpha + e^{-\alpha r}) \Theta(r_0 - r) + \frac{r_e}{\varepsilon_0 r} \Theta(r - r_0) \quad (6)$$

Where n^* is the principal quantum number of the valence layer of the impurity atom, which is calculated using Slater rule [12]. E_l is the ionization energy of the corresponding state of the free impurity atom. E_H is the ionization energy of hydrogen's free atom. $\Theta(x)$ is Heavyside step function. n^* and E_l parameters automatically describes the individuality of each impurity. This model was successfully approved by the investigations of charge carriers' dispersion on the ionized impurities, also emitted and non-emitted transitions and other problems. [12, 13, 14].

We tried to use that impurity center common model and investigate the dependence of energy-gap narrowing vs. impurity density. We think that the impurity is randomly distributed and the screened potential of (4) energy according to Debye and Hewkel will be:

$$\Phi(r) = n^* \sqrt{\frac{E_l}{E_H r}} \frac{e}{r} (\alpha + e^{-\alpha r}) \Theta(r_0 - r) + \frac{z_e}{\varepsilon r} e^{-qr} \Theta(r - r_0) \quad (7)$$

Where q is the inverted value of Debye radius in whole substance. The correlation function of potential energy of randomly distributed n impurity is:

$$\langle u(r_1)u(r_2) \rangle = \frac{N}{V} \int d\vec{r} u(\vec{r} + \vec{r}_1) u(\vec{r} + \vec{r}_2) \quad (8)$$

Where $u(r_1) = e\Phi(r)$. If we put their Fourier transformation instead of $u(r + r_1)$ and $u(r + r_2)$ functions in (8) we'll get the formula:

$$\langle u(r_1)u(r_2) \rangle = \frac{N_l}{(2\pi)^3} \int e^{i\vec{k}(\vec{r}_1 - \vec{r}_2)} u(\vec{k}_1) u(-\vec{k}_1) d\vec{k} \quad (9)$$

Where $N_l = \frac{N}{V}$ is impurity concentration, $u(k)$ is the Fourier transformation of $u(r)$ function.

$$u(k) = e^2 \left\{ n^* \sqrt{\frac{E_l}{E_H}} \left(\frac{\alpha}{k^2} (1 - \cos k r_0) - \frac{1}{k(k^2 + \alpha^2)} (k - e^{-\alpha r_0} (\alpha \sin k r_0 + k \cos k r_0)) \right) + \frac{z}{\varepsilon} \frac{e^{-q r_0}}{k^2 + q^2} \left(\frac{q}{k} \sin k r_0 + \cos k r_0 \right) \right\} \quad (10)$$

As we see $u(k) = u(-k)$, so at the $r_1 = r_2$ point for potential energy fluctuation there will be the formula:

$$\langle u^2(r) \rangle = \frac{N_l}{(2\pi)^3} \int |u(k)|^2 d\vec{k} \quad (11)$$

If we put (10) formula in (11) and take into account $\Delta E_g(N_l) = \sqrt{\langle u^2(r) \rangle}$ expression, after long, but simple transformations we'll get:

$$\Delta E_g(N_l) = \sqrt{4\pi(n^{*2}(1-2\alpha)E_lE_HN_l\alpha_0^3) + \left(\frac{z}{\varepsilon}\right)^2 N_l e^2 \frac{e^{-2\alpha r_0}}{2q}} \quad (12)$$

This formula shows that the impurity center's inner area as well as the outer one affects on the energy-gap narrowing process. Besides, the universality of our conception is that (12) formula shows the difference in the individuality of each impurity and different kind of influence in the energy-gap narrowing process. Energy-gap width reduction at T=0 according to (12) will be:

$$\Delta E_g(N_l) = 2n^* \sqrt{\pi(1-2\alpha)E_lE_HN_l\alpha_0^3} \quad (13)$$

For P $n^* = 3$ and $E_l = 0.8 \text{ eV}$, for As $n^* = 3$ and $E_l = 2 \text{ eV}$. Results of (13) formula in case of Si<P> and Si<As> are shown on fig.2:

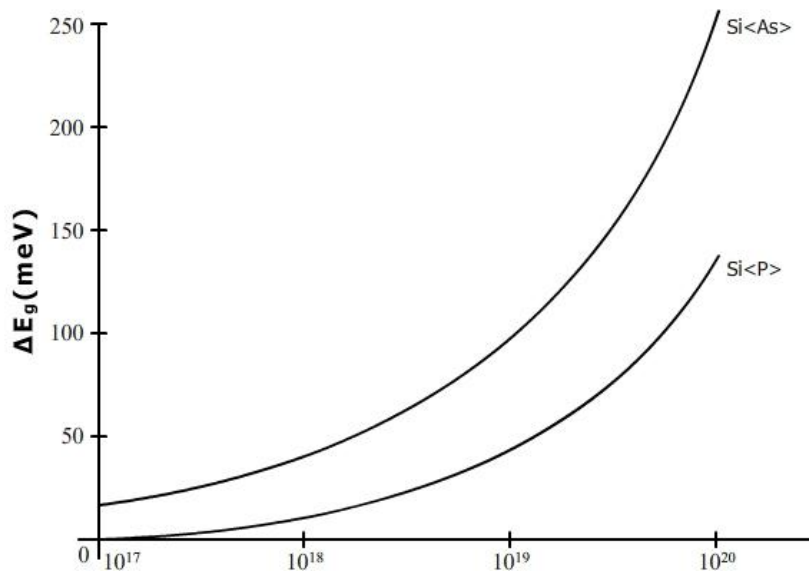


Fig.2 (13) formula results for energy-gap narrowing value.

If we compare (13) formula results with the experimental data in [9] papers we'll see the satisfying similarity.

REFERENCES:

1. M. Cordona, H. Simmers. – Phys. Rev. 122, p.1382 (1961);
2. W. Spitzer – Journal of Applied Physics, 32, p.1828 (1961);
3. J. Pankov – Phys. Rev. Letters, 11, p.20 (1960);
4. E. Haas – Phys. Rev. v.123, N6, p.1965 (1961);
5. В. И. Фистуль – Сильно легированные полупроводники, из. «Наука» М. 1967г.;
6. В. С. Багаев, Г. П. Прошко, А. П. Шотов – ФТТ, Т.4, в.1, с.3228 (1962);
7. Л. В. Кельдиш, Г. П. Прошко - ФТТ, Т.5, в.2, с.3778 (1963);
8. G. D. Mahan - Journal of Applied Physics, v.51, N5, p.2635 (1980);
9. R. J. Van Overstraeten, R. P. Mertens – Solid State Electronics, v.30, 11, p.1077 (1987);
10. А. Б. Герасимов, З. Г. Гогуа, А. А. Церцвадзе – ЖТФ, Т.52, в.1, с.137 (1982);
11. A. M. K. Muller – Z. Naturforschung, N20a, p.1475, (1965);
12. П. Гомбаш – Проблема многих тел в квантовой механике М. ил. (1953);
13. А. В. Gerasimov, Z. G. Gogua, V. N. Svanidze – Phys. Stat. Sol. (b) 141, k83-k87 (1987);
14. А. В. Gerasimov, Z. G. Gogua, V. N. Svanidze, D. A. Kimeridze – Phys. Stat. Sol. (b) 144, k99-k104 (1987)

**ტეტრაედრული სიმეტრიის ნახევარგამტარებში აკრძალული ზონის სიგანის
დამოკიდებულება თხელ მინარევებზე**

ქ. დავითაძე, ზ. გოგუა, გ. კანტიძე, თ მინაშვილი

თანამედროვე საავიაციო ელექტრული ხელსაწყოები ნახევარგამტარული შენაერთების ბაზაზეა აგებული და მათი ელექტრული პარამეტრების შემდგომი გაუმჯობესებისათვის თეორიული და ექსპერიმენტური კვლევები მუდმივად მიმდინარეობს. დიდი კონცენტრაციით შეყვანილმა მინარევებმა ნ/გ-ს ზონურ სტრუქტურაში ცვლილებები შეიძლება გამოიწვიოს, კერძოდ ადგილი აქვს მდგომარეობათა სიმკვრივის ცვლილებას. ნაშრომში დეტალურადაა განხილული ამ ფიზიკურ პროცესზე აქამდე ჩატარებული კვლევების შედეგები და მოწოდებულია უკვე ახალი მოსაზრებები კონკრეტული ნახევარგამტარებისთვის. კერძოდ, განხილულია ტეტრაედრული სიმეტრიის ნახევარგამტარებში აკრძალული ზონის სიგანის დამოკიდებულება მინარევთა კონცენტრაციაზე. გამოთვლებმა აჩვენა, რომ აკრძალული ზონის შემცირებაში წვლილი შეაქვს მინარევული ცენტრის გარე და შიდა არეს. პირველად იქნა შექმნილი აკრძალული ზონის სიგანის გამოსათვლელი მათემატიკური მოდელი, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოკვეთოს განსხვავება მინარევების ინდივიდუალურობისა და მათ მიერ აკრძალული ზონის ცვლილებაში სხვადასხვა წვლილის მიხედვით და ის თანხვედრაშია აქამდე არსებულ ექსპერიმენტალურ მონაცემებს, რაც შეიძლება დიდ მიღწევად ჩაითვალოს.

ЗАВИСИМОСТЬ ШИРИНЫ ЗАПРЕЩЕННОЙ ЗОНЫ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ С ТЕТРАЭДРАЛЬНОЙ СИММЕТРИЕЙ ОТ ТОНКИХ ПРИМЕСЕЙ

К. Давитадзе, З. Гогუა, Г. Канტიдзе, Т. Минашвили

Теоретическое и экспериментальное исследование полупроводниковых соединений и дальнейшее улучшение их электрических параметров представляет большой интерес для авиационного материаловедения, поскольку на их основе построены современные авиационные электроприборы. Высокая концентрация примесей в полупроводниках может привести к изменениям зональной структуры, в частности наблюдаются изменения плотности состояния. В статье дается подробное описание итогов раньше проведенного экспериментального исследования этого физического процесса и даны новые соображения математических расчетов для конкретного полупроводника. В частности, изучена зависимость ширины запрещенной зоны в полупроводниках с тетраэдральной симметрией от концентрации примеси. Исследования показали, что в уменьшении ширины запрещенной зоны особый вклад выявляет как внутренняя, так и внешняя область центра примеси. Универсальность данного математического исчисления в том, что эта модель дает возможность обнаружить разницу как по индивидуальности примеси, так и по вкладу в изменение запрещенной зоны. Соответствие проведенных теоретических исследований с экспериментальными данными можно считать удовлетворительным.

(Received on 04.11.2014)

Авиационные газотурбинные
двигатели

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТУРБОВАЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВЕРТОЛЕТОВ
МИ-8 С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ВЫХЛОПНЫХ
ГАЗОВ

А.Майсурадзе*, Л.Робакидзе*, Н.Канчавели**

(Авиационный университет Грузии, пр.Кетеван Цамебули 16, Тбилиси, 0144, Грузия)

Резюме: В статье рассматривается возможность использования устройства утилизации тепла отработанных газотурбовальными двигателями вертолетов для нужд существующих систем: обогрева, противообледенения и кондиционирования.

Ключевые слова: турбовальный двигатель, утилизация тепла, вертолет, теплообменное устройство.

1. Введение

С учетом жестких экологических требований международных организаций (ООН , ICAO) об уменьшении выбросов в атмосферу тепловых и вредных веществ отработанных газов двигателей внутреннего сгорания, эта проблема непосредственно касается и авиационных газотурбинных двигателей.

Наряду с усовершенствованием конструкции и технологии производства двигателей, одним из перспективных направлений повышения их экологических и экономических характеристик является применение методов регенерации и утилизации тепла выхлопных газов. В авиации регенерация тепла выхлопных газов осуществлена на некоторых самолетах с турбовинтовыми двигателями (рис.1). Здесь теплообменными аппаратами осуществляется дополнительный нагрев воздуха, входящего в камеру сгорания (после компрессора) от выхлопных газов после турбины. Надо отметить, что данный метод, кроме положительного эффекта, имеет и существенные недостатки, а именно, ухудшается удельная мощность двигателя и усложняется конструкция. Кроме того, снижение температуры газа за турбиной приводит к уменьшению реактивной тяги.

*профессор

**инженер

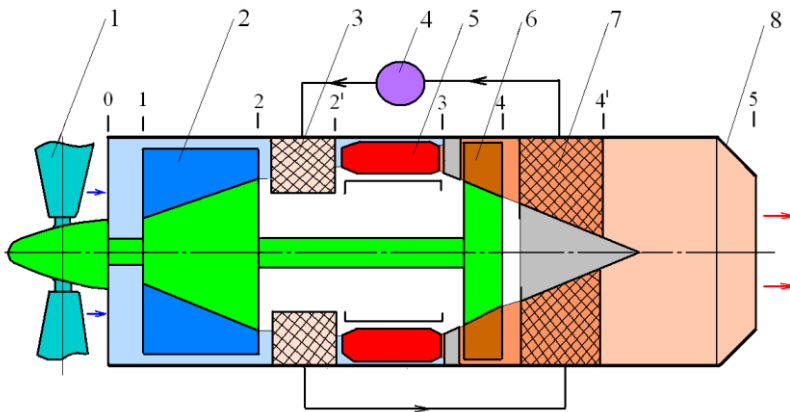


Рис.1. Турбовинтовой двигатель:

1-воздушный винт; 2-компрессор; 3-теплообменник для подвода тепла к воздуху перед камерой сгорания; 4-циркуляционный насос промежуточного теплоносителя; 5-камера сгорания; 6-газовая турбина; 7-теплообменник для отвода тепла от газа за турбиной; 8-выходное устройство

Метод утилизации тепла выхлопных газов широко используется в современных энергетических установках и на газоперекачивающих станциях, в которых в качестве приводных агрегатов используются газовые турбины (рис.2). Такие установки снабжены утилизационными теплообменными аппаратами и с их помощью тепловая энергия выходящих из турбины газов ($t=250-350^{\circ}\text{C}$) передаётся теплоносителю, в основном воде, которая нагревается и направляется к потребителю тепла.

С учетом вышесказанного, на летательных аппаратах применение системы утилизации тепла выхлопных газов более целесообразно на турбовальных двигателях, которые в основном установлены на вертолетах. Из выходного устройства этих двигателей выходящая струя газов почти не создает тяги и уносит достаточно большую тепловую энергию в атмосферу.

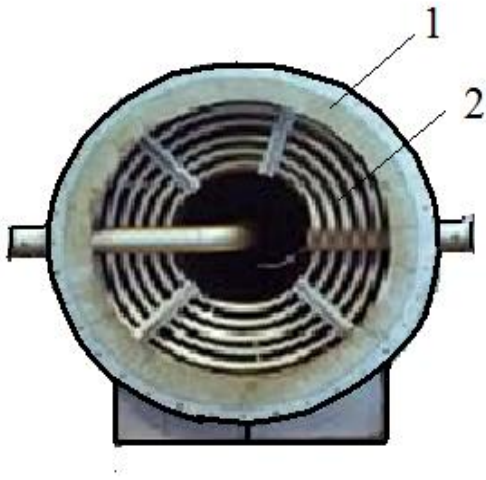


Рис.2. Газотурбинная энергетическая установка с устройством утилизации тепла 1-выходное устройство газотурбинного двигателя; 2-утилизационное устройство выхлопных газов

В данной статье рассматривается вопрос о возможности усовершенствования конструкции турбовальных двигателей ТВ2-117 и ТВ3-117, установленных на вертолетах семейства МИ-8 с применением системы утилизации тепла выхлопных газов. Вертолет МИ-8 был разработан в СССР в ОКБ имени М.Л. Миля в начале 1960-ого года (рис .3). В настоящее время вертолет МИ-8 с множеством его модификаций является самым массовым двухдвигательным вертолетом в мире, который успешно выполняет самые разные гражданские и военные задачи. На первом этапе тепловой расчет был выполнен для турбовального двигателя ТВ2-117.



Рис .3. Вертолет МИ-8Т

Утилизированное тепло выхлопных газов турбовальных двигателей можно использовать для нужд:

- системы отопления и обогрева кабины экипажа и пассажирского салона;
- системы противообледенения двигателей;
- системы кондиционирования летательного аппарата;

На вертолетах типа Ми-8 отопление и вентиляция кабины экипажа и салона пассажиров, а также обогрев горячим воздухом ветровых стекол и блистеров осуществляется керосиновым обогревателем КО-50 (рис.4) {1}. Он представляет собой аппарат, в котором часть тепла, образованного в результате горения керосина, передается входящему из атмосферы холодному воздуху, который нагревается и направляется в салон вертолета и кабину экипажа.

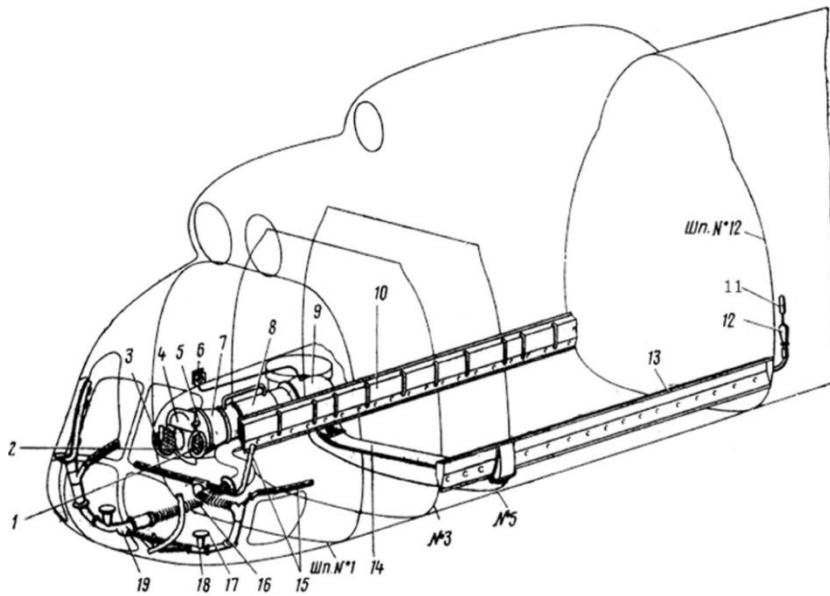


Рис.4. Система отопления и вентиляции вертолета Ми-8:

1,3- сетка; 2,4- заслонка; 5,17- ручки управления; 6- регулятор температуры; 7- вентилятор; 8-керосиновый обогреватель КО-50; 9- распределитель; 10,13- левое и правое обогревательные короба; 11- фильтр-отстойник воздушной системы; 12- обогревающий раструб фильтра-отстойника воздушной системы, 14- соединительная трубка; 15- коробка обдува блистеров и передних стекол кабины; 16- трубопровод; 17, 18, 19- патрубки подачи воздуха

Максимальная теплопроизводительность обогревательного устройства составляет 50000 ккал/час (58кВт) и расход топлива (керосина) равен 8,7 кг/час. Из приведенных данных видно, что обогреватель КО-50 имеет низкий КПД (приблизительно 55%) и соответственно неэкономичный.

Для предотвращения обледенения элементов конструкции двигателей в условиях низких температур и повышенной влажности они снабжены противообледенительными системами. Данная система обеспечивает защиту от обледенения элементов конструкции входного устройства двигателя путем их обогрева горячим воздухом. Отбор горячего воздуха производится из полости, образованной корпусом камеры сгорания и жаровой трубой. Расход горячего воздуха на обогрев элементов конструкции входного устройства двигателя составляет 1,7 % общего расхода воздуха в компрессоре.

Включение противообледенительной системы вызывает уменьшение мощности двигателя, примерно, на 4,5 % и увеличение удельного расхода топлива, примерно, на 5 % .

Таким образом, для нормального функционирования отопительной системы кабины экипажа и салона необходимо 58-60 кВт тепловой энергии, а для противообледенительной системы обоих двигателей ~140кВт, которые в сумме составляют 200 кВт. Эту тепловую энергию можно перераспределить по 100кВт на каждый двигатель. Надо отметить, что утилизированное тепло от выхлопных газов двигателей целесообразно, в первую очередь, использовать для нужды отопительной системы вертолета, т.к это связано небольшими конструктивными доработками. Что касается применения утилизированного тепла для противообледенительной системы двигателей, в этом случае приходится вместо горячего воздуха использовать жидкость (вода, спирт, масло и др.) , что требует более значительных конструктивных доработок входных устройств двигателей.

2. Основная часть

На вертолете Ми-8Т установлены два турбовальных двигателя типа ТВ2-117, эффективная максимальная мощность которых составляет $N_e=1100$ кВт.

В соответствии с режимами полета вертолета изменяется эффективная мощность свободной турбины и на крейсерском режиме она составляет 740 кВт, при этом часовой расход топлива равен $G_T=310$ кг/ч.

Выходная мощность двигателей внутреннего сгорания определяется следующим образом:

$$N_{\text{топл}} = G_T \times H_u / 3600$$

где H_u – низшая теплотворная способность топлива, кДж/кг
на крейсерском режиме $N_{\text{топл}}$ составляет 3700 кВт [2].

При этом 2/3 всей механической мощности тратится на привод турбокомпрессора $N_{\text{тк}}$ и 1/3 мощности - на привод свободной турбины $N_{\text{ст}}$. Таким образом, баланс мощности турбовального двигателя ТВ2-117 является:

$$Q_{\text{пот}} = N_{\text{топл}} - (N_{\text{тк}} + N_{\text{ст}}) = 3700 - (1500 + 770) = 1437 \text{ кВт.} \quad (1)$$

Тепловые потери $Q_{\text{пот}}$ состоят из двух компонентов – тепловые потери в виде отработанных газов выходящих из турбины (утилизация которых возможна) и тепловые потери в окружающую среду и на охлаждение двигателя:

$$Q_{\text{ог}} = G_{\text{в}} \times c_{\text{рм}} (t_1 - t_2) = 6 \times 1,1 (300 - 100) = 1320 \text{ кВт.} \quad (2)$$

$$Q_{\text{ок}} = Q_{\text{пот}} - Q_{\text{ог}} = 1437 - 1320 = 117 \text{ кВт,} \quad (3)$$

где $G_{\text{г}}$ – расход отработанных газов кг/с;
- $t_1 - t_2$ – разность температур отработанных газов;
- $c_{\text{рм}}$ – теплоемкость продуктов сгорания кДж/кг $^{\circ}$ С.

На рис.5 показан график изменения параметров проходящего воздухогазового потока (P, T, C) в разных сечениях двигателя ТВ2 – 117. Из графика видно, что в сечении на выходе свободной турбины температура газа составляет 340-360 $^{\circ}$ С, а скорость потока $C = 150$ м/с. На срезе выхлопного патрубка отработанные газы охлаждаются от 300 $^{\circ}$ С до 100 $^{\circ}$ С и соответственно их скорость уменьшается до 40-50 м/с.

На крейсерском режиме расход воздуха составляет $G_{\text{в}} = 6$ кг/с. Теоретически возможное утилизируемое количество тепла равно:

$$q = G_{\text{в}} c_{\text{рм}} \frac{t_1 - t_2}{N_{\text{э}}}, \quad (4)$$

где $N_{\text{э}}$ – эффективная мощность газотурбины.

На современных газотурбинах величина q изменяется в широком диапазоне (2000–12000) кДж/кВт·час. На основании технических данных турбовального двигателя ТВ2 – 117 (мощность, расход топлива и воздуха) было оценено значение q , которое, примерно, составляет 1,7 кВт/кВт (6120 кДж/кВт·час).

В ряде стран производятся теплоэнергетические устройства широкой номенклатуры в основном для стационарных когенерационных систем (ЗАО УЭМЗ Россия, SWEP, Alfa-Lawal Швеция и др.). Прямое использование таких готовых устройств на летательных аппаратах нецелесообразно из-за их больших массогабаритных данных. В этом случае утилизатор тепла должен быть спроектирован для каждой модели газотурбинного двигателя летательного аппарата с учетом его характеристик, конструктивных особенностей и параметров отработанных газов.

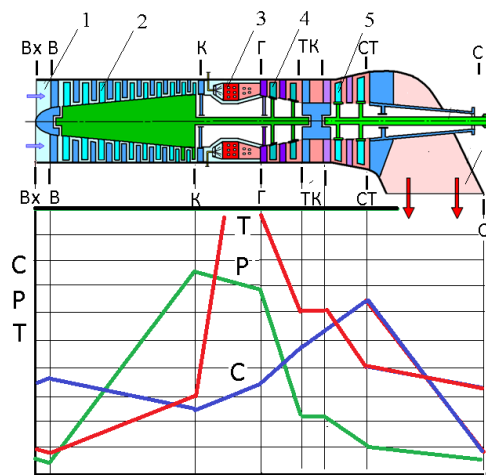


Рис. 5. Схема проточной части двигателя ТВ2-117 и график изменения параметров воздухогазового потока: 1-входное устройство; 2-компрессор; 3-камера сгорания; 4- турбина компрессора; 5- свободная турбина; 6- выходное устройство

Параметры газа в характерных сечениях двигателя ТВ2-117

Таблица 1

Параметр/сечение	В	К	Г	ТК	Т	С
Скорость (С), м/с	160	120	200	180	170	50
Полное давление (P*), кгс/см ²	1,033	6,8	6,5	2,3	1,8	1,0
Полная температура (T*), К	288	530	1150	887	735	365

В турбовальном двигателе ТВ2-117 одним из приемлемых вариантов утилизации тепла выхлопных газов представляется размещения теплообменника внутри выхлопного устройства после свободной турбины (рис. 6). Внутри теплообменника движется жидкость (вода или масло), а обтекание наружной поверхности теплообменника происходит отработанными газами.

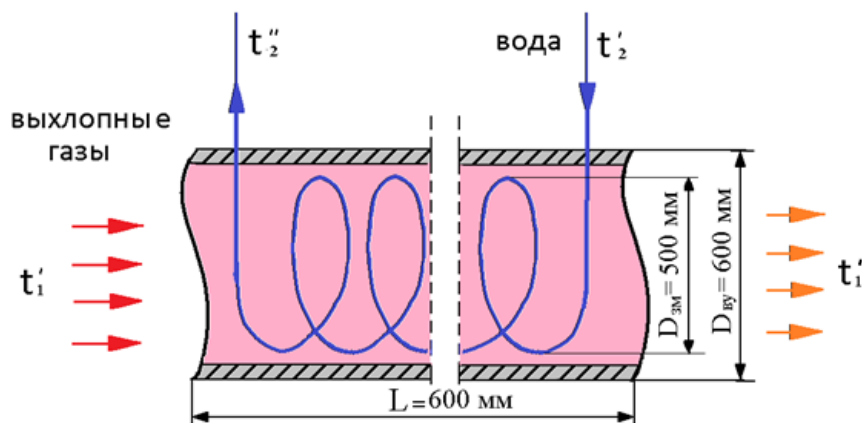


Рис.6. Размещение змеевиковой трубы внутри выходного устройства двигателя

При росте отбора утилизированного тепла от выхлопных газов соответственно увеличиться лобовая поверхность теплообменника и необходимо учитывать его аэродинамическое сопротивление.

Надо отметить, что при утилизации тепла выхлопных газов практически возможно использование только ее части, значение которой в основном определяется минимально допустимой разностью температур между выходящими горячими газами и холодным теплоносителем.

В утилизационном теплообменнике в качестве вторичного теплоносителя можно использовать воду. В этом случае в циркуляционном контуре для сохранения однофазового режима течения максимальная температура воды ограничена и составляет 95°C . Также известно, что в отопительных системах температура обратного потока воды равна $60-70^{\circ}\text{C}$.

С учетом вышесказанного, исходные данные утилизатора тепло составляет:

$$t'_{1} = 300^{\circ}\text{C}; \quad t''_{1} = 100^{\circ}\text{C};$$

$$t'_2 = 70^\circ\text{C}; \quad t''_2 = 95^\circ\text{C},$$

где: t'_1 - температура выходящих газов после свободной турбины;

t''_1 -температура газов после утилизатора тепла;

t'_2 -температура воды на входе в теплообменник;

t''_2 -температура воды на выходе из теплообменника.

Из уравнения теплового баланса были определены основные геометрические и тепловые параметры утилизационной установки.

$$Q_{\text{потр}} = K \cdot F \cdot \Delta t_{\text{лог}} = G_1 \cdot C_p \cdot (t'_1 - t''_1),$$

где $Q_{\text{потр}}$ —тепло потребителя;

K —коэффициент теплоотдачи;

$\Delta t_{\text{лог}}$ —среднее логарифмическое значение температурной разности:

$$\Delta t_{\text{лог}} = \frac{t'_1 - t''_2}{\ln \frac{t'_1 - t''_1}{t'_2 - t''_1}}$$

После поставки соответствующих данных в данную формулу и решения получаем $\Delta t_{\text{лог}} = 202,5^\circ\text{C}$. Если примем среднее значение коэффициента теплопередачи $K = 800 \text{ Вт/м}^2\text{C}$, то площадь утилизационной теплопередающей поверхности будет :

$$F = Q_{\text{потр}} / K \Delta t_{\text{лог}} = 100000 / 800 \cdot 202,5 = 0,63 \text{ м}^2$$

Если использовать тонкостенную трубу $d_n / d_w = 25/23$ мм, тогда длина змеевиковой трубы составляет

$$l = F / \Pi d_n = 0,63 / 0,078 = 8 \text{ м.}$$

$$\text{Длина одного витка} \quad l_1 = \Pi d_{\text{зм}} = 3,14 \cdot 0,5 = 1,57 \text{ м.}$$

$$\text{Число витков змеевика равно:} \quad n = l / l_1 = 8 / 1,57 = 5 \text{ витков}$$

По теплообменнику жидкость движется с помощью насоса 7 (рис.7). Теплоноситель нагревается до $95\text{--}120^\circ\text{C}$ и переходит в теплообменник 4 жидкостно-воздушного типа. От атмосферы холодный воздух с помощью вентилятора 5 подается в теплообменник 4, в котором он нагревается (в зависимости от температуры атмосферного воздуха меняется в диапазоне $30\text{--}65^\circ\text{C}$) и с помощью установленных на вертолете штанных коробов подается в кабину экипажа и пассажирский салон.

Для подогрева воздуха могут быть использованы компактные высокоэффективные теплообменные аппараты соответственной мощности, произведённые известными фирмами **Ebespacher** и **Webasto** {4}. Также можно использовать распространенные в авиационной промышленности теплообменники.

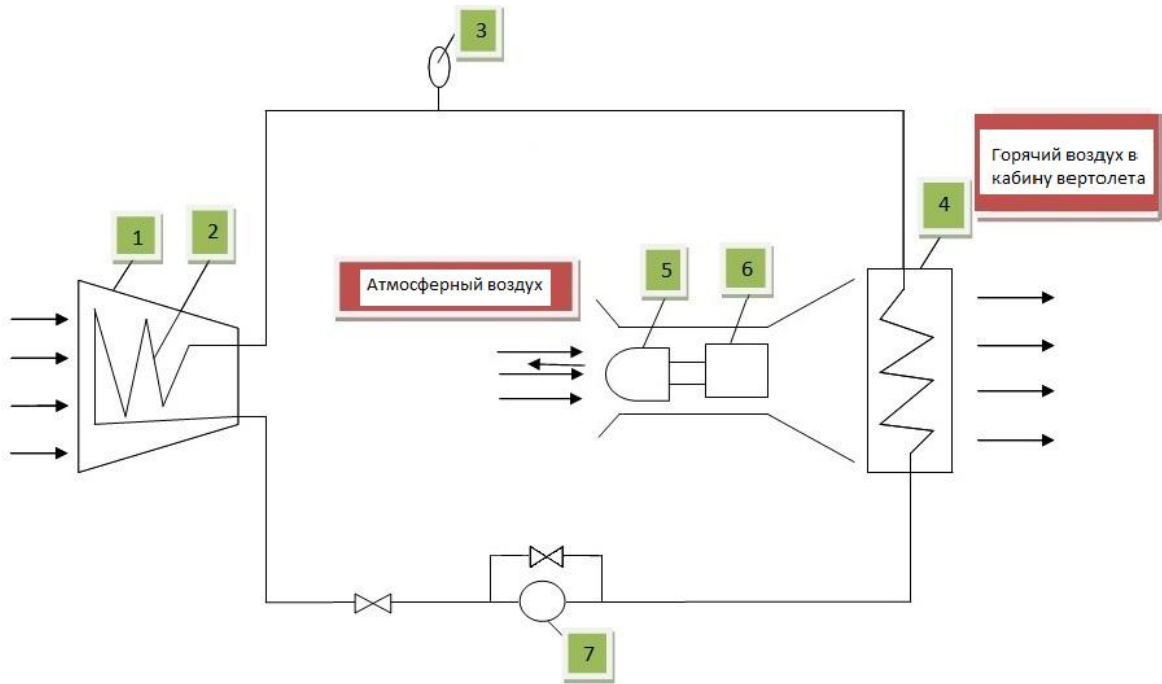


Рис. 7. Система утилизации отработанных газов:

1- выходное устройство газотурбины; 2,4- теплообменник; 3- буферное устройство; 5- вентилятор; 6- электропривод; 7- жидкостный насос

Для конкретного вертолета Ми-8 был выполнен тепловой расчет утилизатора тепла с целью определения её рабочих параметров:

- коэффициент теплопередачи;
- объем теплообменного устройства;
- объем жидкости в системе;
- гидродинамическое сопротивление контура;
- гидравлическое сопротивление утилизатора тепла;
- мощность электропривода насоса.

3. Заключение

В статье рассмотрены вопросы усовершенствования характеристик турбовальных двигателей вертолета МИ-8 с использованием системы утилизации тепла выхлопных газов.

На основании реализации вышерассмотренной системы получаем:

- с уменьшением температуры выхлопных газов двигателя улучшаются экологические характеристики;

- экономию авиационного топлива и соответственно улучшение летных характеристик вертолета;

- при замене КО-50 системой утилизации тепла отработанных газов масса вертолета уменьшится на 25-35 кг;

- в системе противообледенения двигателя вместо горячего воздуха, который отбирается за компрессором двигателя при применении жидкости (вода, спирт, масло и др.) и который нагревается использованием тепла, полученного посредством утилизации отработанных газов, будет достигнуто увеличение мощности двигателя 4-5% и уменьшение удельного расхода топлива на 4-5%.

Такую систему утилизации можно широко применить как на всех модификациях вертолетов Ми-8, а также для различных летательных аппаратов, которые оснащены турбовальными и турбовинтовыми двигателями.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.Д.Бонданов, И.Г. Хаустов. Авиационный двигатель ТВ2-117. М.: Изд-во „Транспорт“, 1970. с. 82-87.
2. Сошин В.М. Двигатель ТВ2-117. Электронный ресурс. Самара. 2007.
3. Подалиев И.Е. Утилизация тепла выходных газов газотурбинных установок на газотурбинных ТЭЦ. Алма-Аты. 2010 .
4. Найман В. Все о предпусковых обогревателях и отоплении. Изд-во «Астрель». 2007, 213 с.

Improvement of Mi-8 helicopter turbo-shaft engine by using of gas outlet heat utilization system

A. Maisuradze, L. Robakidze, N. Kanchaveli

Improvement of Mi-8 helicopter turbo-shaft engine characteristics by using of gas outlet heat utilization system is considered. Based on the implementation of heat utilization systems discussed above exhaust gas turbine engine we get:

- Cost of aviation fuel and thus improve the economic performance of aircraft;
- When replacing KO-50 system, heat utilization exhaust gas, mass of the helicopter will decrease by 25-35 kg;
- The engine anti-ice system instead of the selected hot air from the compressor engine using heat obtained through utilization of waste gases is reached 4-5% engine power increase and a decrease in specific fuel consumption by 4-5%. Such a disposal system can be widely applied to various aircraft that are equipped with turboshaft, turboprop, and various internal combustion engines.

შვეულმფრენ MI-8 ტურბოლილვური ძრავების გაუმჯობესება გამონაბოლქვი

აირების სითბოს უტილიზაციის სისტემის გამოყენებით

ა.მაისურაძე, ლ.რობაქიძე, ნ.ყანჩაველი

სტატიაში განხილულია შვეულმფრენის MI-8 ტურბოლილვური ძრავებიდან გამომავალი ნამუშევარი აირების სითბოს უტილიზაციის სისტემის გამოყენების შესაძლებლობა, არსებული გათბობის, შემოყინვის საწინააღმდეგო და კონდიციონერების სისტემების საჭიროებისათვის.

(Поступило 26.01.2015)

Авиационные газотурбинные двигатели

КАМЕРА СГОРАНИЯ С МАЛЫМ ВЫБРОСОМ ВРЕДНЫХ ГАЗООБРАЗНЫХ
ВЕЩЕСТВ

К.Э.Броладзе*, З.Р. Джангулашвили**

(Авиационный университет Грузии, пр. Кетеван Цамебули 16, Тбилиси, 0144, Грузия)

***Резюме:** В статье рассмотрено эволюционное развитие камер сгорания ГТД компании General Electric за последние 35-40 лет, которое связано со стремлением снизить выделение вредных газообразных веществ. Достиженные результаты проанализированы с точки зрения закономерностей физико-химических процессов.*

***Ключевые слова:** ГТД, камера сгорания, эмиссия, окислы азота, угарные газы, несгоревшие углеводороды, предварительное смесеобразование.*

1. Введение

Одним из важнейших агрегатов газотурбинного двигателя (ГТД) является камера сгорания (КС). Эффективность указанного агрегата неразрывно связана с организацией рабочего процесса, протекающего в данном устройстве. Совершенствование физико-химических явлений, имеющих место в КС, в свою очередь предполагает изменение конструкций узлов, деталей и агрегатов связанных с камерой сгорания. Интенсивные работы в указанном направлении начались в 70-х годах XX столетия многими компаниями занятыми созданием ГТД. Среди них и такая известная как General Electric (GE). В открытой литературе имеется достаточная информация о новых типах КС именно этой фирмы. Аналогичный агрегат (Рис.4) создан для украинского двигателя Д-27, но информация об этом двигателе не такая обширная, сколько о новых типах КС General Electric. Поэтому эволюционное развитие этого агрегата за последние 35-40 лет, авторы обсудят на примере конструкций GE.

*Профессор **Магистр

Основная часть

Камера сгорания, как и всякая авиационная техника, должна быть надежной, компактной, легкой, экономичной и экологичной. Последнее определяет токсичность двигателя, т.е выбрасывание вредных газообразных смесей, таких как: угарные газы (CO_x), несгоревшие углеводороды (НУВ), окислы азота (NO_x) и дым.

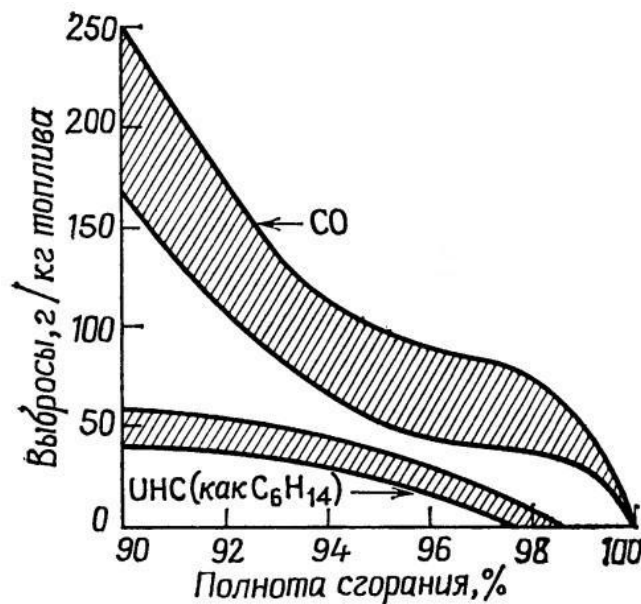


Рис. 1 Связь между полнотой сгорания топлива и эмиссией

Как видно на рис.1, с возрастанием полноты сгорания топлива пропорционально уменьшается эмиссия вредных веществ-угарных газов CO_x , окислов азота NO_x и несгоревших углеводородов (Unburned HydroCarbons-УНС).

Окислы углерода или угарные газы – вещества бесцветные и не имеющие запаха. Они известны, как удушающие газы, которые при вдыхании, соединяются с гемоглобином крови, вследствие чего кислород в крови блокируется.

Окислы азота – газообразные вещества – монооксид и диоксид азота, которые образуются в процессе горения при высоких температурах. Монооксид NO - сильный яд, диоксид NO_2 способствует нарушению функций легких и бронхов.

Несгоревшие углеводороды (НУВ) – выделяются при неполном сгорании смеси. Они представляют собой неиспользованное тепло, соответственно приводящее к потере силы тяги.

Дым входит в категории частиц, которые вредны для легких, потому что человеческий организм не фильтрует дымовые частицы диаметром 5 мкм.

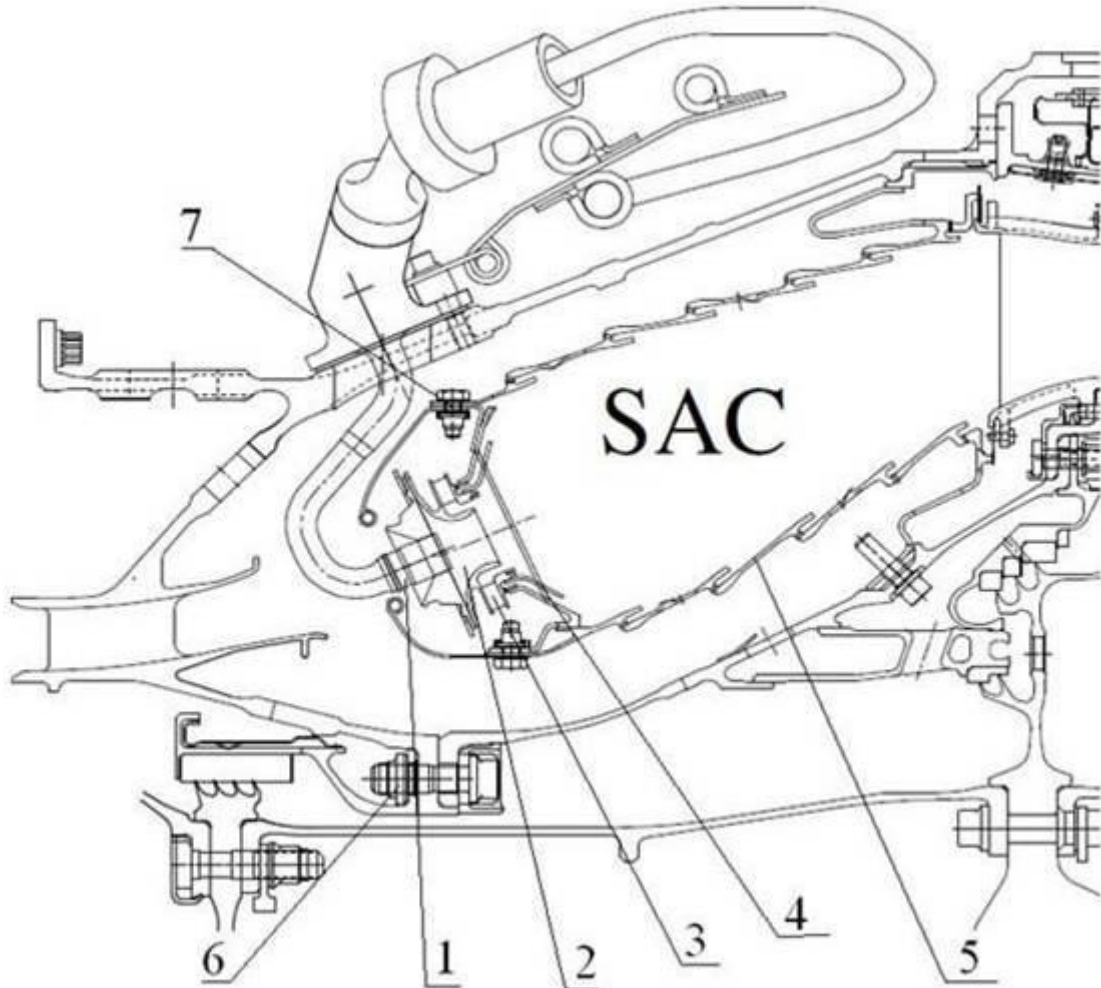


Рис.2 Одиночная кольцевая КС – Single Annular Combustor (SAC)

1 – форсунка, 2 – аксиальный завихритель, 3 – радиальный завихритель, 4 – конус завихрителя, 5 – жаровая труба, 6 и 7 – крепление

Следовательно все это указывает на то, как важно совершенство камер сгорания ГТД с точки зрения уменьшения эмиссии. В 70 годах XX века начались интенсивные работы по созданию камер сгорания „с меньшим выбросом вредных веществ”[2]. В 1974 году была спроектирована т.н. «Одиночная кольцевая камера сгорания»- Single Annular Combustor – SAC, которая установлена на двигателе CFM56-7, (самолет Boeing 737). В этой камере сгорания не подверглись значительному изменению ни рабочий процесс, ни конструкция. Был установлен двойной лопаточный завихритель (рис.2), который ускорил скорость смесеобразования.

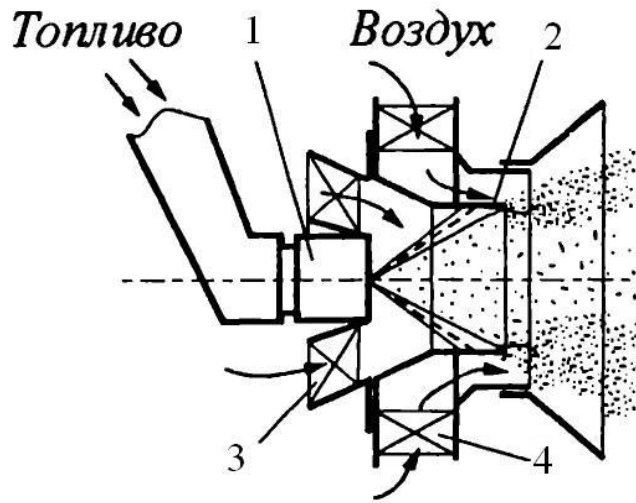
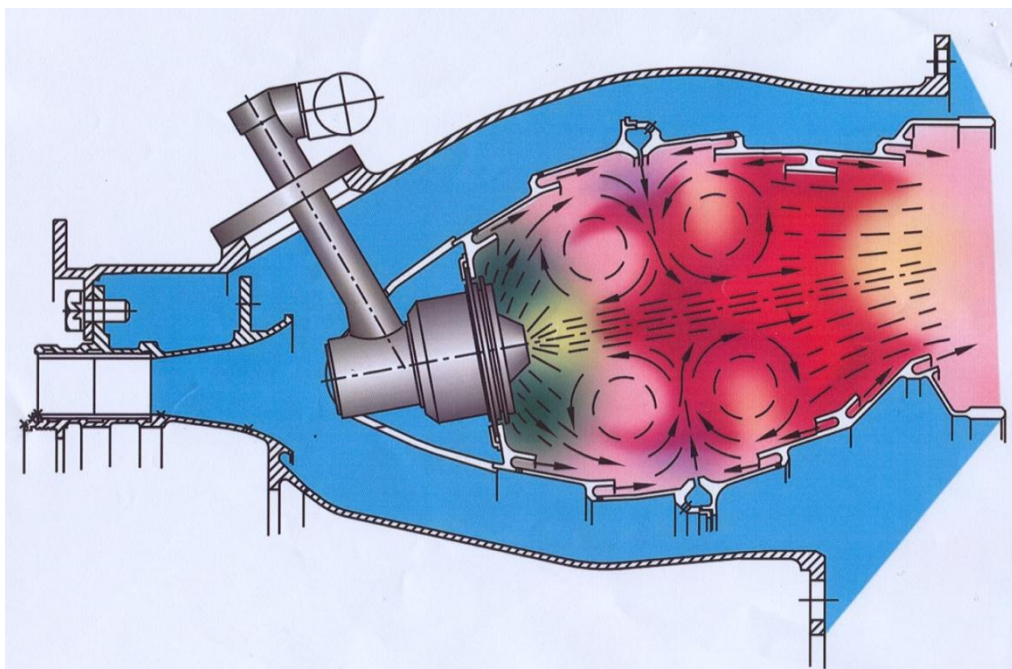


Рис. 3 Пневмомеханическая форсунка с двойным завихрителем

На рис. 3. показана пневмомеханическая форсунка с двойным завихрителем, которая нашла широкое распространение в КС ГТД. В них распыленное с помощью центробежной форсунки 1 топливо образует на цилиндрической поверхности 2 пленку, которая обдувается двумя потоками воздуха, закрученного лопаточными завихрителями 3 и 4. Такое комбинированное распыливание топлива способствует скорейшему испарению капель, лучшему перемешиванию паров и капель топлива с воздухом и нужному распределению их в пространстве.

Рис.4.Камера сгорания турбо-винтовентиляторного двигателя Д-27



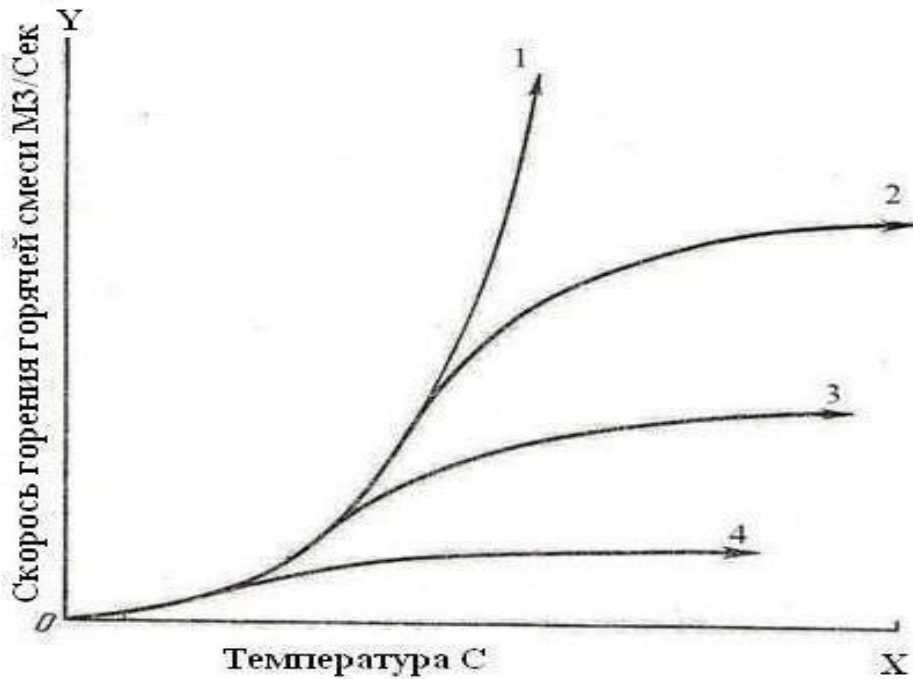


Рис.5 Характер роста скоростей горения топлива при различных скоростях смесеобразования 1 – скорость химической реакции 2 – скорость быстрого смесеобразования 3 – скорость ускоренного смесеобразования 4 – скорость медленного смесеобразования

Известно, что скорость горения зависит от скорости смесеобразования, а также от температурных условий (Рис.4). Повышение скорости процесса горения, обеспечивает уменьшение длины пламени и камеры сгорания.

Следующим этапом эволюции, является двухзонная кольцевая камера сгорания – Double Annular Combustor (DAC). Здесь камера подверглась более важным изменениям:

1. Жаровая труба разделена на две зоны, в которых образуются различные по насыщенности топливо-воздушные смеси. Вспомогательная зона предназначена для богатой смеси, а основная зона – для бедной.

2. Также используется двойной завихритель и сдвоенная форсунка.

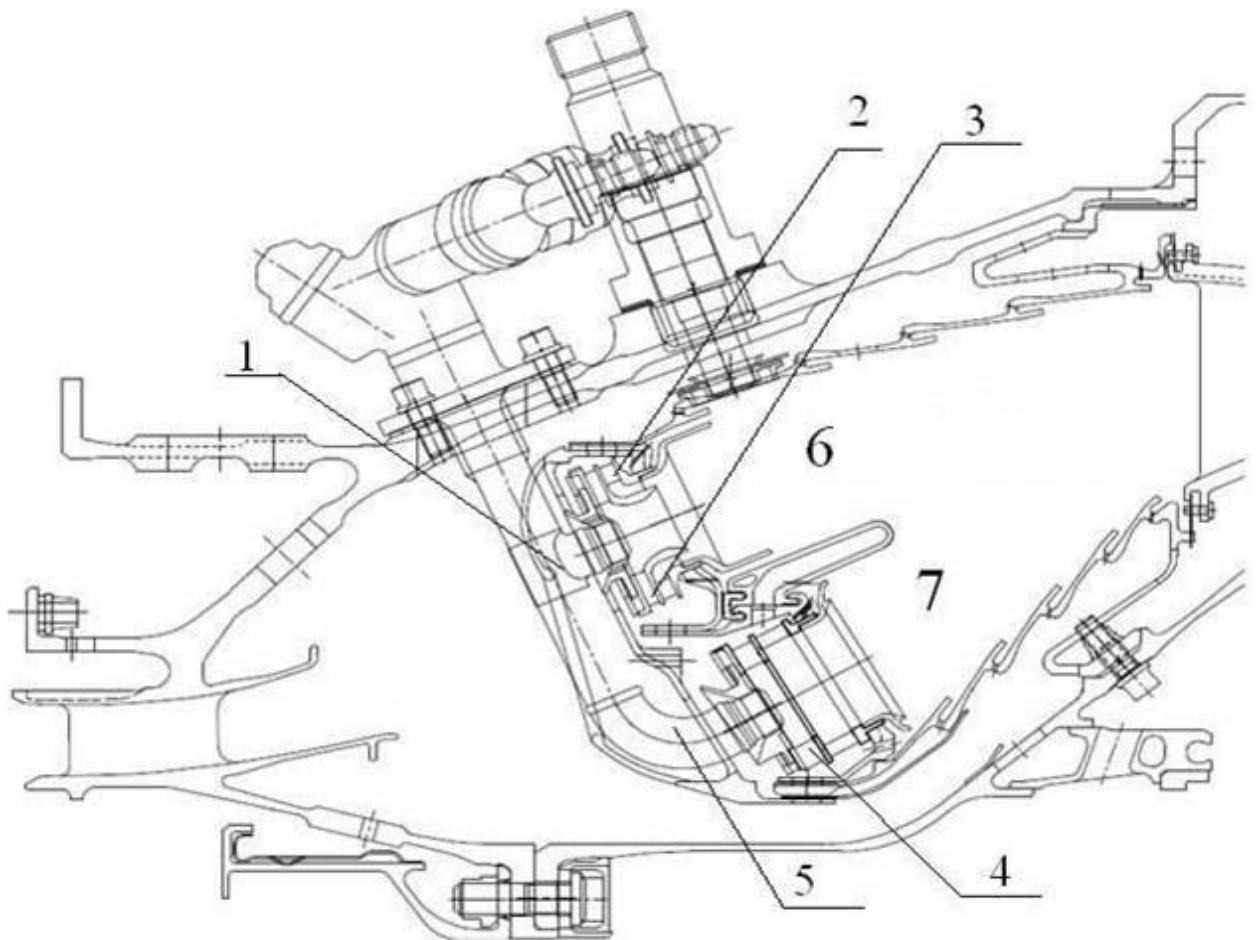


Рис.6 двухзонная кольцевая КС – Double Annular Combustor (DAC)

1 – форсунка, 2 и 3 – двойные завихрители дежурной зоны, 4 – двойные завихрители основной зоны, 5 – форсунка основной зоны, 6 – дежурная зона, 7 – основная зона

В результате горения богатой смеси, возникают несгоревшие продукты горения, так называемые „активные центры”, которые интенсифицируют горение бедной смеси. Это открытие сделал советский ученый Лев Абрамович Гусак в 1952 году. Именно эта

теория была положена в основу рабочего процесса для двухзонной кольцевой камеры сгорания. В этой камере было достигнуто повышение устойчивости пламени и полноты сгорания, а также уменьшение эмиссии химически вредных веществ. В результате сократилась длина пламени и, как следствие, длина камеры сгорания. Но усложнилась фронтальная часть жаровой трубы и охлаждение камеры сгорания.

Для упрощения конструкции камеры сгорания типа DAC и обеспечения большей компактности, была спроектирована „двухзонная кольцевая камера с предварительным смесеобразованием” – Twin Annular Premixing Combustor (TAPS). В этой камере сгорание используются некоторые аспекты предыдущих камер сгорания: двойные лопаточные завихрители и двухзонное горение. В отличие от DAC в данной КС применена жаровая труба с единой рабочей зоной, в которой соосно расположены два пламени.

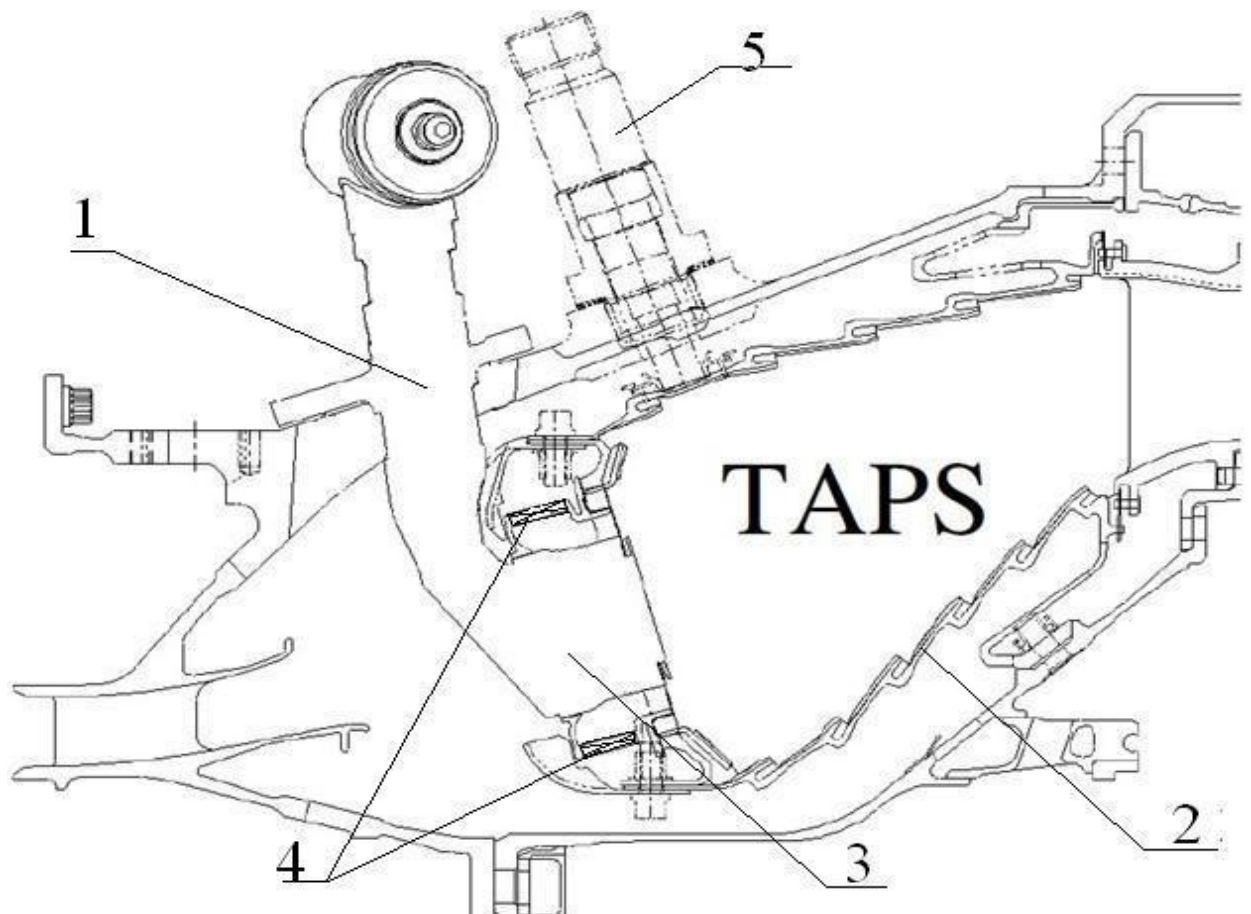


Рис.7 Двухзонная кольцевая КС с предварительным смесеобразованием – Twin Annular Premixing Combustor (TAPS)

1 – форсунка, 2 – жаровая труба, 3 – корпус двойного завихрителя, 4 – радиальный завихритель, 5 – свеча



Рис.8 Конусы пламени TAPS

На рис.8 показаны конусы пламени: голубое и жёлто-белое. Жёлто-белое пламя говорит о том, что происходит богатое горение, а голубое – бедное горение. Чтобы воспроизвести такой рабочий процесс, создан новый агрегат, который состоит из двух форсунок – пневмомеханической и пневматической. Первая предназначена для

создания богатой смеси, вторая – для бедной. Подобная организация рабочего процесса обеспечила улучшение характеристик, которые представлены на диаграмме и в таблице 1.

При этом еще раз отметим, что уменьшение эмиссии непосредственно связано с уменьшением расхода топлива.

На диаграмме показано сравнение эмиссии для трёх камер сгорания, а в таблице – их численные значения. Следует отметить что, TAPS установлен на двигателях „General Electric – GEnx”(Boeing 787) и „Rolls-Royce - Trent 1000” (Airbus A350).

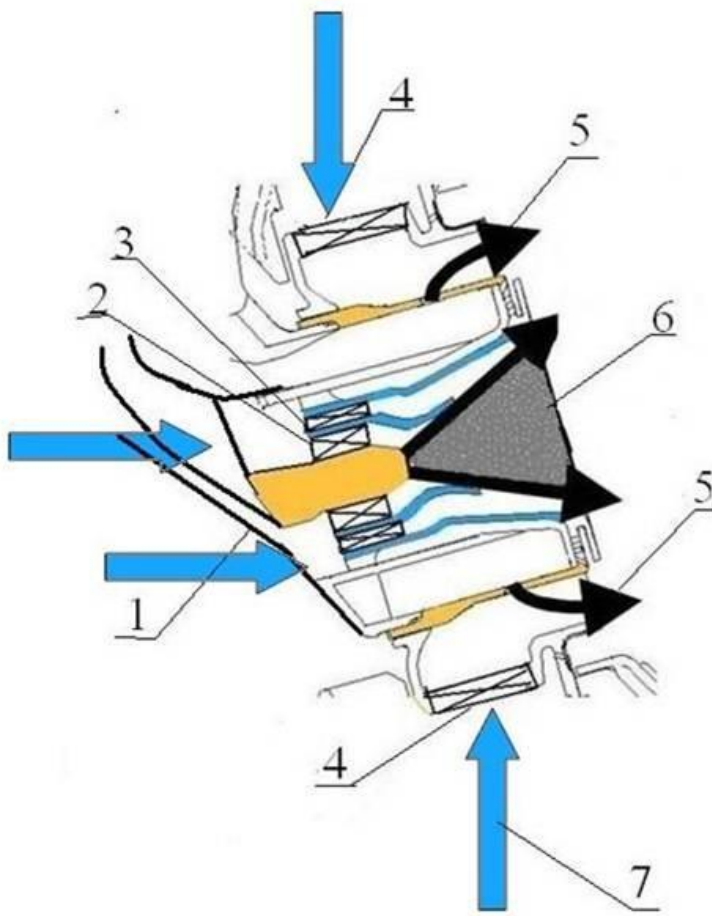


Рис.9 Фронтальное устройство TAPS

1 – корпус форсунки,

2 и 3 – аксиальные завихрители,

4 – радиальный завихритель,

5 - бедная смесь, 6 – богатая смесь,

7 – поток

воздуха

Диаграмма 1.

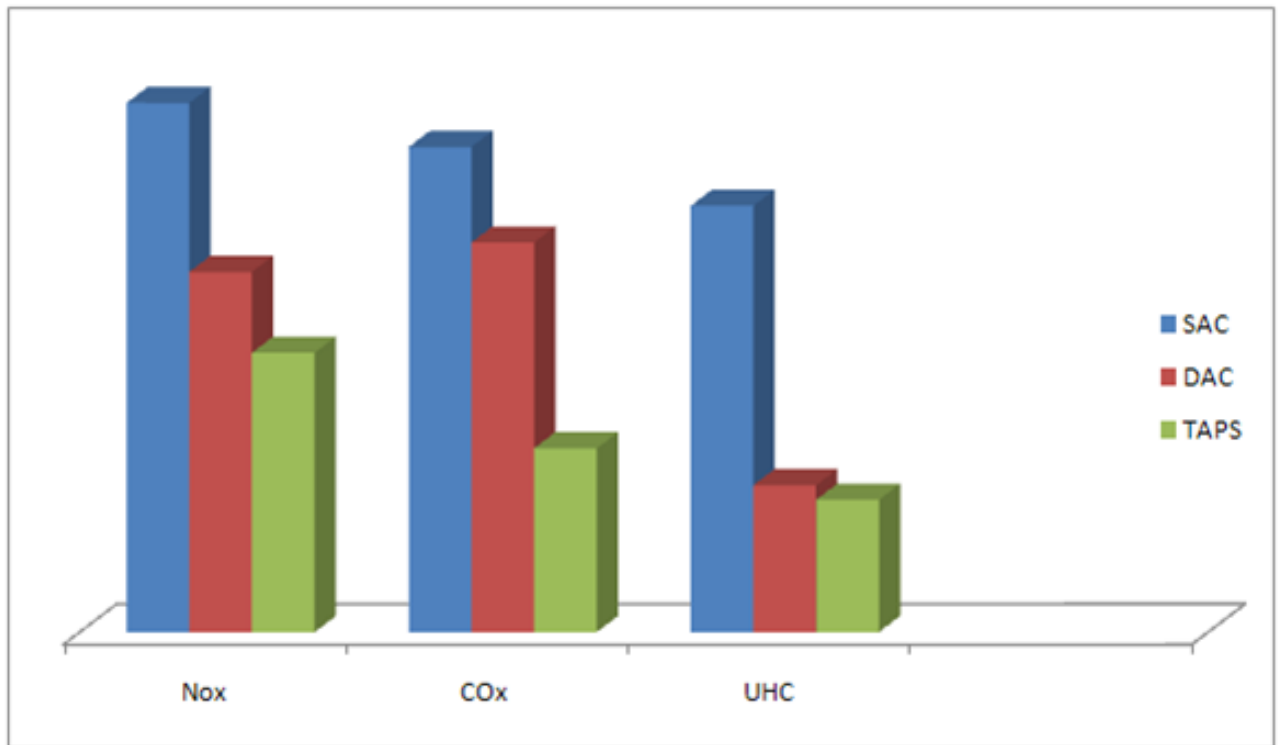


Таблица 1

	COx	НУВ(UHC)	NOx
SAC	10,8г/кг	4,3 г/кг	7,7 г/кг
DAC	6,3 г/кг	0,3 г/кг	5,6 г/кг
TAPS	4 г/кг	0,1 г/кг	3,8 г/кг

В TAPS-е уменьшилась длина пламени, соответственно изменились габариты пламенной трубы. Воспользуемся параметром относительной длины - λ . Она представляет отношение макс. длины и разности наружного и внутреннего диаметров ($\lambda = L / (D_n - D_{вн})$). Параметр был рассчитан как для пламенной трубы, так и для корпуса камеры сгорания- $\lambda_{кс}$

Результаты расчетов приведены в таблице 2 и показывают, насколько изменились габариты основных элементов новых КС.

Таблица 2

Двигатели	λ	$\lambda_{КС}$	Начало применения
CFM56-3 (SAC)	2,5	2,38	1970
CFM56-7B (DAC)	1,66	2,11	1974
GEnx (TAPS)	1,7	2,05	1996
Д-27	2,00	1,82	1993

Заключение

В результате эволюций камер сгорания ГТД, разработан новый тип агрегата, в котором используется двухзонное горение т.е. продукты горения богатой смеси интенсифицируют горение бедной. Значительно уменьшилось выделение окислов азота, угарных газов и несгоревших углеводородов.

1 В двухзонной камере сгорания (TAPS) была сокращена эмиссия:

а) окислов азота NO_x – 2,03 раза в сравнении с SAC,
 -1,47 в раза сравнении с DAC.

б) угарных газов CO_x – 2,7 раза в сравнении с SAC,
 -1,58 раза в сравнении с DAC

2 В результате использования пневматической и пневмомеханической форсунок был усилен процесс горения--приблизительно в 2 раза увеличилось тепловыделение и диапазон устойчивого горения

3 Использование пневматической и пневмомеханической форсунок, усложнило конструкцию, но это оправданно, потому что улучшились характеристики надежности, экономичности и экологичности.

4 Уменьшилась относительная длина:

а) пламенной трубы– 1,50 раза в DAC.
 1,47 раза в TAPS

б) корпуса КС – 1,13 раза в DAC.
 1,16 раза в TAPS

ЛИТЕРАТУРА

- 1) В.В Кулагин Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей, 2003.
- 2) А. Лефевр Процессы в камерах сгорания ГТД,(перевод с английского), 1986.
- 3) Low Emissions Propulsion Engine Combustor Technology Evolution Past, Present and Future - Hukam Mongia and Willard Dodds; GE Aircraft Engines, Cincinnati, Ohio, U.S.A.
- 4) Twin Annular Premixing Swirler (TAPS) Combustor - Will Dodds; GE Transportation-Aircraft Engines, March 2, 2005
- 5) [Свободная](http://www.Wikipedia.org) общедоступная [мультязычная](http://www.Wikipedia.org) универсальная интернет-[энциклопедия](http://www.Wikipedia.org) – www.Wikipedia.org

Combustion Chamber of Gas Turbine Engine, with low Emissions

K.Broladze, Z. Jangulashvili

Evolutionary development of the combustion chambers of Gas Turbine Engines within last 35-40 years are considered In the article. These Combustion Chamber were designed to reduce exhaust gases (emission).

მაგნე ნივთიერებების მცირე რაოდენობით გამობოლქვის აირტურბინული ძრავას
წვის კამერები

კ.ბროლაძე, ზ.ჯანგულაშვილი

სტატიაში განხილულია აირტურბინული ძრავების წვის კამერების განვითარება ბოლო. 35-40 წლის განმავლობაში.საუბარია იმ კამერებზე რომლებიც შეიქმნა მაგნე ნივთიერებების გამობოლქვის რაოდენობის შესამცირებლად.

(Поступило 20 .10.2014)

Интеллектуальные
системы

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ (АПРИОРНАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ)
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЁТОМ
(ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ) РЕЙСОВ АВИАКОМПАНИЙ**

Т.Капанадзе*, Л. Беденашвили**

(Авиационный университет Грузии, Кетеван Цамебули 16, Тбилиси, 0144, Грузия)

***Резюме:** В работе рассматривается служба диспетчерского управления и аэропортного обеспечения полёта рейсов авиакомпаний (ПРА), представляющая собой авиационную систему управления, функционирующую в режиме реального времени вместе с системами воздушного транспорта и управления воздушным движением. Предлагается структура автоматизированной(компьютерной) системы поддержки принятия решения (СППР), как советчик диспетчера ПРА, цель которой помочь человеку в процедуре принятия решения во время сложных, нестандартных ситуациях. В рамках предлагаемой работы объектом исследования СППР диспетчеризации ПРА рассматриваются соответствующие службы грузинской авиакомпании „Аирзена“. Методология процесса исследования включает такие направления систем , как системный анализ, теория графов, теория управления, теория принятия решения, теория векторной оптимизации и т.д.*

***Ключевые слова:** Полёт рейсов авиакомпании, диспетчеризация, безопасность полётов, советчик диспетчера, идеология интеллектуального управления, ПРА, СППР.*

1.ВВЕДЕНИЕ

Диспетчерская служба ПРА под руководством диспетчера управления полётом осуществляет контроль над целым циклом управления полётом, с пространства управления аэродрома А до пространства управления аэродрома В (рис.1), перерабатывает большой объём

*Профессор

**Магистрант

ინფორმაცი, ა დისპეტჩერ предоставляет экипажу воздушного судна нужную оперативную

информацию и оптимальные рекомендации для принятия решений в нестандартных ситуациях. Диспетчер ПРА управления - это специалист, который руководствуется международным и государственным законодательствами, он вместе с пилотом ответственен за безопасную и экономную эксплуатацию полёта рейса.

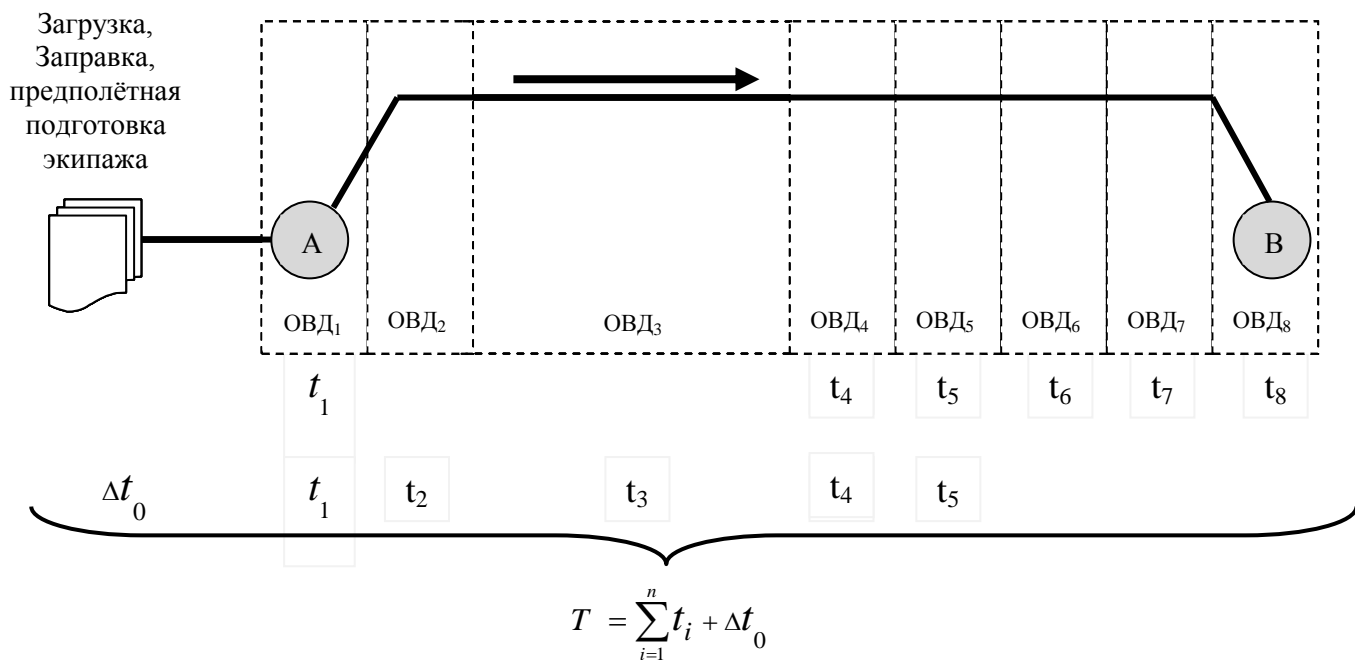


Рис.1. Полный цикл управления полётом, где:
T - полное время полёта самолёта;
t_i - дискретные времена полёта самолёта;
Δt₀ - предполётное время подготовки

Диспетчер управления полётом это член экипажа воздушного судна на земле.

Служба информационного обеспечения и управления ПРА, как средство оптимизации оперативной деятельности авиакомпании, впервые создана и использована в США в 70-ые годы прошлого века. Далее эта практика была введена и в других странах мира.

Необходимость создания службы диспетчеризации ПРА обусловлена, с одной стороны, сокращением экипажа воздушного судна до двух пилотов и, с другой стороны, требованием неуклонного роста уровня безопасности при выполнении авиарейсов,

учитывая показатели высокой экономической эффективности полёта. Хотя высший уровень автоматизации управления воздушного судна сократил число членов экипажа до двух пилотов и бортинженера, но существенно увеличил показатель интеллектуальной нагрузки членов экипажа, что в большинстве случаев превышает границу физиологических возможностей человека. Всё вышесказанное поставило под сомнение проблему безопасности воздушного судна. Ясно, что во время движения воздушного судна при выходе из строя кого-либо элемента оборудования, аварийной посадке или при необходимости изменения маршрута в связи с ограничением аэродрома и в других аварийных случаях, экипажу судна требуется высококачественная и своевременная информационная поддержка с учётом индивидуальных характеристик воздушного судна. Это возможно только из офиса авиакомпании с учётом консультаций диспетчерских пунктов других служб на маршруте воздушного движения.

Кроме этого, у традиционной схемы диспетчеризации регулярных авиарейсов авиакомпаний, опираясь на службу воздушного движения, исходя из принципов современных воздушных судов и рыночной экономики, имеется серьёзное ограничение с точки зрения скорости решения и качества, что вызвано обменом и соглашением информации между специализированными подразделениями во внутреннем контуре управления воздушного передвижения для принятия глобального решения.

Например, с целью избежания потери и искажения информации в традиционной схеме управления рейсами принят многочисленный (хотя бы два раза) обмен до окончательной оценки такими службами подразделений, какими являются службы инженеров – техников, штурмана, организационного, метеорологического и т.д., которые часто находятся на определённом расстоянии друг от друга. Процедура данного соглашения, которая в большинстве случаев автоматизированного характера, требует время и часто имеем дело с искажением информации. Исходя из этого снижается степень как оперативности, так и эффективности решения.

Кроме этого, значительно затрудняются процедуры принятия решения при выполнении международных грузовых перевозок, так называемых чартерных авиарейсов, в первую очередь, из-за частого изменения географии маршрутов авиарейсов, что добавляется диспетчерской службе в процессе принятия решения, как серьёзное ограничение вместе с вышеупомянутыми вопросами.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Исходя из этих проблем, для доставки точной (необходимой) информации работающему в реальном режиме времени экипажу воздушного судна, стало необходимо создание такого системного подразделения во внутреннем контуре функционирования авиакомпании, которое обеспечило бы при какой-либо проблемной ситуации (в том числе нестандартной) своевременное (оперативное) информирование экипажа для принятия оптимального решения, учитывая рекомендации и мнения других специальных служб, участвующих в выполнении авиарейсов.

Служба диспетчера ПРА имеет отмеченную целефункцию, вектор функционирования которой направлен к максимально безопасной и экономичной эксплуатации авиарейсов.

Централизованный подход к информационной обеспеченности экипажа воздушного судна с помощью диспетчера управления ПРА, максимально обеспечивает безопасность полёта авиарейса на каждом этапе движения, что обусловлено минимальной траекторией информационного потока в контуре воздушного управления „диспетчер управления ПРА – экипаж воздушного судна”, исходя из уменьшения принятия решения и применения всего ресурса авиакомпании. Из всего вышерассмотренного можно сказать, что система ПРА является динамичной авиационной системой управления, которая функционирует в режиме реального времени вместе с эргономической и центральной системой управления воздушным движением. Исходя из функциональной нагрузки диспетчера полёта рейсов авиакомпании (учитывая физиологические возможности человека) неизбежно проявление проблемы его (диспетчера) „информационной перегрузки”, что отрицательно влияет на процесс принятия решения и соответственно снижает качество безопасности полёта. Кроме этого, как уже было сказано выше, во время теходинамического процесса требуется обработка очень большого объёма информации диспетчером управления ПРА и его службой, для безопасного управления процесса полёта, с точки зрения принятия оптимальных решений. Безусловным способом решения указанной проблемы можно считать использование апробированных и внедрённых в мировой авиационной практике автоматизированных средств, поддерживающих принятие решения, обобщённая структура которой приведена на рис.2. Система поддержки принятия решения (как советник диспетчера авиакомпании) представляет собой автоматизированную (компьютерную) систему, цель которой помочь человеку в

процедуре принятия решения во время сложных, нестандартных ситуаций. Системы поддержки принятия решения, функционирующие в режиме реального времени, в большинстве случаев представляют собой информационные системы интеллектуального управления, основу которых представляет идеология интеллектуального управления, основанная на компьютерном использовании базы знаний. Функцией вышеуказанной системы будет снабжение диспетчера управления ПРА и соответственно экипажа воздушного судна такой оперативной информацией, которая обеспечит

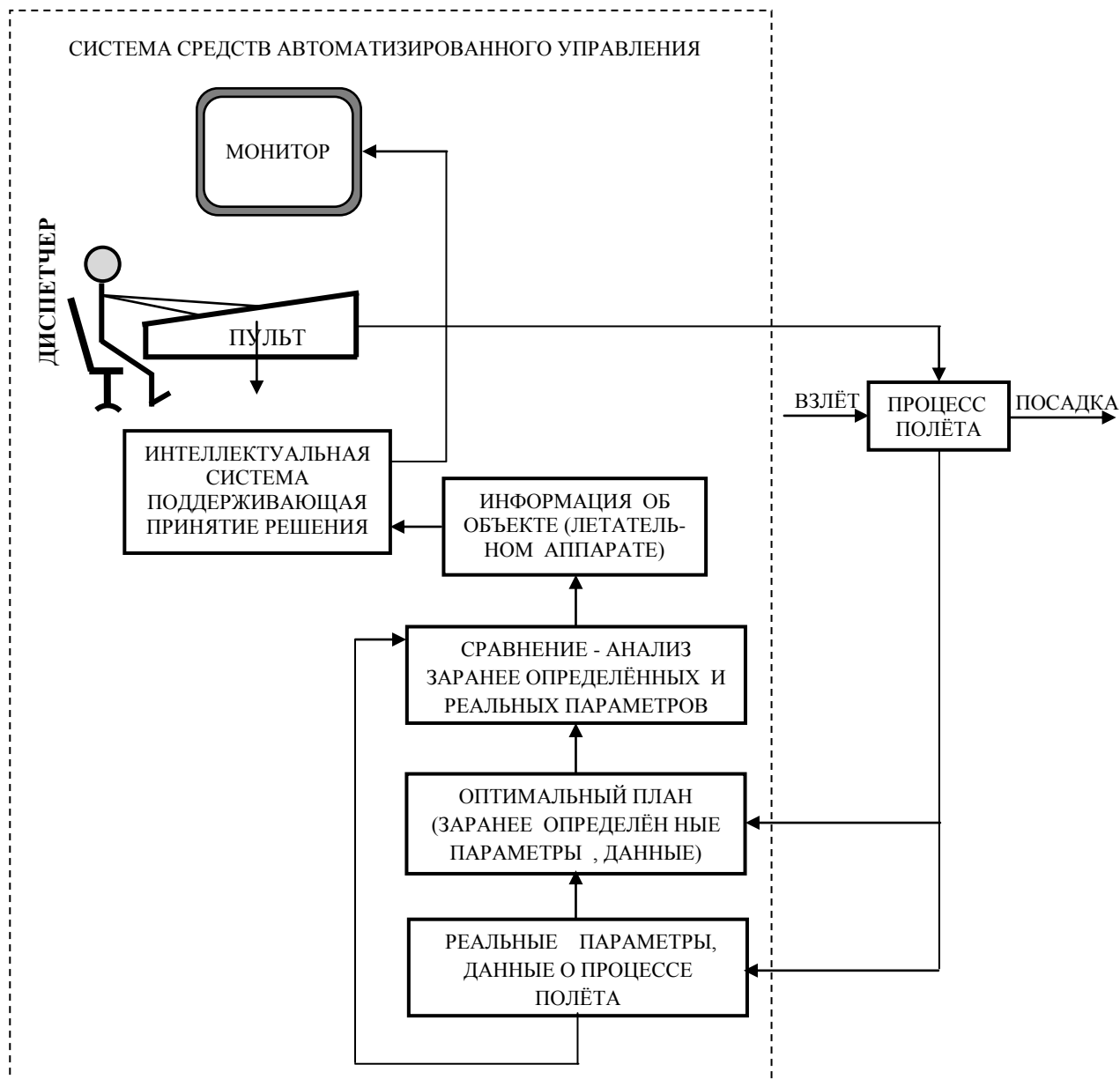


Рис.2.Обобщённая структура системы средств автоматизированного управления

желаемое качество принятого решения для любой ситуации, в разрезе максимально безопасного и экономичного выполнения полёта.

Исходя из вышесказанного, цель диспетчеризации ПРА системы поддержки принятия решения можно сформулировать следующим образом. При нестандартной ситуации, возникшей в процессе полёта воздушного судна, которая мешает плановому полёту судна, оперативно (в минимальном отрезке времени) обработать новый, откорректированный, оптимальный график полёта, а при необходимости выбрать аэродром для обеспечения экстремальной (аварийной) посадки с соответствующими ограничениями и данными критериями маршрута полёта.

Выше определённая цель содержит три компонента:

- 1.Своевременное определение изменения аэронавигационных и метеорологических ситуаций в зоне полёта;
- 2.Определение фактического местонахождения воздушного судна;
- 3.Выбор аэродромов аварийной посадки и оперативный расчёт маршрута полёта для принятия нового оптимального плана полёта.

Целефункция вышеупомянутой системы будет поставка диспетчеру управления ПРА и соответственно экипажу воздушного судна такой оперативной информации, которая обеспечит желаемое качество принятого решения для любой ситуации, в разрезе выполнения максимально безопасного и экономичного полёта.

Для достижения цели СППР нужно:

- провести полный анализ проблем в технологическом процессе принятия решения диспетчерской службой ПРА;
- обработать (информативного обеспечения и оперативного управления службы диспетчеризации ПРА) концептуальную и процедурную модель СППР, которая обеспечит оперативными решениями эргономическую систему - „диспетчер управления – экипаж воздушного судна” – в оперативном режиме.

Считаем, что после обработки и практической реализации предложенной системы ощутимо повысится уровень безопасности полётов выполненных авиакомпаний и экономической эффективности, в первую очередь после реализации в автоматическом режиме таких классических задач, как:

- оперативный анализ метеорологической информации;

- подбор для авиарейса максимально безопасного и экономически эффективного маршрута и профиля полёта;
- расчёт оптимального рабочего плана полёта с учётом допустимого максимального веса, погоды и других условий;
- принятие оптимального решения остановки и откладывания полёта рейса;
- в случае возникновения условий опасных для безопасности полёта обеспечения аварийной посадки в эффективных условиях и т. д.

3.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Служба диспетчерского управления ПРА и информационного обеспечения представляет собой новое звено в системе воздушного движения, которое предназначено для безопасной эксплуатации и эффективного функционирования воздушного судна . Гарантом выполнения этой цели можно считать использование этой службой методов и средств современных информационных технологий. Исходя из указанного есть основания полагать, что в рамках проекта введение предложенной автоматизированной системы в авиакомпаниях снимет физиологическую перенагрузку и связанные с ней вышеуказанные проблемы диспетчера ПРА, что повысит степень безопасности и экономических показателей полётов и прибыль авиакомпаний.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Кизько В.Г. «Технологические процессы управления воздушным движением.» СС.-Петербург .2011.
2. Герасимов Б.М. , Глуцкий В.Ч. Рабучин А.А. «Система поддержки принятия решений в АСУ реального времени». Киевский институт управления и связи. Киев. 2005.
3. Глухин И.Н., Левушкин Д.В. «Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в процессах непосредственного управления воздушным движением. Новосибирск, НГМА.2000г.

OF FLIGHT CONTROL (DISPATCHING) FLIGHTS OF AIR COMPANY

T. Kapanadze, L. Badenashvili

In this paper is viewed service of dispatching management and Service of Information Support (SOIS). Dispatcher service (SOIS) wears marked purposeful function, functioning vector which is directed to maximize the safe and economical exploitation of air traveling. Is proposed structure of the automated (computer) support and decision making system (SDMS).As adviser of dispatcher (SOIS), which purpose is to help to human in decision making process during difficult non standard situations.

ავიაკომპანიების რეისების ფრენის ფრენის მართვის (დისპეტჩერიზაციის)
მხარდამჭერი გადაწყვეტილების მიმღები ინტელექტუალური სისტემები
(აპრიორულია ფორმალიზაცია).

თ.კაპანაძე, ლ.ბედენაშვილი.

ნაშრომში განხილულია ავიაკომპანიების რეისების ფრენის დისპეტჩერული მართვის და ინფორმაციული უზრუნველყოფის სამსახური (არფ). ზოგადად არფ-ის დისპეტჩერი არის საჰაერო ხომალდის ეკიპაჟის წევრი „მიწაზე“. შემოთავაზებულია ავტომატიზებული (კომპიუტერული) გადაწყვეტილების მიღების მხარდამჭერი სისტემის სტრუქტურა.

Поступило (25.09.2014)

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА В ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

С.Хоштария*, К.Бареладзе**

(Авиационный университет Грузии, пр Кетеван Цамебули 16, Тбилиси, 0144, Грузия)

Резюме: В статье рассмотрен вопрос исследования деятельности оператора в эргатических системах. Предлагаются пути повышения эффективности эргатических систем любых производственных процессов, в том числе и авиационных. Приводятся формулы по определению напряжённости, истинного времени, эмоциональной напряжённости, вероятности правильного и своевременного выполнения процесса.

Ключевые слова: эргатическая система, вероятность, среднее время выполнения операции, человек – оператор.

1.ВВЕДЕНИЕ

Задача оператора при управлении заключается, в основном, в распознавании соответствующей ситуации, сравнении с поставленной задачей, нахождении решения проблемы, а также в подготовке и выдачи информации для изменения выполнения процесса.

2.ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для задач поиска оптимального решения, на основании взаимодействия оператора с объектом, рассмотрим, какое содержание можно вкладывать во входные и выходные информационные характеристики оператора для выдачи управляющих воздействий на объект.

*Профессор

** Докторант

Последствием отсутствия готового алгоритма, определяющего последовательность действий при несовпадении действительного результата управления с требуемым, является запаздывание, требуемых на сигнал рассогласования, ответных действий. Это обусловлено тем, что прежде чем отреагировать на ту или иную проблемную ситуацию, оператору или диспетчеру необходимо мысленно воссоздать и представить элементы, из которых складывается эта ситуация. Таким образом, возникают сложные психологические процессы, в результате которых вырабатываются принципы и правила решения задач, а также определяется последовательность целесообразных воздействий на объект управления. Распределим задачи поиска оптимального решения, с одной стороны, на статические и динамические, а с другой - на детермированные и стохастические.

В основе такой классификации лежат два принципиальных условий взаимодействия оператора с управляемым объектом.

1. Определяется ли результат измерения воздействием оператора однозначно или нет. В первом случае можно предположить, что зависимость результата измерения от воздействия оператора является функциональной. Во втором случае можно говорить только о стохастической связи компонентов, независимой от воздействия оператора.

2. Зависит ли результат измерения, соответствующий определённому воздействию оператора, от его предшествующих воздействий („объект с памятью”) или не зависит („объект без памяти”). В первом случае можно предположить, что объект управления является динамическим, изменяющий свою внутреннюю структуру после каждого воздействия оператора. Во втором случае управляемый объект является статическим, сохраняющим свою внутреннюю структуру в процессе управления.

Исходя из указанных условий можно считать, что в определении простейшими являются статические, детермированные задачи поиска оптимального решения, при которых каждому воздействию соответствует определённое значение.

В случае динамических задач поиска оптимального решения каждому воздействию оператора соответствует определённое значение (детермированные задачи) или распределение значений (стохастические задачи) управляемой величины, зависящей от его предыдущих воздействий. Поиск оптимального решения рассматривается как

многошаговый процесс выбора и испытания различных решений, отличающихся по оптимальности.

Функции оператора в диспетчерском пункте могут быть распределены на следующие этапы.

1. Распознавание ситуации.
2. Сравнение ситуации с поставленной задачей.
3. Нахождение решения проблемы.

При распознавании ситуации на экране выводится состояние системы управления. Для организации, в основном, применяются два принципа: блочная структура и изображение поточной схемы.

Авиационная система является эргатической, так как она нуждается в человеке в случаях отказов элементов системы или автоматов, определяющих процесс её восстановления. Независимо от уровня автоматизации авиационной системы она нуждается в человеке.

Особенно важна задача оптимизации действий оператора в системах управления. В нештатной ситуации от оператора требуется способность быстрого и правильного распределения своих действий для построения их правильной последовательности. Однако, следует отметить, что повышение надёжности автоматических подсистем обеспечения надёжности эргатической системы так или иначе приводит к снижению надёжности в целом. Это, так называемый, парадокс „надёжности эргатической системы” объясняется тем, что с повышением надёжности „неэргатической” части системы снижается частота повторений нештатных ситуаций. Тем самым снижается и уровень тренированности, редко встречающегося с нештатными ситуациями, оператора.

Возникает парадокс, чем выше надёжность системы, тем ниже вероятность парирования нештатной ситуации в случае её происхождения и, тем самым, ниже надёжность системы.

Как выйти из этого положения? В уникальных системах необходимо непрерывно поддерживать профессиональную подготовку оператора по отношению парированию нештатных ситуаций, независимо от частоты их происхождения. Кроме того, в таких системах, в которых такие ситуации приводят к существенным потерям, а в авиации часто гибель людей.

Под алгоритмом парирования условимся понимать определённую последовательность операций (подзадач), выполняемых оператором или неэргатической частью системы. Сюда же относятся и операции, выполняемые операторами других систем, так или иначе связанных с данной.

Каждая операция представляет собой завершённую функциональную часть эргатического процесса, которую можно оценить по заранее выбранным критериям.

В качестве критериев оценки операции установим:

- среднее время выполнения операции t_j ;
- среднеквадратичное отклонение времени исполнения операции σ_j ;
- вероятность правильного и своевременного исполнения P_j операции;
- вероятность правильного и своевременного исполнения P процесса (задачи);
- показатель индивидуальности оператора F .

Используя работы А.Зигеля и Дж.Вольфа представим основные соотношения для оценки нештатных ситуаций эргатических операций.

Успешность действий операторов, работающих более быстро или обладающих более высоким мотивационным настроем $F > 1$, и операторов, работающих медленнее $F < 1$, при выполнении или одной и той же задачи, исследуется путём проведения нескольких прогнозов программы на компьютере при различных значениях F .

При имитациях величину F целесообразно выбирать в пределах 0,7 – 1,3.

Условимся называть S эмоциональной напряжённостью (темповой напряжённостью), вызванную дефицитом времени на исполнение операций эргатического процесса. Если дефицит времени возникает после исполнения j -ой операции процесса, то оставшееся время для выполнения задания в целом определяется соотношением:

$$\overline{T}_j = \sum_{k=j}^n \overline{t_{ок}}, \quad (1)$$

где \overline{T}_j - среднее время, необходимое для выполнения оставшейся части задания при работе без

напряжения и при условии безошибочности оператора;

$\overline{t_{ок}}$ - среднее время выполнения оператором k -ой операции (без напряжения);

$k = \overline{j, n}$, где n – номер завершающей операции процесса.

Истинное время T_j , оставшееся для завершения задания будет:

$$T_j = T - \tilde{T}, \quad (2)$$

\tilde{T} - оставшееся время, T - время отведённое на весь процесс.

Мера дефицита времени может быть представлена в виде:

$$S = \frac{\overline{T_j}}{T_j} \quad (3)$$

Если $S_j \leq 1$, то времени для выполнения всех оставшихся операций эргатического процесса достаточно, и оператор выполняет все операции без эмоционального напряжения. Условно примем, при этом, величину напряжённости равной единице: $\Gamma_j = 1$.

На основании гипотезы о действии эмоциональной напряжённости на поведение оператора, примем, что до некоторого порогового значения „ M ” напряжённость, вызванная дефицитом времени, действует организующе. Оператор старается действовать точнее, собраннее, исполняет только существенные операции, строже дозирует движения, отбрасывает излишние обращения за помощью и т.д.. После порога „ M ” оператор теряет способность строгой дозировки движения (действий), при этом может наступить срыв процесса.

Для $\Gamma_j \leq M$ могут быть приведены такие соотношения:

$$\left. \begin{aligned} \overline{t_j} &= \frac{\overline{t_{oj}}}{\Gamma_j} \cdot F \\ \sigma_j &= \frac{\sigma_{oj}}{\Gamma_j} \cdot F \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где $\overline{t_j}$ - среднее время выполнения j -ой операции;

σ_{oj} - среднеквадратичное отклонение времени выполнения j -ой операции от напряжения Γ_j .

Для $M < \Gamma_j \leq M + 1$ можно предложить соотношения, определённые на основании статистического анализа эргатических процессов, осуществляемых в условиях действия повышенной мотивации и дефицита времени:

$$\left. \begin{aligned} \bar{t}_j &= [t_{oj}(\Gamma_j + 1 - M)] \cdot F \\ \sigma_j &= [\sigma_{oj}(2\Gamma_j + 1 - 2M)] \cdot F \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$$\sigma_j = [\sigma_{oj}(2\Gamma_j + 1 - 2M)] \cdot F$$

Для $\Gamma_j > M + 1$ могут быть приведены следующие соотношения:

$$\bar{t}_j = b_1 \bar{t}_{oj} \cdot F$$

$$\sigma_j = b_2 \sigma_{oj} \cdot F$$

в которых величины коэффициентов b_1 и b_2 выбираются экспериментально (или в результате моделирования).

Вероятность правильного и своевременного исполнения процесса определяет[«]

$$\text{соотношением для } \Gamma_j < M: \quad P = P_j + \frac{(1 + P_j)(\Gamma_j - 1)}{M - 1}, \quad (7)$$

а для $\Gamma_j > M + 1$ соотношением,

$$P = 2P_j - 1 \quad (8)$$

Коэффициент мотивации в формулах (7) и (8) не учитывается, но здесь мотивация влияет на численное значение порога „ M ”.

Г.В.Дружинин[2] хорошо описывает случайное время исполнения операций человеком – оператором в случаях, когда минимальное значение времени исполнения ограничены физиологическими возможностями человека, а знания больше среднего - распределены экспоненциально.

3.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье представлены аналитические соотношения параметров эргатической системы: времени выполнения задания, среднего времени выполнения операций и

среднеквадратичное отклонение времени операции от напряжённости. Приводится пороговое значение напряжённости, вызванное дефицитом времени. В эргатических системах с помощью такого метода рассчитывается готовность человека – оператора для парирования нештатной ситуации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы инженерной технологии: учебное пособие / Под ред. Б.Ф. Ломова. М.: Высшая школа, 1986- 335с.

2. Дружинин Г.В. Процессы технического обслуживания автоматизированных систем. М.: „ Энергия”, 1993-272с.

3. Моргунов Е.Б. Человеческие факторы в компьютерных системах. М.: Тривали, 2004, 272 с.

4. Чернолуцкий И.Г. Методы принятия решений. СПб.: БХб.: Петербург, 2005-416с.

THE ISSUES OF INVESTIGATION THE VALIDITY OF THE OPERATOR IN MANAGEMENT ERGATIVE SYSTEMS

S.Khoshtaria, K.Bareladze.

This article discusses about the investigation the validity of the operator in management ergative systems. There is proposed the ways to enhance the effectiveness of ergative processes, including aviation. The article deals with the issues of enhancement of aviation ergative system reliability. There is proposed to improve the ergative system management by using the training techniques.

მართვის ერგატიულ სისტემებში ოპერატორის მოქმედების

გამოკვლევის ზოგიერთი საკითხი

ს.ხოსტარია , კ. ბარელაძე.

სტატიაში მოცემულია მართვის ერგატიულ სისტემებში ოპერატორის მიერ ამოცანის გადაწყვეტის ოპტიმალური გზის მოძებნის საკითხი. შემოთავაზებულია ერგატიულ სისტემაში ოპერატორის და მთელი პროცესის შესრულების საშუალო დრო და საშუალო დროის კვადრატული გადახრა.

(Поступило 20.09.14)

Авиационные эргатические системы

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ АВИАЦИОННЫХ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

С.Хоштария*, Ц.Хоштария*, К.Бареладзе**

(Авиационный университет Грузии, пр Кетеван Цамебули 16, Тбилиси, 0144, Грузия)

Резюме: В статье рассмотрен вопрос повышения надёжности авиационной эргатической системы. Предлагается путь повышения эффективности управления эргатической системой с использованием тренажёрной техники.

Ключевые слова: авиационная эргатическая система, безопасность полётов, авиационное происшествие, моделирование, нештатная ситуация, тренажёр, оператор.

1.ВВЕДЕНИЕ

За последние 30 лет показатели аварийности увеличились практически в 10 – 15 раз за счёт проявления человеческого фактора (ЧФ) (рис.1).

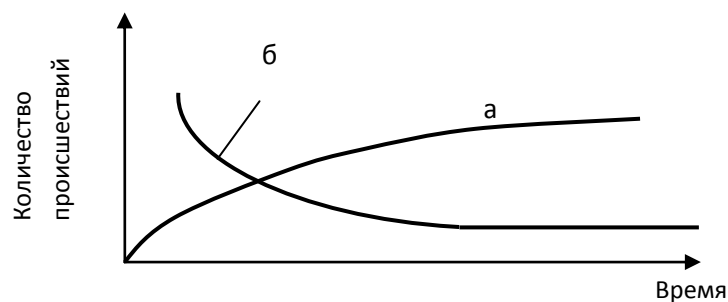


Рис.1.Динамика причин авиационных происшествий:

а)причины обусловленные машиной

*Профессор

**Докторант

По мере автоматизации техники операторам приходится работать всё более напряжённо, принимать решения в короткое время; ущерб от ошибок операторов становится всё более ощутимым. Так, например, по данным иностранной печати, 60 - 80% аварий самолётов ВВС происходят по вине лётчиков; 20 - 53% отказов современных американских ракетных систем происходят по вине операторов [1], из-за ошибок операторов происходит 20 - 30% отказов ракетных комплексов ВВС США [2]. Поэтому необходимо учитывать и прогнозировать не только надёжность (безопасность) технических устройств, но и надёжность операторов, под которой понимается объективная уверенность в том, что требуемые функции будут выполнены своевременно и безошибочно.

Безошибочность действий операторов зависит от многих факторов, к числу которых относятся:

1. „Степень согласованности” возможностей человека и конструкции технических устройств. Разработаны требования к техническим системам по обеспечению безопасности работы операторов;

2. Дефицит времени. Частота появления типичной ошибки операторов – пропуска сигналов является логарифмической функцией скорости поступления сигналов, на которые должен был реагировать оператор;

3. Перегрузка информацией. Количество ошибок существенно возрастает при перегрузке информацией;

4. Малая нагрузка органов чувств („сенсорный голод ”);

5. Психологические особенности операторов. Многие психологи считают одним из важнейших путей повышения безошибочности операторов их отбор. Значимая составляющая профессиональной подготовленности отражает мотивацию убеждённости лётного специалиста работать по заданному алгоритму в создавшейся ситуации при управлении воздушным судном или при принятии решения.

Вместе с этим имеется несовершенство в системе формирования значимых качеств авиационного оператора, обусловленных человеческим фактором.

Совершенствование и усложнение современной авиационной техники является причиной существенного роста затрат на компенсацию последствий от аварий и катастроф воздушных судов.

Авиационно-транспортную систему (АТС) можно представить в виде совокупности авиационных эргатических систем (АЭС). К ним относятся любые эргатические системы, содержащие в качестве функционального компонента лиц авиационного профиля, объектом действия которых является различная авиационная техника. В данной статье рассматривается система „Экипаж - ВС - УВД”.

Прорыв в области повышения уровня безопасного полёта наиболее вероятен в сфере решения проблемы человеческого фактора. Это требует особенно внимательного подхода к проблеме оптимизации полиэргатической системы „Экипаж - ВС - УВД”, общая схема которой показана на рис.2.

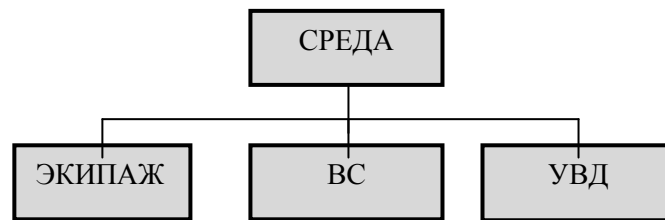


Рис.2. Общая схема эргатической системы „Экипаж – ВС - УВД”

2.ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Известно, что для того чтобы деятельность человека проходила в соответствии с требованиями объективной действительности, связанной с пилотированием самолёта, её необходимо организовать. Оно не является самостоятельным процессом, а организует и выражает активность всей психической деятельности человека.

Внимание, как психический процесс, обладает рядом особенностей, из которых для лётного оборудования наиболее существенно: объём, концентрация (сосредоточение), переключение, распределение и устойчивость.

Объём внимания – это количество объектов, которое может восприниматься нашим сознанием одновременно.

Практикой установлено, что опытный лётчик может сразу воспринимать до восьми приборов, а обучаемый, впервые занявший место в кабине в кабину, даже один прибор воспринимает не совсем точно, так как каждая цифра и каждое деление для него является объектом восприятия.

Концентрация внимания – это умение наиболее быстро сосредоточиваться на наиболее важных и значительных объектах с одновременным отвлечением от второстепенных.

С концентрацией внимания тесно связана устойчивость внимания, которая характеризуется длительностью восприятия определённого объекта. Очень трудно концентрировать внимание, если не развита способность удерживать её на объекте восприятия до выполнения задачи.

Вышеизложенное показывает, что выработка у обучаемого различных свойств лётного внимания, их сочетание будут способствовать успешному обучению визуальному пилотированию и особенно пилотированию по приборам [2].

Большинство авторитетных специалистов согласно с тем, что для полётов, выполняемых воздушными судами гражданской авиации в большинстве районов земного шара характерно следующее:

1. Эти полёты в такой же степени безопасны, т.е. выполняются без авиационных происшествий, как и ранее. При этом следует учесть различие в методике подготовки пилотов, в типах воздушных судов и эксплуатационных условиях, а также различие в подготовке персонала, осуществляющего эксплуатацию и техническое обслуживание воздушных судов. Надо также учитывать развитие авиационной техники, аэронавигационных средств, сложность организации воздушного пространства и его пропускную способность, регламентирующие стандарты, контроль за соблюдением установленных правил и всю систему, частью которой является система человек – машина.

2. Несмотря на очевидный прогресс в научной, технической и других областях, имеется ещё слишком много случаев, когда авиационное происшествие можно было предотвратить.

В настоящее время компании выделяют всё больше средств на обучение и подготовку авиационного персонала. Сейчас забота об обеспечении безопасности полётов носит уже не узко национальный локальный характер, а переросла рамки ограниченной группы государств. В настоящее время глобальная сеть воздушного пространства охватывает все регионы земного шара, поэтому налицо повсеместный большой интерес к использованию новых методов, техники и ресурсов для уменьшения частоты авиационных происшествий.

На рис.3 показана диаграмма частоты смертельных исходов при авиационных происшествиях.

Обучение представляет собой важнейший, решающий элемент безопасной, надёжной и прибыльной эксплуатации воздушных судов. Обучение связано с умением манипулировать органами управления и включает выполнение соответствующих аналитических функций, связанных с принятием решений. Она включает элементы обучения, а также оценки.

Исследовательские устройства и моделирующие комплексы являются важным инструментом проектирования и исследования автоматизированных систем.

Применение аналитических методов позволяет, с учётом „расплывчатости” описания пилотом, лишь приблизительно определить структуру и основные параметры систем. Их уточнение приводится в процессе экспериментального исследования. С повышением требований к точности, надёжности и безопасности автоматизированного полёта роль устройств испытаний возрастает, увеличивается и их объём.

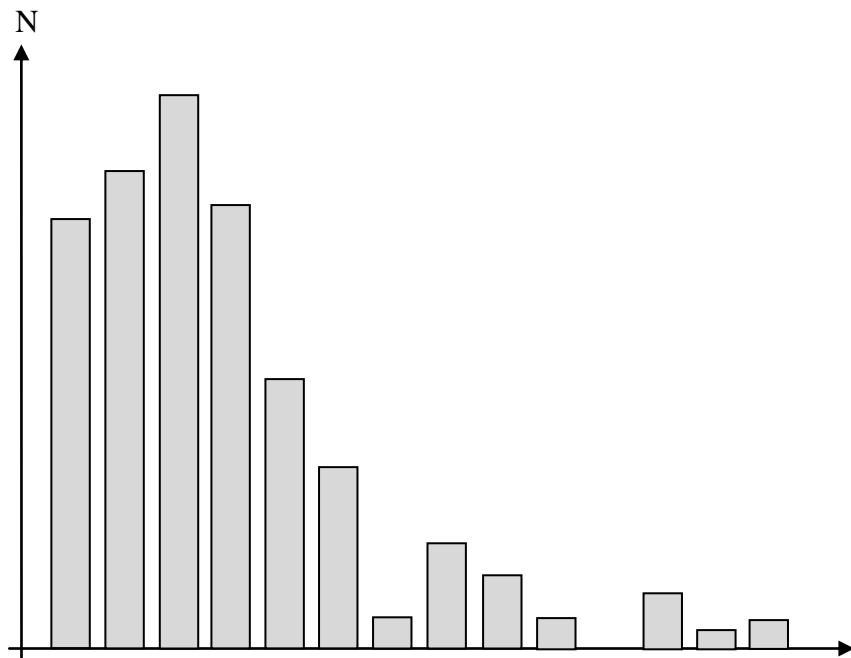


Рис.3. Частота смертельных исходов при авиационных происшествиях.
[N-число смертельных исходов на 100 миллионов,

Характерно, что этот процесс идёт параллельно с количественным и качественным ростом тренажёрной подготовки лётного состава Эти аспекты имеют много общего.

Достоверность результатов при тренажёрной подготовке и достижение положительного эффекта в значительной степени определяется тем, насколько полно моделируются динамические свойства летательного аппарата как объекта управления внешних возмущений.

Адекватность условиям реального полёта достигается несколькими путями. В вычислительное устройство, имитирующее движение самолёта, закладываются достаточно полные уравнения динамики. Устройство снабжается рабочим местом пилота со штатными приборами, дисплеем и органами управления. С их помощью, а также с помощью дополнительных устройств, имитирующих визуальную обстановку и перемещение кабины, у пилота создаются адекватные ощущения того, что он испытывает в условиях реального полёта. Кроме пилота в состав комплекса включаются компьютеры, измерители, исполнительные устройства и т.д.

Необходимость решать уравнения, описывающие движение летательного аппарата в реальном времени и с высокой точностью, предъявляет повышенные требования к характеристикам вычислительного устройства. Наиболее подходящими по своим высоким функциональным возможностям являются современные компьютеры, имеющие возможность управлять разными периферийными устройствами. Простота изменения программы компьютера оказывается особенной в моделирующих системах.

На приборной панели пилота по сигналам компьютера воспроизводятся показания приборов, а также командная информация. Имитатор внешних возмущений воспроизводит изменение составляющих вектора скорости ветра, погрешности радиотехнических датчиков информации о положении летательного аппарата, а также сигналы, необходимые для имитации отказов определённых подсистем объекта. Возмущения подаются на модель объекта, на измерительные приборы и вычислители командного сигнала. В процессе эксперимента переменные состояния объекта, возмущения и управляющие воздействия регистрируются на магнитных носителях. По окончании опыта накопленную информацию обрабатывает компьютер и выдаёт окончательный результат. Отказы вводятся по специальной программе.

3.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тренажёр является основным средством формирования профессиональных умений и навыков на земле в процессе всего периода. Тренажёр даёт возможность:

- воспроизводить характеристики и работу реального самолётного оборудования, установленного на нём, с погрешностями не влияющими на приобретение практических навыков;

- обеспечивать информационное подобие реализуемой в нём модели полёта как реального нормального оборудования;

- обеспечивать проведение тренажей по решению полного перечня управленческих задач.

Основными преимуществами схемы по сравнению с самолётом являются:

- экономичность, позволяющая сберечь топливо, ресурсы, время и трудозатраты людей при лётном обучении;

- возможность имитации опасных отказов, которые в реальных полётах недопустимы;

- безопасность многократного повторения отдельных элементов или этапов полёта;

- возможность быстрого обнаружения ошибки и разъяснения её обучаемому.

ЛИТЕРАТУРА

1.Оуенс Ч.А. Лётная эксплуатация (организация работы экипажа): Пер. с англ. И.М.Алявзина – М.:Транспорт,1987,-237с.

2.Корчемный П.А.Психология лётного обучения – М.: Воениздат,1986,-136с.

3.Муник Э.,Мюллер П. Методы принятия технических решений. Пер. с нем. – М.: Мир,1998, - 208с.

4.Рева А.Н., Тумышев К.М. Эргономические основы первоначальной профессиональной подготовки пилотов: Монография – Алма ата,2000 – 272с.

THE ENHANCEMENT OF ERGATIVE SYSTEM RELIABILITY

S.Khoshtaria,Ts. Khoshtaria,K.Bareladze

The article deals with the issues of enhancement of aviation ergative system reliability. There is proposed to improve the ergative system management by using the training techniques.

ავიაციური ერგატიული სისტემის საიმედობის ამაღლება

ს.ხოშტარია, ც.ხოშტარია, კ.ბარელაძე

ნაშრომში განხილულია ავიაციური ერგატიული სისტემის საიმედობის გაზრდის საკითხები. შემოთავაზებულია ერგატიული სისტემის მართვის ამაღლების გზა ტრენაჟორული ტექნიკის გამოყენებით.

Поступило (20.09.2014)

Информационные технологии

**ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ВИХРЕВОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ**

Т.Капанაძე*, И.Пайчадзе**

(Авиационный университет Грузии, пр.Кетеван Цамебули 16, Тбилиси, 0144, Грузия)

***Резюме:** В работе дан обзор перспективных направлений научно-технических исследований и разработок в области организации воздушного движения. Большое внимание уделено вопросам использования математических моделей для планирования, оптимизации и корректировки полёта, предупреждения и устранения конфликтных ситуаций на земле и в воздухе, включая систему обеспечения вихревой безопасности.*

***Ключевые слова:** система автоматического управления, теория расписания, вихревой след, оптимизация и корректировка полёта.*

1.ВВЕДЕНИЕ

В наши дни мировое авиационное сообщество вынуждено решать основную проблему гражданской авиации – каким образом обеспечить необходимую пропускную способность систем организации воздушного движения при увеличении объёма воздушных перевозок самолётами гражданской авиации. При этом также важна задача повышения безопасности движения воздушного транспорта.

Одной из трудностей реализации подобных планов является проблема об обеспечения вихревой безопасности полётов. Таким образом, попадание самолета в вихревой след может привести к неконтролируемому крену и потере управляемости, так как при полете в атмосфере самолёт создаёт вихревой след, который представляет опасность для других летательных аппаратов (ЛА). При взлете и посадке именно ограничение по

*Профессор

**Магистр

по вихревому следу определяет величину безопасной дистанции между самолётами. Уменьшение этой дистанции увеличивает пропускную способность аэропорта, но при этом должна быть гарантирована безопасность полета. Летные происшествия, связанные с попаданием в след, зачастую происходят при взлете и посадке воздушного судна.

При полете на эшелоне возникает аналогичная проблема, которая становится тем более актуальной, что сейчас рассматривается возможность уменьшения расстояния между эшелонами. Поэтому очень важно иметь математическую модель, позволяющую оценить безопасную дистанцию между самолётами в зависимости от их типов и погодных условий (расширенная матрица безопасных дистанций).

В настоящее время действуют правила международной организации гражданской авиации (ИКАО), определяющие минимальные расстояния между летящими в одном направлении самолётами (горизонтальное эшелонирование) по условиям непопадания самолётов в вихревые следы. Стандарты ИКАО эшелонирования воздушных судов по условиям вихревой безопасности, обязательные при выполнении полётов на маршруте и на взлётно-посадочных режимах, обеспечивают требуемый уровень безопасности полётов на сегодняшний момент. Однако диспетчер аэропорта часто руководствуется собственным опытом, а не рекомендациями ИКАО, уменьшая величину безопасной дистанции.

2.ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Каждый аэропорт стремится обслужить максимальное число самолётов и тем самым максимизировать прибыль. Одно из узких мест — пропускная способность ВПП аэропорта. Наличие нескольких ВПП обычно не даёт ожидаемого увеличения пропускной способности. Приземление самолётов на соседние полосы в одно и то же или близкое время практически исключается: после посадки первого самолёта требуется время для затухания образовавшихся вихрей и зон турбулентности. Это время ожидания зависят от метеоусловий, в том числе, наличия поперечных воздушных потоков, переносящих вихри на соседнюю полосу, нагрева поверхности ВПП, атмосферной турбулентности, взаимной ориентации курсов двух самолётов.

Опасность от вихря существует не только при взлете и посадке самолётов, но и во время полета. Задача об эволюции струйно-вихревого следа за ВС формулируется следующим образом: ВС совершает полет на заданной высоте с известной скоростью в

турбулентной атмосфере. За ним образуется струйно-вихревой след. Необходимо определить структуру и время жизни следа.

Физическая модель вихревого явления представляет собой систему из двух вихрей с циркуляцией в противоположные стороны (рис. 1).

Сам процесс затухания циркуляции вихрей по времени включает две фазы: медленного и быстрого затухания. Момент возникновения фазы быстрого затухания является случайной величиной, зависящей от погодных условий.

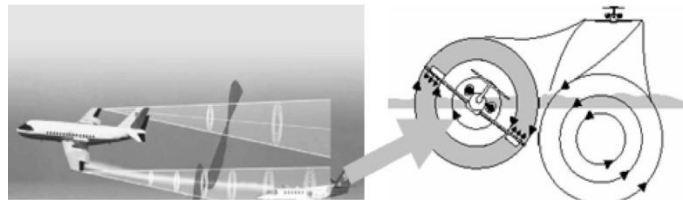


рис.1. Модель вихря, образующегося за летящим самолетом

Благодаря взаимной индукции вихри опускаются со скоростью:

$$V_y = \frac{\Gamma}{2\pi b}$$

где Γ — циркуляция, зависящая от момента зарождения вихря; b — расстояние между вихрями.

Алгоритмы для решения задачи проблемы вихревой безопасности должны быть устойчивы к случайным факторам. Устойчивость не должна достигаться за счёт снижения эффективности работы алгоритма. Для автоматизации управления самолётом необходимы быстродействующие алгоритмы, близки к алгоритмам оптимального управления, полученным на основе теории оптимального управления.

Такие задачи, связанные с построением оптимального календарного плана, в реальном масштабе времени решаются, как правило, с помощью методов динамического программирования или использованием алгоритмов и методов теории расписания.

Используя методологию решения известной задачи одного станка, теории расписания, задача построения оптимального расписания движения самолетов во время выполнения авиарейса с учетом вихревого следа можно сформулировать следующим

образом: диспетчер должен отпустить n самолётов; длительность вылета с учётом вихревого следа i -го самолёта равна T_i ; штраф за задержку i самолёта равен α_i ; допустим, что нет самолётов, которые должны вылететь в одно и тоже время.

Задача вихревой безопасности в этом случае сводится к установлению такой очередности рассмотрения вылета самолётов n , чтобы общее время ожидания пассажиров и суммарный штраф аэропорта за задержку самолетов был наименьшим, т.е. к поиску данной перестановки.

$$\sigma_n = (i_1, i_2, \dots, i_n),$$

с функцией-критерием:

$$F_i(\sigma_n) = \sum \alpha_i t_i \rightarrow \min$$

Допустим надо установить очередность n различных самолётов, если время взлёта с учётом вихревого следа i -ного самолёта T_i известно заранее, то за самолёт i , который ожидает свою очередь взимается «штраф» α_i .

Пусть

$$\sigma_n^1 = (i_1, i_2, \dots, i, j, \dots, j_n)$$

- оптимальное решение, а

$$\sigma_n^2 = (i_1, i_2, \dots, i, j, \dots, j_n)$$

- вариант, отличающийся перестановкой только двух каких-то соседних элементов в σ_n .

И в этом случае, так как σ_n^1 предложению оптимально,

$$F(\sigma_n^1) \leq F(\sigma_n^2).$$

Обозначив $t_i(\sigma)$ через τ , как и в предыдущем пункте, получим, что неравенство (1) эквивалентно

$$\alpha_i \tau + \alpha_j (\tau + T_i) \leq \alpha_j \tau + \alpha_i (\tau + T_j)$$

$$\alpha_j T_i \leq \alpha_i T_j \qquad \frac{\alpha_i}{T_i} \geq \frac{\alpha_j}{T_j}$$

а так как все $T_i > 0$, то

Последнее выражение и устанавливает свойство оптимального решения, легко позволяющее это решение построить.

Алгоритм решения данной задачи заключается в исполнении конкретных пошаговых задач:

Шаг 1. Создаём массив $b[i]$ для α_i/T_i ($i=1,n$);

Шаг 2. Разложить $b[i]$ массив по уменьшению. Именно эта последовательность будет оптимальным решением данной задачи. То есть $F(\sigma n) = \sum \alpha_i t_i \rightarrow \min$

Шаг 3. При отклонении оптимального расписания задача заново возвращается в исходную точку с исключением отправленного самолёта.

Алгоритм для решения данной задачи можно построить следующим образом:

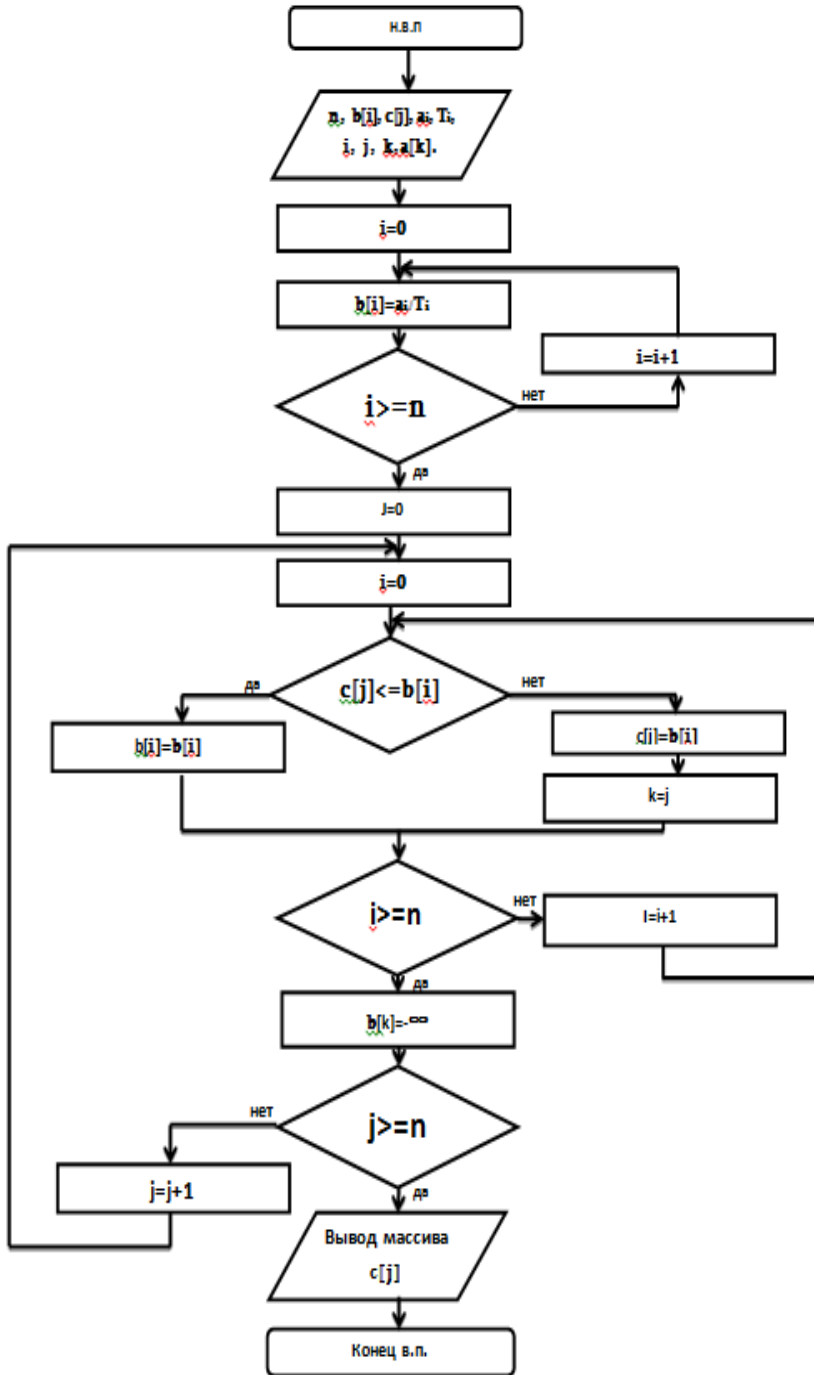


Таблица 1

Рассмотрим решение данной задачи на фоне наглядного (априорного) примера:

№ Рейсов	• J2 224 BAKU	• TK 385 ISTANBUL	• PS 516 KIEV	• FZ 714 DUBAI	• A9 695 TELAVIV	• LH 2557 MUNICH	• AZ 551 ROME
Штраф α_i	250\$	300\$	500\$	400\$	550\$	1500\$	1000\$
Время взлёта с учётом вихревого следа T_i	30мин	10мин	17мин	10мин	7мин	25мин	32мин
$b[i]$	8,33	30	29,41	40	78,57	60	3,125
C	6	4	5	3	1	2	7

σ_n	1	2	3	4	5	6	7
	● A9 695 TELAVIV	● LH 2557 MUNIC H	● FZ 714 DUBA I	● TK 385 ISTANBU L	● PS 516 KIEV	● J2 224 BAKU	● AZ 551 ROME

3.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теперь для решения задачи требуется, только подставить выше поставленные

данные в
$$\frac{\alpha_i}{T_i} \geq \frac{\alpha_j}{T_j}$$
 под-критерий:

Благодаря данному примеру, мы увидели, что решив проблему таким образом с использованием вышеуказанного алгоритма время ожидания самолёта и штраф для аэропорта будет минимальным.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В. Вышинский, Г.Г. Судаков // Вихревой след самолёта и вопрос безопасности полетов. 2009, с.1-21.
2. В.В. Золотухин, В.К. Исаев, Б.Х. Давидсон // Некоторые актуальные задачи управления воздушным движением. 2009, с.1-21.
3. В.В Шкурба // Задача трех станков. 1976, с.1-96.

An approach to solve the problem of vortex wake and flight safety. T.Kapanadze I.Paitchadze

In this job a survey is given to promising directions of scientific and technical researches and developments in the field of air traffic management. Much attention is paid to the questions by use of mathematical models for planning, optimization and adjustment of flight, warnings and prevention of conflict situations on the ground and in the air, including a system for solve the problem of vortex wake and flight safety. Considered algorithms of the system and increase the efficiency of structuring and for the use of air and land spaces. We suggest an algorithm which can take decision about how to solve the problem of vortex wake and flight safety, which, according to the authors, significantly reduce the time of the decision and increase the degree of optimality.

**დაგრიგალების პრობლემის გადაწყვეტის მეთოდოლოგიის ერთ-ერთი მიდგომის
შესახებ**

თ.კაპანაძე ი.პაიჭაძე

ნაშრომში განხილულია სამეცნიერო-ტექნიკური კვლევების პერსპექტიული მიმართულებები საჰაერო მოძრაობის მართვის სფეროში. გამახვილებულია ყურადღება კითხვებზე როგორებიცაა მათერმატიკური მოდელების გამოყენება ფრენების დაგეგმვას, ოპტიმიზაციას და კორექტირებასთან მიმართებაში.

(Поступило 15.01.2015)

SCIENTIFIC RATIONALE OF APPROACHES RISK ASSESSMENT INTERACTION OF AIRLINES WITH FINANCIAL INSTITUTIONS

V.A. Lototskyy

(National Aviation University, C. Komarova Avenue, 1, Kiev, 03058, Ukraine)

***Abstract.** In this article considered the typical risks that arising in process of interaction of modern airlines with financial institutions and proposed basic categories of risks. Considered the methodical approach to risks management and ways to minimize them in banking system.*

***Keywords:** the risk management, the risk minimization, the banking system, the financial institutions, the management of financial stability*

Problem statement in its general view. Its connection with important scientific or practical tasks. The investigation of processes of risk management in the interaction of enterprises with financial institutions is becoming increasingly important for managers as Ukrainian banks and enterprises themselves in the terms of the lack of stability of development and large political, social and economic crisis. Airlines are largely dependent on external factors such as the general state of economic conditions, the solvency of the population, the dynamics of key macroeconomic indicators and the level of instability of the economy of the country and the world in general. Data on changes in output in the market for air transport services shows a steady increase in demand for mobility of factors of production that turns into a characteristic feature of modern economies.

Due to the fact that banks are not able to effectively invest the credit resources in unstable services, banking is risky. The main task of management in such cases, there is decline the indicators of the probability of adverse events and prevent and avoid the negative consequences. That is why, there is the problem of optimizing the existing risk management systems and comprehensive improvement by the interaction of banks and airlines.

Analysis of the latest researches and published works where the solution of this problem is initiated. The unresolved part of the general problem. Investigation of basic aspects of the management financial stability of banks and their role in the market economic system sufficiently described in the scientific literature. These issues are described in the scientific work of authors such as L. Bondarenko, A. Gerasimov, V. Malyukov, K. Raevskii, R.

Schiller, V. Sushko, V. Vitlinskiy, A. Yastremskyi V. Ivanov, A. Stoyanov, L. Kovalenko, V. Usoskin, E. Dolan, E. Altman, B. Buhvald, T. Koh, E. Rid [1-5]. However, the problem of risk management in the interaction of businesses and financial institutions is still open and badly studied.

Goal of the article. The aim of the article is the analysis of methodological approaches to risk management in the interaction of airlines with financial institutions and the development of recommendations for their minimizing in the modern economic development.

Objectively assess the financial condition of the airline as a borrower, depending on the purpose, objectives and areas of analysis can be only through a set of indicators that can be optimal only for a concrete case, taking into account the various of influence factors.

Regardless of the business relationship all borrowers are characterized by individual creditworthiness risk, which is result of business risks and risk of capital structure.

Under risk of creditworthiness airline as borrower, in author's opinion, should understand the failure to fulfill its obligations to creditors generally. This risk precedes the risk of non-repayment of credit.

Novelty of research. In this paper it is proved that regardless of the business relationship each airline is characterized by an individual borrower's creditworthiness risk, which is the result of business risk and risk capital structure. The author proposed the concept of "risk of creditworthiness of the airline as a borrower."

Exposition of the main material. The financial condition of the airline, as well as any organization, formed in the course of its entire production and business activities. All indicators of financial condition are in the relationship and interdependence.

The practice of modern airlines interaction with financial institutions suggests that any airline loans can be applied after the class definition of the financial condition of the borrower.

By carrying out the analysis of existing systems assess the financial condition of the borrower in some banks in Ukraine, as well as international standards for assessing the financial situation of companies, we have developed recommendations for the management of credit risks that are adapted to the current situation in Ukraine.

Determination of the borrower's financial condition in the system of relations between the mortgage lender and the borrower is a matter of urgent and important, which makes the risk of collateral.

The author gives the main stages of the bank was the financial condition of the borrower as a legal entity:

1. Definitions of financial indicators and rankings.
2. Analysis of financial performance and ranking of the dynamics.
3. Assessment of the dynamics and numerical determination of the rating.
4. Calculation of the integrated measure of financial condition based on weighting coefficients for each of the ratings.
5. Class definition of borrowing.

Thus, to determine the financial condition of the borrower must define a class based on a total integrated indicator based on weight for each rating as financial performance, and numerical indicators and performance dynamics. For the calculation of the values of the financial indicators of the dynamics and numerical indicators (airline market position, stable earnings on the accounts, management efficiency, etc.).

Pawn is the most common condition for granting the loan. But it does not provide reasonable assurance of protection against unforeseen events. Major milestones of mortgages, according to the author, are: choice of collateral valuation, diversification of the collateral, the mortgaged property insurance, mortgage contract, legal assistance treaty monitoring of collateral.

The practice of contemporary banks shows that it is assessment of the financial condition of borrowers is a base of airlines as part of determining the level of credit risk at the stage of consideration of the possibility of credit transactions, as well as the monitoring of existing loans.

The results are the basis for calculating the allowance for possible losses on credit operations.

Each individual is characterized by a borrower's creditworthiness risk, which occurs regardless of the business relationship and result from business risks and risk capital structure.

Under the risk that the borrower's creditworthiness airline, in my opinion, you should understand its failure to fulfill its obligations to creditors generally. This risk precedes the risk of non-repayment.

The risk of collateral as a separate type of credit risk is considered only upon the occurrence of the risk of default on the loan, since it depends on the choice of the type of charge.

This type of risk is characterized by lack of revenue obtained from the sale of collateral provided by the bank for the full satisfaction of debt claims of the bank to the borrower.

That is the risk of collateral depends on the choice of the type of software. Practice shows that the value of the collateral may change as the smaller, and in a big way. Most prices are reduced due to the fact that in addition to market laws, in this case, there is influence of a factor associated with physical and moral deterioration of the collateral. This change in market value may lead to the fact that, if necessary, after the realization of the collateral, the bank will not be able to return the loan funds and to compensate for their losses in full.

The risk of collateral depends structure developed by the author is shown on Fig. 1.

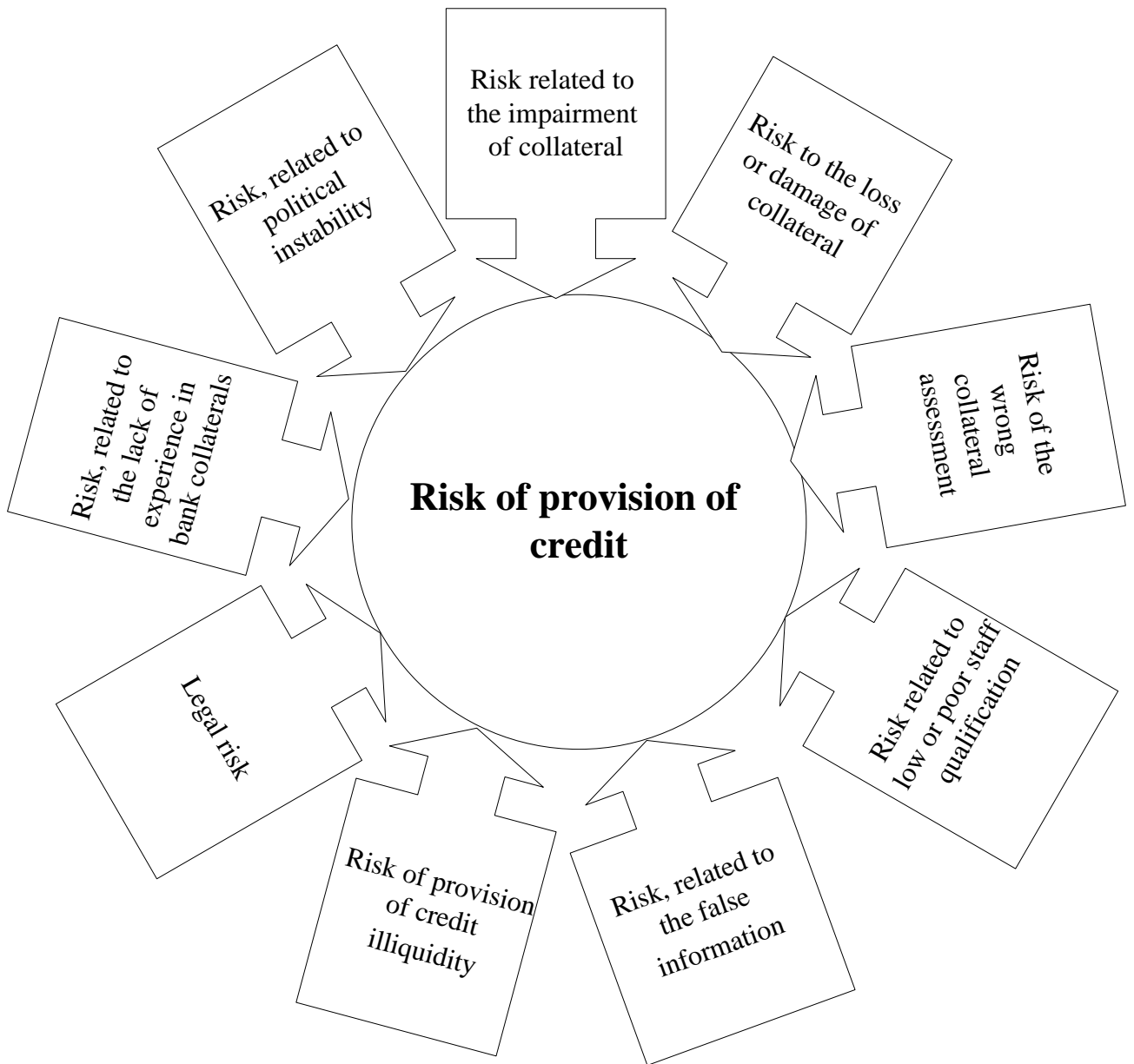


Fig. 1. Content of provision of credit risk

Impairment of collateral risk associated with a possible change in the market value of the collateral during the term of the mortgage contract. To reduce this risk by using complex

monitoring activities, the main objective of which is to prevent and reduce the quantitative and qualitative characteristics of the collateral.

In order to minimize the magnitude of this risk is also revaluation of property that may occur at the change of the market value of the collateral. In the event of a significant decline in property value airline, bank can claim the collateral.

The risk of impairment is also optimized by means of diversification of the collateral. If the software consists of several types of assets, the risk of falling market price once all the components of a small mortgage. In addition, certain types of assets can be kept stable not only cost but also experience an increase.

The risk of loss or damage to the collateral associated respectively with complete loss of the collateral or partial loss of its properties, which also leads to a decrease in market value of the collateral or the complete loss.

In contrast, the risk of impairment of collateral for the risk it is important insurance that should offset the decrease in the value of the collateral in case of loss or damage as a result of extraordinary circumstances.

The risk of incorrect assessment of the collateral occurs in the absence of sufficient information on the collateral, low-skilled employees, assess, or in the exercise of staff misconduct. In this case, the market value of the collateral is less than the value specified in the documents and, therefore, can not cover the costs of the bank.

In the case of possible violations of the law by unscrupulous mortgagor, there is usually a legal risk. The reason for it can be provided to fake bank documents confirming ownership of the mortgaged property, or a property can be mortgaged more than once. In this situation, the risk of the bank is that it can bear the additional financial, moral, material and time costs.

To minimize its use prior to monitoring under the contract of pledge, as well as preliminary due diligence documentation and inspection of the property to identify the borrower's integrity and validity of all documents and transactions.

The risk associated with insufficient experience with bank liens generalizes a previous all types of risk, as they may be due to lack of experience. This risk characteristic, especially for new banks that have no practice in this area, and new banking services and caused a relatively recent entry into the practice of banking operations collateral, especially real estate collateral.

This risk can be reduced through direct training of staff pledged unit. Training new techniques, skills transfer, timely assessment of staff development and regular maintenance of secured transactions can reduce the negative impact of this factor in the lending process.

The peculiarity of this risk is that it can stimulate all of the earlier types of risks. Reduce it by using:

The author believes that credit risk has its own characteristics and is individualized for each credit institution in the banking sector. This is what largely determines the uniqueness methodical approach of credit risk management. Bank, taking a loan decision, should focus not on the assessment of certain types of credit risk and to determine the overall risk for each borrower, with the specific industry sector enterprise.

Methodical approach to the quantitative assessment of credit risks is represented on Fig. 2.

In practice there are several factors that complicate the process of risk management. For example, the lack of historical experience of market relations required for strategy development. The result - the limitations of methods that can be used to calculate and predict the level of risk.

In a developed market statistics exist for several decades, which can be determined using, for example, the maximum possible loss projected at a given level of reliability.

High probability of changes in financial markets necessitates an efficient risk management system. Such a system should have organizational, analytical, operational and computer support.

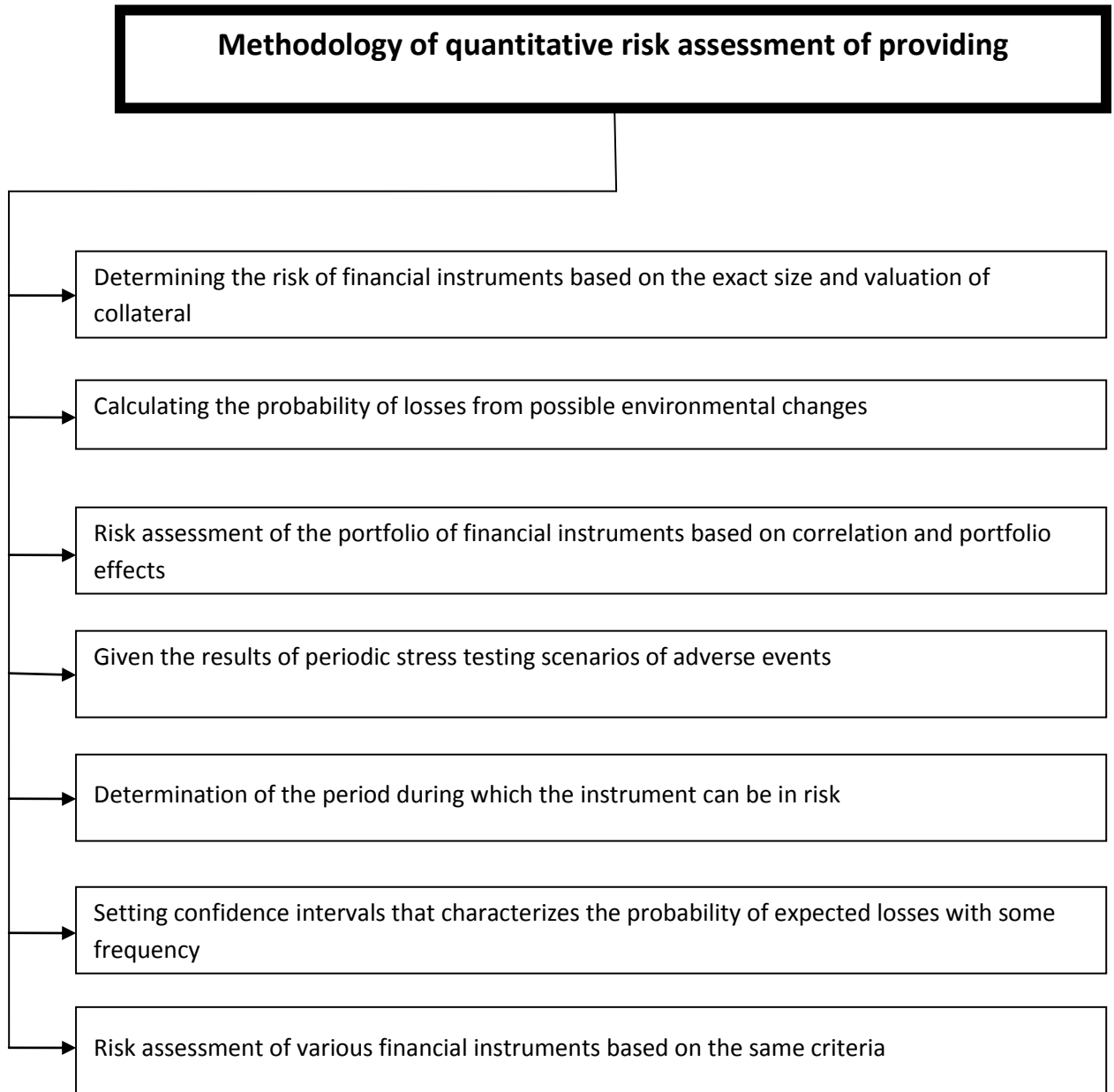


Fig. 2. Methodical approach to the quantitative assessment of credit risks

The organizational structure of risk management leads to responsibility and administrative subordination of units in the exercise of risk management. The organizational structure should provide adequate oversight of strategy and operations, optimal allocation of duties among employees involved in the production processes and their management, the Report of the risks taken, strategies and results. Thus, developed and documented policies, procedures and guidance for risk management aimed at ensuring effective exchange of information in the

bank. Documents must establish clear lines of responsibility, include descriptions of the units and of the interaction between them, risk control procedures.

Conclusions. Objectively assess the financial condition of the airline as a borrower, depending on the purpose, objectives and areas of analysis can only be a set of indicators that are optimal only for the particular case, taking into account the various impacts.

REFERENCES

1. **Korobkova Z.V. Economic mechanism of steady development of enterprise in the conditions of growing economic globalization / Z.V. Korobkova // Functioning of enterprises in an economy: problems and decisions. – Novosibirsk: IEOPP SO RAN, 2006. — P. 57-68.**
2. **Peter F. Drucker. Management Challenges for the 21st Century – 2001. [Electronic version] – Access mode: <http://www.harpercollins.com/Book/Browse.aspx>**
3. **The importance of price stability. Remarks by William J. McDonough, President Federal Reserve Bank of New York before the Economic Club of New York. New York, October 2, 2006 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.newyorkfed.org>**

SCIENTIFIC RATIONALE OF APPROACHES RISK ASSESSMENT INTERACTION OF AIRLINES WITH FINANCIAL INSTITUTIONS

V.A. Lototskyy

In this article considered the typical risks that arising in process of interaction of modern airlines with financial institutions and proposed basic categories of risks. Considered the methodical approach to risks management and ways to minimize them in banking system.

საავიაციო კომპანიების და ფინანსურ დაწესებულებათა თანამოქმედების რისკის
შეფასების მიდგომათა მეცნიერული საბუთიანობა
ლოტოტსკი ვ.ა.

სტატიაში განხილულია თანამედროვე საავიაციო კომპანიების და ფინანსურ დაწესებულებათა თანამოქმედების პროცესში წარმოქმნილი რისკი და შეთავაზებულია რისკის ძირითადი კატეგორიები. განხილულია რისკის მართვისადმი მეთოდური მიდგომა და საბანკო სისტემაში რისკის მინიმიზაციის გზები.

(Received on 09.09.2014)

THE METHOD OF CALCULATION THE IN INTEGRAL OF MOR

D.Kiphiani^{*}, S.Bliadze^{}, N.Bliadze^{**}**

(Iv. Javakhishvili Tbilisi State University,3,Chavchavadze ave.,Tbilisi, 0179, Georgia)

Abstract: *It's known, that the angel of a deflection and a rotation in the system of stem is determined with the integral of Mor, we have to notice, that the determination of integral of Mor is rather difficult, because of integral calculation and therefore there is used an approximate way of integral calculation, called Vereshagin Rule. in case of usage of mentioned method, we have just to find multiplication area of diagram and the center of gravity, however in some case of loads it is rather difficult these data to be determined and they are calculated with the approximate way. Also this is impossible to find the absolute mistake. So in some cases of loads it's impossible to calculate an integral with the rule of Vereshagin, because the mistake may be very big. Hence, we can use the method of Triangle, Trapeze and Rectangle for calculate this integral.*

Keywords: *A bend, rotation's angle, rod, moment, the absolute mistake, integral.*

1. INTRODUCTION

let's comment an abovementioned in details:let's consider the rod, (Fig 1) if is a bending moment M_{kp} and is a stretching force Q_{yp} , which are caused by P group of loads. This loads operate on the rod. We have to find the move Δ_{kp} of a point K. we need the auxiliary rod (the same rod , the single load is acting on point K $P_k = 1$ and also the single moment is acting on point K , $\overline{M}_k = 1$.) the inward loads(which will be caused in auxiliary rod) will be \overline{M}_x and \overline{M}_y . If we use a known theorem about that the loads' (which are acting on the auxiliary rod) work are equal (with the same move and the opposite mark) to the work of the loads, which are caused in an original rod.

*** Professor**

****Bachelor**

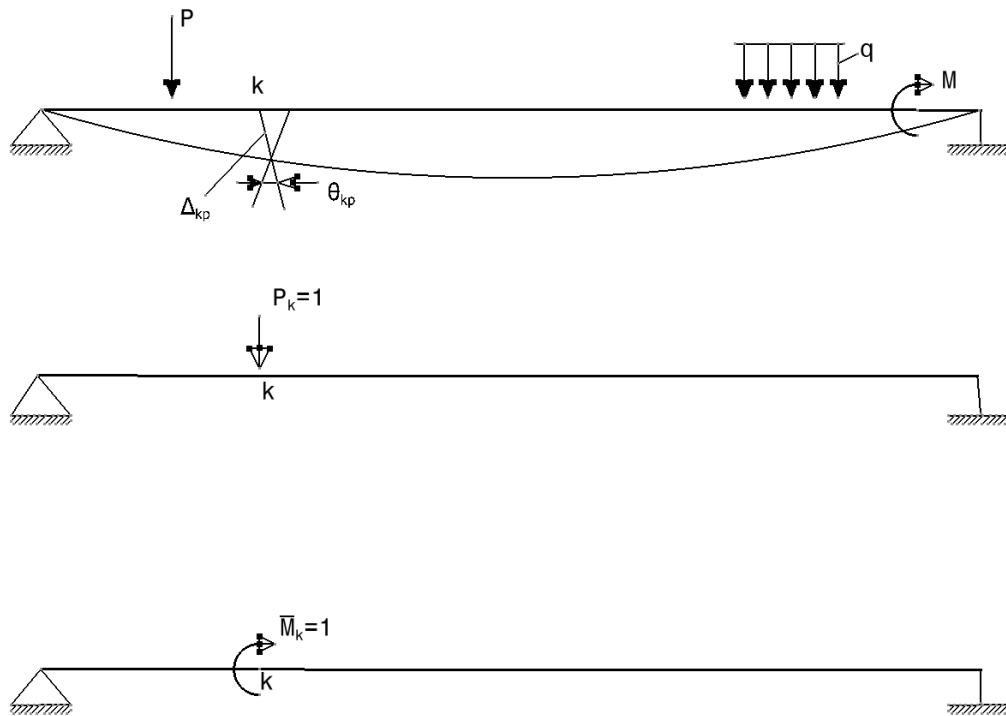


Fig.1 The main and auxiliary circuit

$$\overline{p}_k \cdot \Delta_{kp} = \int_0^l \overline{M}_{xp} \left(\frac{\overline{M}_x}{EJ_x} dz \right) + k \int_0^l \overline{Q}_{yp} \left(\frac{Q_y}{GF} dz \right)$$

(during the bend $M_x \neq 0$, , but $N_z = M_z = M_y = Q_x = Q_y = 0$,)

when the bending of a rod is determining the impact of decisive forces is s little, because of this we may lining this loads and also $\overline{p}_k = 1$, the result will be :

$$\Delta_{kp} = \int_0^l \overline{M}_{xp} \left(\frac{\overline{M}_x}{EI_x} dz \right)$$

Where \overline{M}_x is the moment which is caused of single load's acting. It is called the integral of Mor.

in generally, the integral of Mor is:

$$\Delta_A = \int_0^l \left[\frac{N\overline{N}}{EF} + \frac{M_x\overline{M}_x}{EI_x} + \frac{M_y\overline{M}_y}{EI_y} + \frac{M_z\overline{M}_z}{GI_{kp}} + \dots \right] dz$$

It seems, that in the integral of Mor , the function under the integral may have such values, that to find the solution will be difficult. because of this we may used the approximate methods for solution of integral, in which one of the often used is the method of Vereshagin . It's one of the methods for calculation an integral, but in this case we can not determine the absolute mistake and it's not favorable. For using the method of Vereshagin, we must remove the basic loads and moments and instead of them fix a single load or a single moment, make a moments' diagram for both systems, after that for multiplication for this systems, we must choose a one of them moment diagrams, after that we must determining the aria of this diagram of moment and the equal ordinates for the center of gravity for this diagram and both of them can be multiplication. first of all, there is some loads and if the acting it is too difficult to calculate the area, also the absolute mistake may be too big and it's not desired, because the solution of system will not be correct.

hence, if we want to solve the task , firstly we may know how big the absolute mistake is and after that we can research the value of loads are in pillars.

let's talk about approximate calculate of determined integral with the method of Sympson (the method of parabola)

if we want calculate determined integral for continuous function $f(x)$,

$$\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a) \text{ where } F(x) \text{ is the primary of } f(x) .$$

The segment $[a,b]$ is divided into $2n$ parts, then a length of each part will be $h = \frac{b-a}{2n}$

the points will be $x_i = x_0 + ih$ ($i = 0,1,2,...2n$), $a = x_0, x_1, x_2, \dots, x_{2n-1}, x_n = b$ lets calculate

values for $f(x)$ function under the integral, so $f(x_0) = y_0, f(x_1) = y_1, \dots, f(x_{2n}) = y_{2n}$

$$y_i = f(x_i)$$

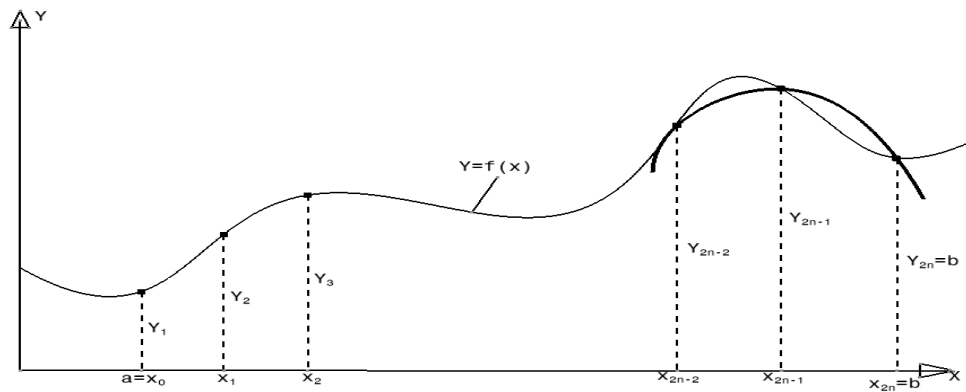


Fig.2

we can see on (Fig. 2), that on segment $[x_0, x_2]$ the parabola going through the $(x_0; y_0)$; $(x_1; y_1)$ and $(x_2; y_2)$.

$$S_1 = \int_{x_0}^{x_2} f(x) dx = \frac{h}{3}(y_0 + 4y_1 + y_2)$$

$$S_2 = \int_{x_2}^{x_4} f(x) dx = \frac{h}{3}(y_2 + 4y_3 + y_4)$$

etc.

$$S_n = \int_{x_{2n-2}}^{x_{2n}} f(x) dx = \frac{h}{3}(y_{2n-2} + 4y_{2n-1} + y_{2n})$$

if we add this equations, we will get:

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{h}{3}(y_0 + 4y_1 + 2y_2 + \dots + 2y_{2n-2} + 4y_{2n-1} + y_{2n})$$

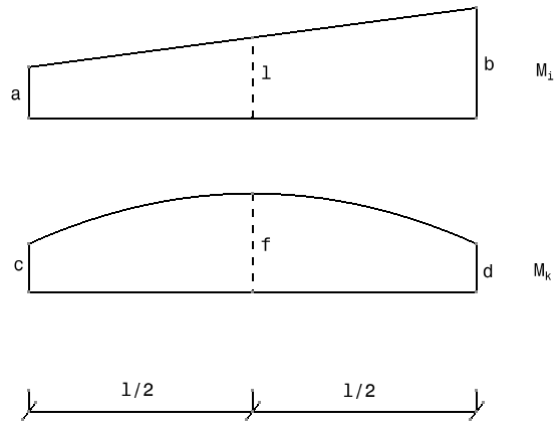
$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{b-a}{6n}((y_0 + y_{2n}) + 4(y_1 + y_3 + \dots + y_{2n-1}) + 2(y_2 + y_4 + \dots + y_{2n-2}))$$

final equation is called the formula of parabola (Simpson) and the absolute mistake is not more

than $|R_n| \leq \frac{(b-a)^5}{180(2n)^4} M_4$, where $M_4 = \max |f^{IV}(x)|$, $a \leq x \leq b$

if the function is less than 3th degree (or is 3th degree too), the value is correct because of

$$f^{IV}(x) = 0$$



$$\int_0^l M_i M_k dz = \frac{l}{6} [ac + 4lf + bd];$$

let's talk about another task, if we have rod, (you can see loads and boundary conditions below)
 So a task is statically twice uncertain. let's choose a basic system and main unknowns.

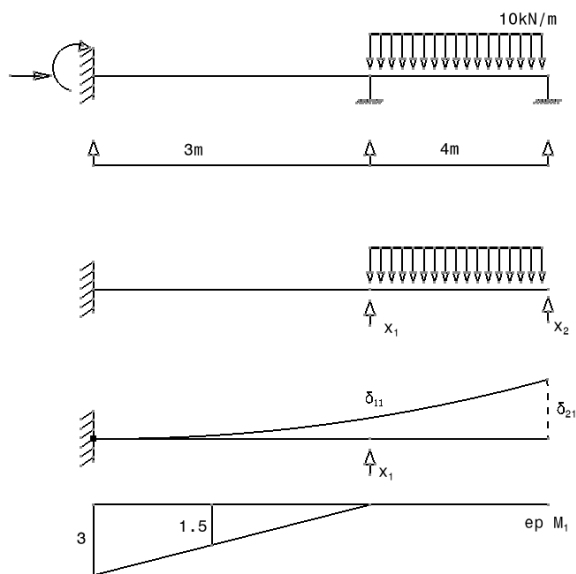


Fig.3.

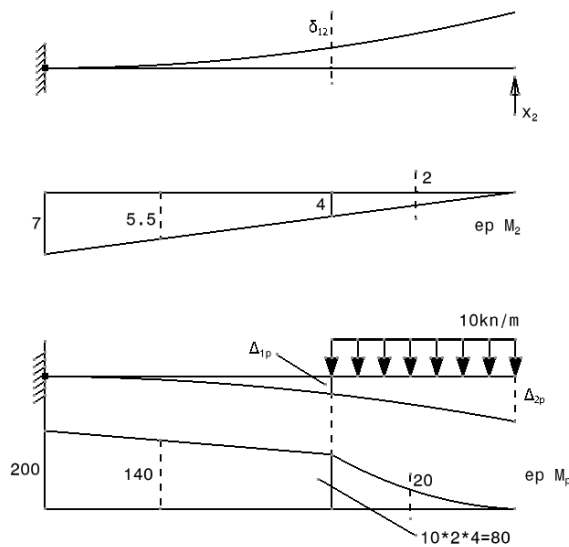


Fig.4.

after that we may calculate the move of them $\delta_{11} = \sum \int \frac{M_1 M_1}{EJ} dz$, we can use the formula of

Simpson in this case. this formula will be

$$\delta_{11} = \sum \int \frac{M_1 M_1}{EJ} dz = \frac{3}{6EJ} [3 \cdot 3 + 4 \cdot 1.5 \cdot 1.5 + 0 \cdot 0] = \frac{9}{EJ}$$

$$\delta_{12} = \sum \int \frac{M_1 M_2}{EJ} dz = \frac{3}{6EJ} [3 \cdot 7 + 4 \cdot 1.5 \cdot 1.5 + 0 \cdot 4] = \frac{27}{EJ}$$

the second section will be equal zero for first section ,how it's known $\delta_{12} = \delta_{21}$

$$\delta_{22} = \sum \int \frac{M_2 M_2}{EJ} dz = \frac{3}{6EJ} [7 \cdot 7 + 4 \cdot 5.5 \cdot 5.5 + 4 \cdot 4] +$$

$$+ \frac{4}{6EJ} [4 \cdot 4 + 4 \cdot 2 \cdot 2 + 0 \cdot 0] = \frac{114.33}{EJ}$$

$$\Delta_{1p} = \sum \int \frac{M_1 M_p}{EI} dz = \frac{3}{6EI} [-3 \cdot 200 - 4 \cdot 1.5 \cdot 140 + 0 \cdot 80] = -\frac{720}{EI};$$

$$\Delta_{2p} = \sum \int \frac{M_2 M_p}{EI} dz = \frac{3}{6EI} [-7 \cdot 200 - 4 \cdot 5.5 \cdot 140 - 4 \cdot 80] +$$

$$+ \frac{4}{6EI} [-4 \cdot 80 - 4 \cdot 2 \cdot 20 - 0 \cdot 0] = -\frac{2720}{EI}.$$

that create the canonical equation:

$$\begin{cases} \delta_{11}x_1 + \delta_{12}x_2 + \Delta_{1p} = 0 \\ \delta_{21}x_1 + \delta_{22}x_2 + \Delta_{2p} = 0. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 9x_1 + 27x_2 - 720 = 0 \\ 27x_1 + 114.33x_2 - 2720 = 0. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 29.6 \\ x_2 = 16.8 \end{cases}$$

the bending moment:

$$M = M_1x_1 + M_2x_2 + M_p.$$

let's check our solutions:

$$\Delta_1 = \sum \frac{M_1M}{EI} dz = \frac{3}{6EI} [3 \cdot 6.376 - 4 \cdot 1.5 \cdot 3.212 + 0 \cdot 12.8] \approx 0;$$

$$\Delta_2 = \sum \frac{M_2M}{EI} dz = \frac{3}{6EI} [7 \cdot 6.376 - 4 \cdot 5.5 \cdot 3.212 - 4 \cdot 12.8] + \frac{4}{6EI} [-4 \cdot 12.8 + 4 \cdot 2 \cdot 13.6 + 0 \cdot 0] \approx 0.$$

to sum up, it's easier to calculate through this method. that's important it is more correct, than a method of Vereshagin. in our case the absolute mistake is 0%.

REFERENCES

1. Писаренко Т. Сидр. Сопротивление материалов. Изд. “Вища школа”, Киев, 1986г. – 775с.
2. Дарков Ф. В., Шпиро Г. С. Сопротивление материалов. Изд. “Высшая школа”, Москва, 1969г. – 734с.
3. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике. Изд. “Наука”, Москва, 1986г. – 544с.

Об одном методе расчета интеграла Мора

Д. Кипиани, С. Блиадзе, Н. Блиадзе

Рассмотрены вопросы численного интегрирования интеграла Мора с помощью правила Верещагина и формулы параболы. Приведен сравнительный анализ и показаны преимущества формулы параболы.

მორის ინტეგრალის გამოთვლის ერთი მეთოდის შესახებ

დ. ყიფიანი, ს. ბლიადე, ნ. ბლიადე

ნაშრომში განხილულია მორის ინტეგრალის გამოთვლის რიცხვითი მეთოდების შესახებ, კერძოდ, ინტეგრალის გამოთვლა ვერეშაგინის მეთოდითა და პარაბოლის ფორმულის გამოყენებით. შედარებითი ანალიზის საფუძველზე ნაჩვენებია პარაბოლის ფორმულის უპირატესობა.

(Received 18.06.2015)

ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СЛОИСТЫХ СИСТЕМ

С. БЛИАДЗЕ*, У. ДЗОДЗУАШВИЛИ**

(ЮЛПШ ГВНТ центр "Дельта", ул. Б.Хмелницкого 181, Тбилиси, 0144, Грузия)

***Резюме:** Для расчета оболочечных сэндвич конструкций используется метод конечных элементов, что позволяет учитывать деформации сдвига с поперечными деформациями и инерционные эффекты движения отдельных слоев. Предложенный алгоритм не связан с формированием ламинированных конечных элементов, они заменяются пакетами из конечных элементов толстых и тонких пластин и оболочек. Использование подобных аппроксимирующих функций для форм и перемещений обеспечит совместимость пакета деформаций и моделей вложения отдельных конечных элементов, что позволит оценить напряжения и деформации с максимальным приближением к аналитическому расчету.*

***Ключевые слова:** Слоистая оболочка, пластина, динамическое нагружение, колебания и формы колебания.*

1. Основная часть

В современном транспортном и энергетическом машиностроении, кораблестроении и авиакосмической технике все большее применение находят пластинчатые и оболочечные структуры, характеризующиеся сложностью форм, многообразием действующих нагрузок, различным функциональным назначением, и которые должны отвечать высоким требованиям прочности, жесткости, надежности при малом весе.

В связи с этим возрос интерес к слоистым системам, состоящим обычно из материалов с существенно различными физико-механическими свойствами: несущие слои из материалов высокой жесткости и прочности предназначены для восприятия механической нагрузки, а связующие служат для образования монолитной конструкции, обеспечивают перераспределение усилий между несущими слоями и выполняют роль изоляторов при прохождении механической, тепловой и акустической энергии.

* профессор

** инженер

Такое сочетание слоев обеспечивает высокую прочность и жесткость с малой массой и высокими диссипативными характеристиками, обусловленными выраженными реологическими свойствами отдельных слоев и разнородностью их механических свойств.

Поведение слоистых структур в значительной степени отличается от поведения однородных, из-за сдвиговых деформаций, неоднородных деформаций по толщине и инерционных эффектов от движения отдельных слоев, что существенно влияет на обобщенное напряженно-деформированное состояние (НДС) системы.

Методам расчета многослойных балок, пластин и оболочек при различных допущениях о геометрии, кинематике и физико-механических свойствах слоев и условиях их сопряжения посвящена обширная литература [1,2,3,4].

Наиболее общий подход к расчетам таких структур основан на применении для каждого слоя уравнений теории упругости с учетом краевых условий и условий сопряжения на границах слоев, однако, такой подход, из-за своей общности реализуем лишь для неограниченных слоистых сред с небольшим числом слоев или сред неограниченной регулярной структуры. Модели, реально используемые для расчетов слоистых конструкций, можно разделить на две группы. К первой относятся модели, базирующиеся на введении гипотез для всего пакета в целом и описывающие лишь интегральные эффекты деформирования, при этом порядок разрешающих систем не зависит от числа слоев; область применения таких моделей ограничена конструкциями, слои которых схожи по своим свойствам, либо многослойный пакет имеет регулярную структуру. Ко второй группе, развиваемой намного эффективней, относятся теории, основанные на гипотезах для отдельных слоев. Это - гипотеза ломанной линии [2], в пределах каждого слоя нормаль к срединной поверхности остается прямой (обычно считается, что несущие слои работают в пределах гипотез Кирхгофа-Лява); задание закона распределения касательных напряжений по толщине [5]; кинематические гипотезы совместной работы всего пакета, позволяющие наряду с перемещениями, определяемыми на основе классической модели, дополнительно учесть перемещения, обусловленные поперечным сдвигом и обжатием, пренебрегая поперечными нормальными напряжениями [6]; представление об однородном НДС каждого слоя в отдельности, учитывающее поперечные касательные напряжения и поперечный эффект Пуассона [7].

Значительное распространение получили трехслойные конструкции - сэндвичи, состоящие из двух несущих слоев и заполнителя, обеспечивающего их совместную работу. В условиях

работы на изгиб такие структуры близки к оптимальным с точки зрения обеспечения минимума весовых показателей при заданных ограничениях на жесткость и прочность.

Совместный учет различных свойств отдельных слоев; условий контакта; сложности геометрии и разнообразия граничных условий; нерегулярности сопряжений и подкреплений, особенно для динамических задач возможен лишь с привлечением современных вариационных и численных методов, особенно МКЭ. Однако, и такой подход связан с определенными трудностями. Сравнительные исследования более точных моделей второй группы показали, что в расчетных динамических моделях слоистых структур наряду со сдвиговыми деформациями должны учитываться поперечные деформации заполнителя и инерционные эффекты от движения отдельных слоев. Конечноэлементная реализация подобных подходов приводит, однако, к чрезмерному усложнению многослойных конечных элементов (КЭ), где количество степеней свободы в узлах достигает 10 и 12 [3], что связано с определенными трудностями при реализации задачи на ЭВМ.

В связи с этим для двух- и трехслойных пластинчато-оболочечных систем предложен алгоритм, несвязанный с формированием слоистых КЭ, они заменены пакетами из КЭ толстых и тонких пластин оболочек, стыкующихся в узлах. Использование одинаковых аппроксимирующих функций форм и перемещений обеспечит совместность деформаций пакета, а заложенные в отдельные КЭ модели позволят оценить НДС с максимально возможным приближением. Более того, в задачах высокой размерности предлагается использование редуцирования трехслойной системы в однослойную, осуществляя исключение по Гауссу степеней свобода, принадлежащих либо внешним, либо внутренним узлам сэндвича, что с математической точки зрения равносильно статической конденсации, разбивая матрицу жесткостей и масс на блоки

$$K = \begin{vmatrix} K_{aa} & K_{ac} \\ K_{ca} & K_{cc} \end{vmatrix}, \quad M = M \begin{vmatrix} M_{aa} & M_{ac} \\ M_{ca} & M_{cc} \end{vmatrix} \quad (1)$$

где индексы соответствуют остающимся, а с - исключаемым степеням свободы, получим редуцированные матрицы

$$\bar{K} = K_{aa} - K_{ac} K_{cc}^{-1} K_{ca} \quad (2)$$

$$\bar{M} = M_{aa} - M_{ac} K_{cc}^{-1} K_{ca} - (K_{cc}^{-1} K_{ca}) (M_{ca} - M_{cc} K_{cc}^{-1} K_{ca}) \quad (3)$$

Такая процедура позволяет получить расчетную модель по своей простоте аналогичную моделям первой группы и по точности оценки интегральных параметров не уступающую моделям второй группы. В выражении (3) редуцированная матрица масс содержит как инерционные, так и жесткостные коэффициенты, что вносит определенные отклонения в вектор собственных значений и в матрицу собственных векторов и, кроме того, связано с определенными алгебраическими трудностями. Более естественным является сведение распределенных масс в оставляемые узлы и дальнейшее формирование диагональной матрицы масс, использование которой позволит также применить и более эффективные алгоритмы для решения собственной проблемы и анализа динамической реакции и на силовое и кинематическое возмущение. В обоснование целесообразности применения диагональной матрицы масс можно сослаться на работу [9], где на примере балочных КЭ показано, что для низших частот собственных колебаний матриц масс равны по величине и разнятся лишь знаком и только при расчете высших гармоник "согласованная" матрица масс точнее. В нашем случае решение будет сходиться "снизу", так как разведение масс по узлам увеличивает инерционные нагрузки.

Изложенный метод весьма схож с, так называемым, суперэлементным подходом с одним отличием –процедуру редуцирования предпочтительнее проводить уже после формирования глобальной матрицы жесткости, во избежание погрешностей стыковки слоистых КЭ и, особенно, для точного учета граничных условий, что несколько увеличивает объем требуемой памяти ЭВМ.

Точность и скорость решения задачи во многом определяется типом используемых КЭ при описании любой конструкции, а тем более слоистой при динамическом нагружении. В решении прикладных задач широкое применение нашли КЭ высоких порядков, число узлов в которых превышает размерность решаемой задачи. С ними, для достижения заданной величины точность требуется меньшее количество КЭ, кроме того, использование КЭ высоких порядков позволяет получать более точные результаты в оболочечных системах, где градиенты искомых величин не могут быть адекватно аппроксимированы системой кусочно-линейных функций.

В расчетах оболочечных и пластинчатых систем обычно выделяют модели тонких и толстых оболочек; такое деление весьма условно и определяется в основном необходимостью учета тех или иных особенностей НДС.

Для предсказания деформаций, возникающих в тонкой оболочке, требуется установить как мембранную деформацию, так и изменение кривизны ее поверхности; оба виды

деформации взаимно связаны, из-за криволинейности поверхности. Естественным при выводе матриц жесткости КЭ тонких пластин и оболочек было бы руководствоваться гипотезами, Кирхгофа-Лява, однако, они, требуя обращения в ноль по поперечным сдвигам, вызывают серьезные затруднения, так как связывают изменения кривизны поверхности непосредственно с полем деформаций. В результате получили развитие КЭ в рамках теории, смягчающей гипотезы Кирхгофа-Лява, было предложено допустить поперечный сдвиг. Однако, и такие модели не лишены недостатков, связанных с излишним ростом сдвиговой жесткости с уменьшением толщины КЭ, так называемым сдвиговым запираем. Все это требует определенной осторожности в выборе модели КЭ для тонких оболочек и пластин.

При описании деформирования толстых оболочек следует учитывать не только влияние сдвиговых, но и трансверсально деформаций. Это особенно важно в моделях полимерных прослоек в сэндвичах, которые могут быть и весьма тонкими. Перечисленные особенности позволяют учесть 16 узловую изопараметрический КЭ с тремя поступательными степенями свободы в узле, полученный в результате преобразования трехмерного изопараметрического КЭ. Трехмерные изопараметрические КЭ и сами могут быть использованы для представления оболочечных конструкций, но с уменьшением толщины оболочки решение не будет стремиться к решению для тонких оболочек. Это происходит от того, что в энергетических представлениях начинают преобладать члены, описывающие деформацию сдвига, в то время как на самом деле эта энергия стремится к нулю. Для предотвращения описанного эффекта и некоторого снижения жесткости в нормальном направлении, так же присущей трехмерным КЭ с уменьшением толщины, в использованном КЭ при формировании матрицы жесткости, помимо 16 изопараметрических интерполяционных функций внутри элемента использованы дополнительно пять несовместных интерполяционных функций, принимающих нулевые значения в узлах и несовместных вдоль границ КЭ. Сравнительные исследования применимости КЭ различного типа, проведенные для прямоугольных пластин в работе [10], а для цилиндрических оболочек - представленные ниже, подтвердили, что описанный 16 узловый изопараметрический КЭ толстой оболочки с успехом может быть использован в расчетах сэндвичевых структур.

В таблице I для сравнительной оценки точности счета при использовании описанных КЭ представлены результаты решения обобщенной собственной проблемы для

цилиндрической оболочки с заземленными краями (радиус - 0,3 м, длина образующей - 1,0 м, толщина 0,001-0,03 м) при использовании 4 узловых КЭ тонкой оболочки и 16 узловых КЭ толстой оболочки (f – частота собственных колебаний в Гц, m – номер формы колебания). Приведены собственные частоты, соответствующие симметричным формам собственных колебаний. В первом случае конструкция в окружном направлении разбивалась на 24 КЭ, а в автором. - на 12 КЭ; общее количество КЭ равнялось 600 (соответствует системе с 6800 степенями свободы) и 360 КЭ (соответствует системе с 6000 степенями свободы) соответственно. Для рассматриваемых толщин использованные 4 узловые КЭ тонкой оболочки обеспечивают необходимую точность счета. В них заложена комбинированная модель – допускается поперечный сдвиг, т.е. перемещения и углы поворота не зависимы в пределах элемента, но энергия деформации сдвига игнорируется и гипотезы Кирхгофа-Лява выполняются лишь в узлах сетки. Как видно из таблицы, КЭ толстой оболочки дают удовлетворительные по точности результаты уже при толщине 0,01 м и более, т.е. для облочков, которые по всем параметрам могут быть отнесены к тонкостенным.

Проверка предлагаемой методики осуществлялась на тестовых динамических расчетах сэндвичевых консольной плиты и замкнутой цилиндрической оболочки с заземленными торцами. Решалась обобщенная собственная проблема, т.е. рассчитывались частоты и соответствующие формы собственных колебаний, а для консольной плиты дополнительно определялась динамическая реакция на гармоническое возмущение от поперечной нагрузки, приложенной на свободном конце. Исследовались трехслойные структуры и их однослойные аналоги, полученные редуцированием.

Общем случае задача динамического анализа для любой линейной системы приводится к системе уравнений вида

$$M\ddot{U} + C\dot{U} + KU = R \quad (4)$$

Где K, C, M - глобальные матрицы жесткости, демпфирования и массы совокупности элементов;

U, \dot{U}, \ddot{U} - векторы обобщенных узловых перемещений, скоростей и ускорений;

R - вектор обобщенной нагрузки.

Таблица 1

Толщина, м		0,001	0.003	0.006	0.01	0.03	0.06	0,1	
КЭтонкойбо ლოჩკი	1	<i>f</i>	524	860	1150	1435	2221		
		<i>m</i>	6	5	4	3	2		
	2	<i>f</i>	534	907	13001	1580	2570		
		<i>m</i>	7	4	3	4	3		
	3	<i>f</i>	610	1019	1400	1070	3350		
		<i>m</i>	8	6	5	2	1		
КЭ толстойеноი ობოლოჩკი	1	<i>f</i>	737	1010	1440	1600	2275	2836	3600
		<i>m</i>	6	6	3	3	2	2	1
	2	<i>f</i>	1010	1240	1520	1920	2690	3460	3660
		<i>m</i>	5	5	4	4	3	1	2
	3	<i>f</i>	1218	1295	1770	2010	3360	4470	6400
		<i>m</i>	4	4	5	2	1	3	3
	4	<i>f</i>	1329	1360	1845	2550	4290	7345	8550
		<i>m</i>	3	3	6	5	4	4	1
	5	<i>f</i>	1920	1940	1970	2900	6390	8285	9930
		<i>m</i>	2	2	2	6	5	2	1

Решение такой системы целесообразно осуществлять либо методами прямого интегрирования, либо разложением по формам собственных колебаний, однако успешно используемых в динамических расчетах. Так как в рассматриваемом случае необходим расчет собственных колебаний и на систему воздействует гармоническая нагрузка воспользуемся вторым подходом.

Основу динамического анализа системы суперпозицией собственных форм составляет решение обобщенной собственной проблемы. При решении системы уравнений (4) результаты могут быть представлены через собственные формы демпфированной системы, тогда собственные значения и собственные векторы в общем виде будут комплексными, поскольку собственные формы подчиняются условию ортогональности, они позволяют получить несвязанные уравнения движения. Изложенный метод комплексных собственных форм имеет два существенных недостатка:

- вычислительные затраты на ЭВМ в три раза превышают затраты на решение соответствующей, собственной задачи без учета потерь;
- чтобы конструкция точно описывалась системой уравнений с комплексными жесткостями, материалы должны удовлетворять определенным соотношениям между динамическими напряжениями и деформациями - модули накопления должны быть постоянными, а модули потерь линейно зависеть от частоты, чего на самом деле нет, это приводит к реакции системы, не

удовлетворяющей принципу причинности (реакция на выходе предшествует входному воздействию).

Исходя из этого, предлагается колебания демпфированной конструкции представлять суперпозицией действительных собственных форм недемпфированной системы, вводя в дальнейшем в несвязанные уравнения движения в нормальных координатах диссипативные члены, подбираемые определенным образом из волновых и энергетических представлений.

Уравнения свободных колебаний без учета демпфирования получаем из (4)

$$M\ddot{U} + KU = 0 \quad (5)$$

его решение может быть представлено в форме

$$U = \Phi \sin \omega t \quad (6)$$

где ϕ - вектор собственной формы, порядка n ;

t - время;

ω - циклическая частота колебаний.

Подставляя (6) в (5), получаем обобщенную проблему собственных значений

$$K\Phi = \omega^2 M\Phi \quad (7)$$

имеющую n собственных решений $(\omega_1^2 \Phi_1), (\omega_2^2 \Phi_2), \dots, (\omega_n^2 \Phi_n)$. В практических расчетах обычно требуются низшие собственные значения и собственные формы, поэтому в программе реализованы алгоритмы, решающие собственную проблему для p низших собственных форм $(1 \leq p \leq n)$.

Обобщенная собственная проблема решается методом итерации подпространства, который может быть интерпретирован как повторное применение алгоритма метода Ритца когда собственные векторы, вычисленные на предыдущем шаге, используются как исходные базовые для последующих итераций, пока не будет достигнута требуемая сходимость. После завершения итерационного процесса осуществляется проверка правильности отыскания требуемых собственных пар спомощью последовательности Штурма.

Сэндвичевая консольная плита размерами 2x1м состоит из двух несущих металлических слоев и связующего - полимерного, толщиной 0.1м каждый. Слои разбивались на 4 КЭ, всего - 16 КЭ, общее количество степеней свободы - 192. Редуцирование системы осуществлялось двумя способами: а) сохраняются узлы на наружных поверхностях металлических листов; б) сохраняются узлы на внутренних поверхностях металлических листов, соприкасающихся с

полимером. В обоих случаях в результате редуцирования порядок разрешающей с системы уравнений уменьшается вдвое. Рассчитывались и сравнивались по восемь низших собственных частот и соответствующих собственных форм колебаний. Значения собственных частот и относительные погрешности, сравнительно с трехслойной системой, приведены в таблице 2. Как видно результаты редуцирования вполне приемлимы, предпочтительнее использование варианта б), что связано с лучшим

Таблица 2

Номер частоты	1	2	3	4	5	6	7	8
Сэндвич, Гц	243	559	566	1486	1563	2324	2840	2963
Редукция а). Гц	242,3	543	590	1434	1485	2660	2675	2963
4 а. %	-0.3	-2.9	4,2	-3,5	-5	14,5	-5,8	0
Редукция б). Гц	243.6	569	580	1528	1594	2494	2723	2961
Л б, %	0.2		2,5	2,8	2.0	7,3	-4,2	-0,1

описанием инерционных параметров. Сравнение нормированных собственных перемещений соответствующих узлов вдоль координатных осей по всем собственным формам также подтвердило правомерность редукции. Максимальная относительная погрешность амплитуд для пяти низших собственных форм не превысила 1 %, хотя у остальных она и выросла до 20-40 %. Следует отметить существенное изменение затрат машинного времени на ЕС 1045 для решения частичной собственной проблемы трехслойной плиты и редуцированной. На формирование матричной системы уравнений затрачено 11,5 сек. и 15,4 сек. соответственно, а на решение собственной проблемы 90 сек. и 27,4 сек., то есть общее время решения задачи уменьшилось в 2,4 раза.

В тестовом расчете собственных колебаний цилиндрической оболочки был использован вариант редукции б). Оболочка сэндвичевая, длина образующей 1м, радиус 0,3м, толщины слоев 0,01м. Трехслойная оболочка была разбита на 108 криволинейных КЭ, близких в плане к квадрату, а ее редуцированный аналог на 36 таких же КЭ. Результаты расчета частот собственных колебаний оболочки и относительные погрешности счета приведены в таблице 3; погрешности расчета нормированных собственных форм также удовлетворяют требованиям точности для восьми низших частот. Затраты машинного времени составили: на формирование системы уравнений - 198 сек. и 268 сек. соответственно, а на расчет восьми собственных частот и собственных форм колебаний - 1316 сек. и 444 сек.; общее время решения задачи уменьшилось в 2,1 раза.

Таблица 3

Номер частоты	1	2	3	4	5	6	7	8
Сэндвич. Гц	576	592	791	877	1002	1100	1200	1230
Редукция. Гц	594	619	844	917	1080	1190	1350	
Δ , %	3,0	4,4	6,3	4,4	7,3	7,6	12.1	10,2

После решения задачи на собственные колебания рассчитывалась для консольной плиты динамическая реакция на внешнее силовое возмущение. Суть метода разложения по собственным формам заключается в приведении уравнений равновесия (4) к более эффективной для прямого интегрирования форме при помощи преобразования перемещений конечных элементов. Таким преобразованием является

$$U = \Phi \cdot X, \quad (8)$$

где X - вектор, порядка n , зависящий от времени;

Φ - матрица p собственных векторов.

Так как собственные векторы и матрица масс ортогональны, то есть

$$\varphi_i^T M \varphi_j = \begin{cases} 1, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases}; \quad (9)$$

где φ_i - вектор i ой собственной формы, то, обозначая через Ω^2 диагональную матрицу собственных частот ω_i^2 , запишем решение системы (7) в форме

$$K\Phi = M\Phi\Omega^2, \quad (10)$$

откуда будем иметь

$$\Phi^T M \Phi = I; \quad \Phi^T K \Phi = \Omega^2 \quad (11)$$

Поэтому, подставляя (8) в (4) и умножая слева на Φ^T , приходим к виду:

$$\ddot{X} + \Phi^T C \Phi \dot{X} = \Phi^T R, \quad (12)$$

из которого следует, что если демпфирование не учитывается, то уравнения, описывающие движение системы, разделяются. В нашем случае, из-за наличия полимерной прослойки, пренебрегать демпфированием нельзя. Разделение переменных для систем с диссипацией в общем случае невозможно, т.н. не существует линейного преобразования, приводящего к диагональному виду одновременно матрицы жёсткости, масс и демпфирования. Здесь целесообразно

использовать такую матрицу демпфирования, которая, приближенно учитывая эффект диссипации, не препятствует разделению переменных. Метод разложения по собственным формам особенно эффективен, если предположить демпфирование пропорциональным, то есть считать собственные векторы и матрицу демпфирования ортогональными, что выражается соотношением

$$\varphi_i^T C \varphi_j = \begin{cases} 2\omega_i \xi_i, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases}; \quad (13)$$

тогда система (12) распадается на независимые дифференциальные уравнения второго порядка

$$\ddot{X}_i(t) + 2\omega_i \xi_i \dot{X}_i(t) + \omega_i^2 X_i(t) = r_i(t) \quad (14)$$

где ξ_i - параметр затухания i ой формы колебания, равной отношению коэффициента диссипации к его критическому значению. В общем случае относительное демпфирование связано с коэффициентом поглощения

$$\xi = \psi / 4\pi \quad (15)$$

методика расчета которого для слоистых структур приведена в работе [12]. Коэффициент поглощения на i ой собственной форме равен

$$\psi^{(i)} = \frac{\sum_{j=1}^n \psi_j^{(i)} v_j^{(i)}}{\sum_{j=1}^n v_j^{(i)}} \quad (16)$$

где $\psi_j^{(i)}$ - коэффициент поглощения j ого слоя на i ой собственной частоте; $v_j^{(i)}$ - потенциальная энергия деформации j ого слоя по i ой собственной форме; n - количество слоев. Для пластинчатых и оболочечных структур коэффициент поглощения может быть рассчитан по более простым зависимостям с помощью метода комплексной изгибной жесткости [12]. Для консольной плиты относительное демпфирование в металле и прослойке равно 0,0005 и 0,25 соответственно, а приведенной относительное демпфирование всего пакета -0,1125.

Решение независимых дифференциальных уравнений о гармонической правой частью осуществляется с помощью безусловно устойчивого алгоритма θ - метода Вильсона [11].

Слоистая консоль возбуждалась на свободном конце гармонической нагрузкой с частотой 250Гц и амплитудой 10000Н. Разложение велось по восьми низшим собственным формам. Как для трехслойной, так и для редуцированной модели стационарный режим вибрации наступил после 15 периодов колебаний; амплитуда в точке приложения нагрузки составила в первом случае 0,0303м, а во втором - 0,0297 м, (погрешность - 2%), аналогичные результаты и в других

узлах. Для оценки НДС следует воспользоваться конечноразностными аппроксимациями геометрических и физических соотношений теории упругости, предварительно рассчитав приведенную цилиндрическую жесткость и приведенный модуль упругости слоистой структуры.

2. Заключение

Точность предложенных методов оценивается на примере динамических расчетов трехслойных пластин и консольных цилиндрических оболочек. Ошибки в расчетах шести низкой собственной частоты не превышает 8%, и расчет погрешности амплитуды колебаний составляют 2%. Время расчета, чтобы решить проблему сократилась более чем в два раза.

Литература

1. Болотин В.В., Новичков Н.Н. Механика многослойных конструкций.- М.:Машиностроение,1980.-375с.
2. Григолюк Э. И. ЧулковП.П. Устойчивость и колебания трехслойных оболочек.- М.: Машиностроение, 1973.-172 с.
3. Кристенсен Р.В. Введение в механику композитов;-М:Мир,1982.-424с.
4. Пискунов В.Г. Идр. Расчет неоднородных пологих оболочек и пластин методом конечных элементов. -Киев: Вицашкола,1987.-200с.
5. Амбарцумян С.А.Теория анизотропных пластин. -М:Наука, 1967.
6. Рассказов А.О. Идр. Теория и расчет слоистых ортотропных пластин и оболочек. -Киев: Вицашкола, 1986,- 191с.
7. Хорошун Л.П. Концепция смеси в построении теории слоистых пластин и оболочек.- Прикладная механика,1985,21, №4,с.110-118.
8. Городецкий А.С. идр. МКЭ в проектировании транспортных сооружений.- М.Транспорт, 1981.- 143с.
9. Лиепинс А. Матрицы конечных элементов и точность этих матриц. – Ракетная техника и космонавтика, 1978,16,N55,с. 146-148.
10. Коробейников С.И. Применение МКЭ для статического и динамического анализа.- Динамика и прочность. Новосибирск, 1987, с.43-49.
11. Бате К. Вильсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов,-М.: Стройиздат, 1982.- 448с.
12. Никифоров А.С. Вибропоглощение на судах. -Л.: Судостроение, 1979.- 184с.

DYNAMIC MODELS OF LAMINATED SYSTEMS

S.Bliadze, U. Dzodzuashvili

The accuracy of proposed methods is evaluated on the example of dynamic calculations of three-layer cantilever plates and pinched cylindrical shells.

Calculation errors of six lower natural frequency didn't exceed 8%, and calculation errors of amplitudes of excitation oscillations account for 2%. With this the time to solve the problem was reduced more than two times.

ფენოვანი სისტემების დინამიკური მოდელები

ს. ბლიაძე, უ. ძოდუაშვილი

ნაშრომში გადმოცემულია ფენოვანი სისტემების სტრუქტურა და მათი საანგარიშო მოდელები. მრავალფენიანი გარსების გაანგარიშებისათვის ვიყენებთ სასრულ ელემენტთა მეთოდს, რაც საშუალებას გვაძლევს გათვალისწინებულ იქნეს განივი ძვრის დეფორმაციები და ინერციული ეფექტი ცალკეული ფენებისათვის.

(Поступило 18.06.2015)

Улучшение показателей качества технического обслуживания летательных аппаратов

Н. И. Думбадзе*, Г.П. Имедашвили*, А. В. Нониадзе*

(Авиационный университет Грузии, пр. Кетеван Цамебули 16, Тбилиси, 0144, Грузия)

***Резюме** Улучшение показателей качества технического обслуживания летательных аппаратов (ЛА) является одним из значительных элементов развития воздушного транспорта. Анализ причин катастрофов показал, что на безопасность полетов влияют следующие факторы:*

- конструкция ЛА;
- подготовка и уровень квалификации персонала;
- качество проведения технического обслуживания.

Улучшение качества технического обслуживания ЛА значительно влияет на повышение эффективности использования основных фондов гражданской авиации.

***Ключевые слова:** Качество технического обслуживания, летательные аппараты, анализ причин авиакатастрофов.*

1. Введение

На протяжении всей истории развития гражданской авиации качество и эффективное проведение технического обслуживания всегда являлась значительным. Особенно актуальна и в настоящее время.

Во время жесткой конкуренции между авиакомпаниями среди проблем эффективности производства одна из первостепенных по своей значимости, это проблема повышения эффективности использования основных производственных фондов, а также улучшения их технического обслуживания.

Применительно к самолето-вертолетному парку гражданской авиации под улучшением экстенсивного использования самолетов понимается увеличение времени их использования, а под повышением интенсивного использования самолетов, это

*Профессор

улучшение их использования в единицу времени, т.е. увеличение часовой производительности полетов.

На улучшение этих показателей значительно влияет повышение качества технического обслуживания воздушных судов.

2. Пути повышения экстенсивного и интенсивного использования ЛА

Показателем экстенсивного использования воздушных судов гражданской авиации, является налет часов на один списочный самолет ($W_r^{\text{год}}$), его увеличение имеет особое значение в современный период. Этот показатель является одним из основных, определяющих потребность в парке. Он рассчитывается по формуле:

$$W_r^{\text{год}} = \frac{\sum W_r^{\text{год}}}{N_{\text{сам}}}$$

где: $W_r^{\text{год}}$ -общий годовой налет часов самолетами данного типа;

$N_{\text{сам}}$ - списочный парк самолетов данного типа.

Увеличение экстенсивного использования самолетного парка обеспечивает технико-экономическую эффективность. Эта эффективность заключается в возможности сокращения капиталовложений, увеличения объема пассажирских и грузовых перевозок и повышения рентабельности гражданской авиации Грузии (Чертеж 1.1).

Экстенсивное использование самолета определяется годовым календарным фондом времени летательного аппарата (8760ч.) и минимумом необходимых затрат времени на земле – обслуживание, ремонт, стоянка в промежуточных и базовых аэропортах.

В авиакомпаниях производительность полетов определяется делением налета приведенных тонно-километров на налет часов. Основным источником повышения интенсивного использования самолетов является увеличение коммерческой загрузки.

Резервы улучшения интенсивного использования ЛА можно подразделить на две группы:

- увеличение в полетном весе доли полезной загрузки;
- резервы улучшения использования предельной коммерческой загрузки.

Увеличение предельной коммерческой загрузки достигается при использовании резервов, связанных со следующим факторами: выбором рационального типа самолета для данной воздушной линии; определением наивыгоднейших маршрутов полета самолетов; выбором экономичных режимов полета; уменьшением веса конструкции, веса служебной загрузки; установлением экономически определенного соотношения различного вида загрузки (Чертеж 1.2).

3. Улучшение технического обслуживания ВС

Как показал анализ эксплуатационных затрат проведенный в национальных авиаконпаниях, расходы приходится на поддержание ЛА в рабочем состоянии. Большая же часть оставшихся затрат приходится на выявление и устранение неполадок. Причиной этому являются физически изношенные ЛА. Хотя проблемы усугубляется еще и неоптимальными процессами организации и оперативного управления техническим обслуживанием ЛА.

Для повышения эффективности технического обслуживания необходимо решить ряд задач, среди которых можно выделить внедрение новых методов управления процессами технического обслуживания.

За последние 30 лет подход к техническому обслуживанию несколько раз радикально изменялся. Прошел путь от технического обслуживания, который был вызван ремонтными работами для поддержания ЛА (RM), до профилактических (PM) и наконец до предполетного (PDM) обслуживания.

На сегодняшний день известны семь форм сервисного обслуживания ЛА.

- Daily Check (ежедневная проверка);
- Transit check (предполетная проверка);
- Weekly Check (еженедельная проверка);
- A-check (ежемесячные проверки, на каждые 250 летных часов);
- B-check (проверка в три месяца раз);
- C-check (проверка раз в 15-20 месяцев, на каждые 4000 летных часа);
- D-check (проверка в 4-5 лет раз).

Различают четыре основные стратегии технического обслуживания ЛА:

- для однородных агрегатов (PM) по норма-часам;
- для индивидуальных агрегатов (PM) по норма-часам;
- для агрегатов по состоянию с целью контроля надежности (RM);

Преимущество Метода РДМ т.е. сенсорного метода по сравнению с RM и PM методами заключается в том, что он обеспечивает рост надежности работы механизмов ЛА и безопасности полетов, уменьшает потери на земле, объем текущих затрат и риск возможных авиакатастроф.

Техническое обслуживание ЛА РДМ методом эффективно и в разрезе использования трудовых ресурсов, так как снижается потребность проверки механизмов и агрегатов ЛА в лабораториях.

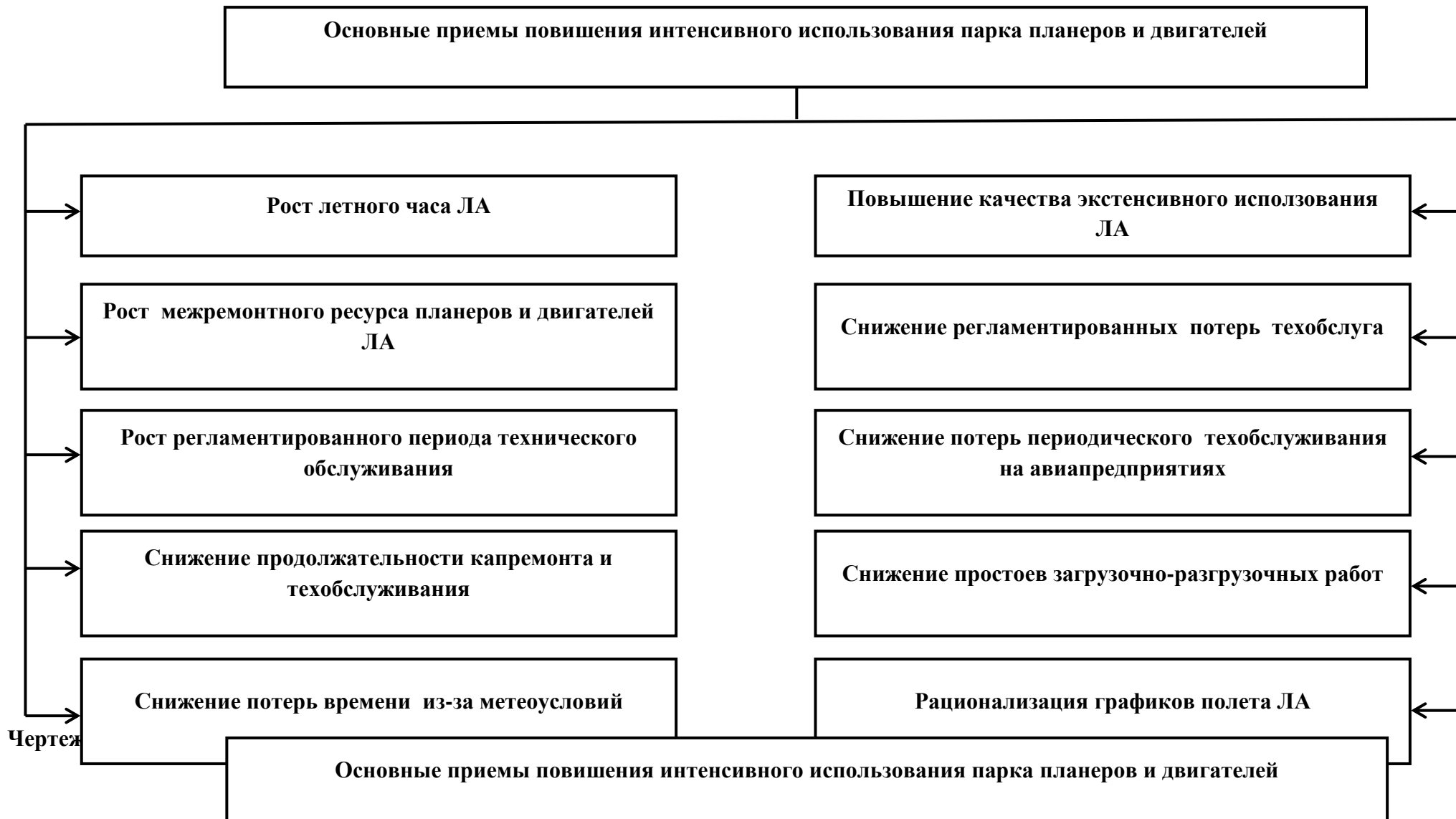
Использование результатов анализа является актуальной, как технология дает возможность постоянного мониторинга и диагностики состояния каждой детали ЛА. Система также прогнозирует предстоящие неполадки и вовремя предупреждает об этом оператора.

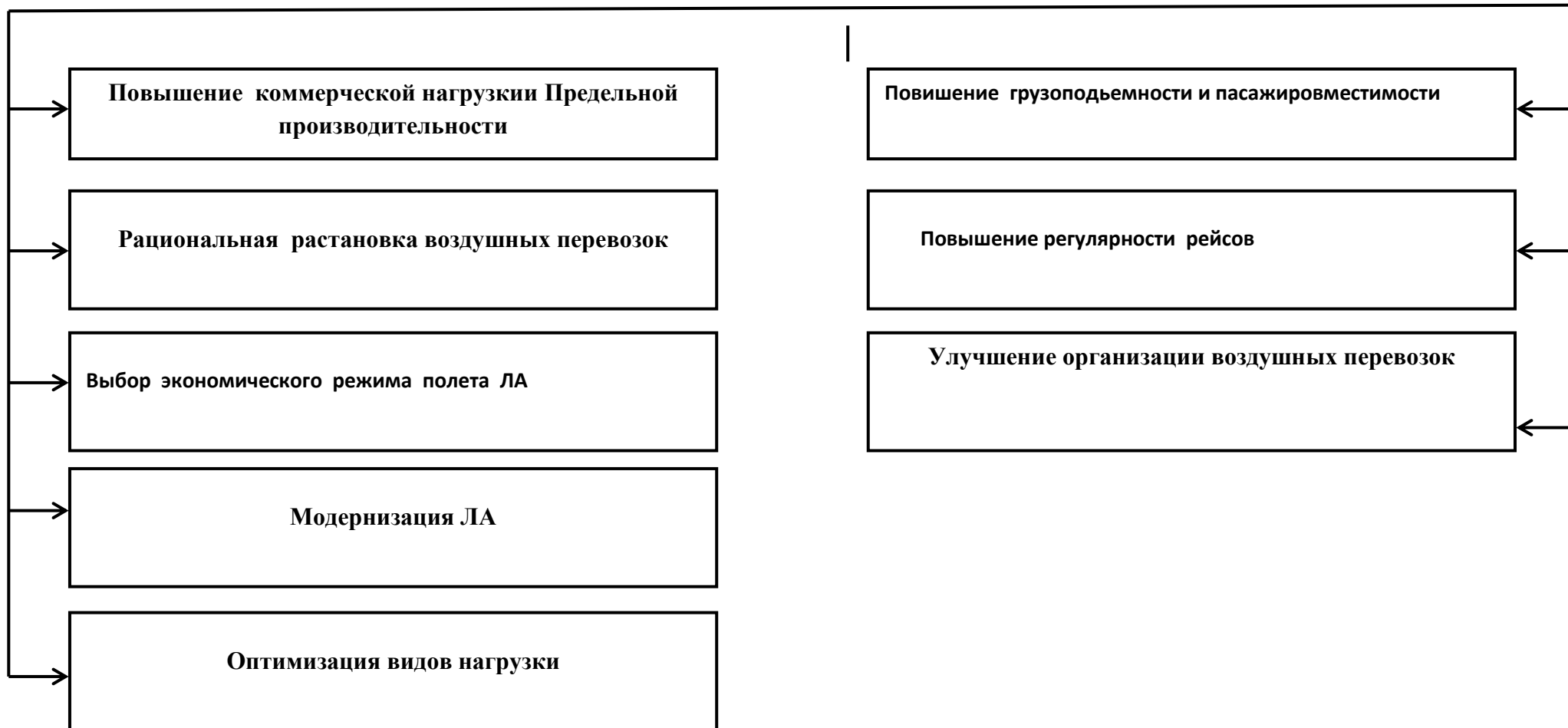
Научные исследования компании Emersom Process Management показали, что использование РДМ методов повысит рентабельность инвестиций авиакомпаний на 10%-ов, производительность на 20-25%-ов, понизит затраты на обслуживания на 15-30%-ов, количество авиакатастроф на 70-75%-ов, потери времени на земле на 35-40%-ов.

4. Заключение

В заключении необходимо отметить, что определяющими параметрами конкурентного преимущества авиакомпании являются улучшение технического обслуживания ЛА и соответственно повышение эффективности использования основных фондов гражданской авиации Грузии.

Уменьшение затрат времени на техническое обслуживание ЛА является важным резервом увеличения предельной коммерческой загрузки и снижения себестоимости перевозок на различных воздушных линиях.





Чертеж 1.2

ЛИТЕРАТУРА

1. Н.И. Думбадзе, Ю. В. Сухиташвили, А. В. Нониадзе. «Экономика гражданской авиации», Тбилиси -2009, на грузинском языке.
2. Marina Metreveli: Tourizm Ekonomiks and Policy. Publikacion of the Publishing and Training Centre of Hospitalitu Industry. Tbilisi 2011.
3. <http://www.cyberleninka.ru>

IMPROVEMENT OF AIRCRAFT TECHNICAL SUPPORT QUALITY

N. Dumbadze, G. Imedashvili, A. Noniadze

Improvement of quality indicators of technical service of aircrafts (flying machine FM) is one of the key elements in development of air transport. The analysis of reasons of airplane catastrophe showed that following factors influenced the flight security:

- Structure of FA;
- Training and qualification levels of the personnel;
- Quality of conducting of technical support.

Improvement of technical support quality of FM has a substantial effect on highly efficient use of fixed assets in civil aviation.

საჰაერო ხომალდების ტექნიკური მომსახურების ხარისხის სრულყოფა

ნ. დუმბაძე, გ. იმედაშვილი, ა. ნონიაძე

საფრენი აპარატების ტექნიკური მომსახურების ხარისხის გაუმჯობესების მაჩვენებლები წარმოადგენენ საჰაერო ტრანსპორტის განვითარების მნიშვნელოვან ფაქტორებს. კატასტროფების მიზეზების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ფრენების უსაფრთხოებაზე მოქმედებენ შემდეგი ფაქტორები:

- საფრენი აპარატების კონსტრუქცია;
- პერსონალის კვალიფიკაციის დონე;
- ტექნიკური მომსახურების ჩატარების ხარისხი.

საფრენი აპარატების ტექნიკური მომსახურების ხარისხის გაუმჯობესება მნიშვნელოვნად განაპირობებს სამოქალაქო ავიაციის ძირითადი საშუალებების გამოყენების ეფექტიანობის ამაღლებას.

(Поступило - 28/06/2015)

Посвящается светлой памяти Зои Алексеевны Каландаришвили

История науки и техники

СВИНЕЦ В ДРЕВНЕЙ ГРУЗИИ

Г.Г.Цирекидзе*, Р.В.Чагунава*

(Авиационный университет Грузии, пр Кетеван Цамебули,16, Тбилиси,0144, Грузия)

Резюме: Свинец, один из древнейших металлов, успешно применяется в атомной энергетике, машиностроении, химической промышленности и др., для получения защитных кожухов, свинцовых бронз, разных деталей, для нанесения тонких покрытий на поверхностях деталей, для изготовления свинцово-цинковых штампов, для производства антидетонатора (тетраэтил- свинца) и т.д.

Согласно археодогическим материалам самый ранний случай выплавки свинца на территории Грузии датируется VI – V тысячелетиями до н.э. Свинцовые слитки получали из свинцового блеска (свинцовой руды) простым металлургическим процессом – восстановительным плавлением, что применяли в додинастическом Египте. Отмечается, что одним из центров добычи свинца в древней Грузии, являлся Сванети, где зафиксировано несколько способов выплавки этого металла.

Письменные и архивные материалы подтверждают ту большую роль учёного царя Вахтанга VI, которую он сыграл в деле восстановления и развития горно – металлургических производств в т.ч. добычи и переработки свинца в Грузии, созданию первого грузинского научно – учебного пособия по химии.

Из рассмотренных материалов видно, что свинец и его соединения в Грузии были освоены ещё в архаическом прошлом и успешно применялись в различных областях быта, медицине , строительстве, ремесленной практике. На примере этого металла, ещё раз подтверждается высокий уровень технических знаний и трудовых навыков древнегрузинских мастеров – металлургов, теххимиков, ремесленников.

*Профессор

1. ВВЕДЕНИЕ

Свинец, один из древнейших металлов, успешно применяется в атомной энергетике, машиностроении, химической промышленности и др., для получения защитных кожухов, свинцовых бронз, разных деталей, для нанесения тонких покрытий на поверхностях деталей, для изготовления свинцово-цинковых штампов, для производства антидетонатора (тетраэтилсвинца) и т.д.

В этой статье приведён анализ данных о добыче, переработке и применении свинца в древней Грузии.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В древнегрузинских письменных источниках свинец встречается под двумя названиями: „тквиа” („tkvia”) и „ბრენი” („brpeni”), хотя в некоторых случаях „ბრენი” применялся и для обозначения олова. Это отождествление, например, в афонской рукописи (978г.) „Книги пророка Иезекииля” так представлено: „Медь, и железо, и свинец („тквиа”), и олово („ბრენი”) в серебре смешаны” ([1], с.80). Здесь же необходимо отметить, что аналогичная терминологическая путаница наблюдалась и в лексической практике других стран.

В Европе до XVII века свинец систематически путали с оловом, а с XVII века друг от друга различали „Plumbum album” (т.е. белый свинец или олово) и „Plumbum nigrum” (т.е. чёрный свинец) ([2], с.113).

Свинец стал известным в Грузии ещё с эпохи энеолита, на что указывают данные археологических исследований, согласно которым самый ранний случай выплавки свинца на территории Грузии датируется VI – V тысячелетиями до н.э. Эта эпоха, как известно, предшествовала „бронзовой эпохе”, когда были заложены основы истинного (сознательного) металлургического производства. Продукцией именно такого производства являлись выплавленные слитки свинца и шлак, которые были обнаружены близ Сухуми в культурном слое поздней энеолитической эпохи ([3], с.139; [4], с.109).

Такое раннее знакомство со свинцом известно и в практике других стран и оно в основном обусловлено тем, что свинцовая руда (свинцовый блеск) внешне очень похожа на металл и поэтому её всегда легко распознавали рудоискатели.

Обнаруженные близ Сухуми свинцовые слитки, как выясняется, также получены из свинцового блеска, поскольку в регионе подтверждается существование именно сульфидных руд ([5],с.879,883). Для их выплавки в древности бесспорно должны были применять какой-то простой способ. Таким можно считать восстановительное плавление, которое является простейшей среди металлургических операций. Её применяли в древнем, додинастическом Египте, где для этой цели в неглубокой земляной яме разводили костёр, на который сыпали порошок свинцовой руды. На воздухе, при сравнительно невысокотемпературном режиме обжига, сера сульфида свинца окислялась в сернистый ангидрид (SO_2), а расплавленный свинец, температура плавления которого составляет $327^{\circ}C$, стекал на дно ямы и там скоплялся([6],с.52).Указанный способ,безусловно, был известен и в других древних странах, в том числе и в Грузии. Вероятна таким способом были выплавлены, обнаруженные археологами близ Сухуми, свинцовые слитки([4],с.109).

Одним из центров добычи свинца в древней Грузии, как выясняется, являлся Сванети, где согласно письменным и этнографическим данным, зафиксировано несколько различных способов выплавки металла из свинцовых руд.

Один из таких способов, предусматривающий получение металлического свинца сплавлением железа с сульфидом свинца, описал русский инженер Н.Воскобойников. Он в 1824 году близ села Лашхети осмотрел свинцедобывающее предприятие, где сваны – металлурги, по его сообщению, „Накаливают в горне ... железо, на него насыпают почти в порошок измельченной руды. Сера свинцового блеска соединяется с железом и образует сок. Свинец получается в металлическом виде” ([7],с.58-59).

Согласно данным того же Воскобойникова, сваны из выплавленного металла готовили пули для огнестрельного оружия, и это производство было таким масштабным, что его продукцией снабжались сёла не только всей Сванети, но и Абхазии и Осетии([7],с.39).

Указанный способ, описанный в научной литературе под названием „Метод осаждения” и с древнейших времён известный в Греции ([8],с.690), использовался также в старом Сванети. Во всяком случае, производство близ Лашхети, функционировало и в 1770 году, когда об этом сообщили приехавшему в Грузию академику А.Гюльденштедту. Ему же передали, собранные в различных уголках Сванети (в том числе и в близрасположенном от Лашхети, руднике) образцы свинцовых руд.

Из таких образцов, представляющих собой „грубоостроконечный” свинцовый блеск, по сообщению А.Гюльденштедта, сваны „выплавляют свинец для дроби”. Что касается

образцов, привезённых из села Лашхети, исследователь на основании визуальных наблюдений заключает, что один из них „грубый”, а другой „блестящий” свинцовый блеск, который предположительно может содержать серебро („При отламывании куска руды на поверхности отлома виднеется блестящий свинцовый блеск, который по-видимому содержит серебро”) ([9],с.31).

Позже, в 1773 году, в г.Кизляре А.Гюльденштедт о лашхетском „блестящем” свинцовом блеске уже вместо предположения, с уверенностью заявлял, что этот „блестящий свинцовый блеск ... кроме минерализованного серой свинца, содержит самородный антимонит и серебро” ([9],с.183). А.Гюльденштедт это заключение не мог сделать на основании визуального наблюдения. Тем более, что он визуально не смог бы обнаружить в свинце растворённое серебро. Указанный вывод немецкий учёный сделал только в результате проведения химического анализа. В Кизлярской химической лаборатории это означает, что дело имеем с одним из самых ранних случаев изучения грузинской руды химическим методом.

Второй распространённый метод добычи свинца в Сванети описан в этнографической работе Н.Ахалкаци, согласно которой свинец получался в печи для извести при обжиге известняка. Присутствие в нём примеси свинца (вкрапленной в основную массу в виде маленьких частиц и поэтому труднозамечаемой), обнаруживалась лишь после окончания процесса обжига. При высокой температуре частички свинцовой руды подвергались восстановлению до металла, а плавный свинец стекал на дно ямы и там накапливался в виде металлических комков. Поскольку в известковых печах вместе с известью в качестве сопутствующего продукта систематически образовывался металлический свинец, в некоторых случаях сваны специально строили малогабаритные известковые печи с целью получения свинца ([10],с.с.181-182).

Третий способ получения свинца был очень распространён в старом Сванети. Его несколько десятков лет тому назад часто использовали сванские охотники. Согласно этнографическим данным „Получение металла из свинцовой руды могло большинство из живущих в Сванети пожилых мужчин”)([10],с.183).

Распознавание свинцовых руд для охотников не представляло большого труда, поскольку свинцовый блеск или галенит по их словам „чёрного цвета и подобно плавленной свечи просачивается через породу”. Чтоб окончательно убедиться в подлинности руды, они применяли своеобразный метод анализа, что, безусловно, указывает на высокий уровень

навыков рудоискателей. Поверхность отломанного образца руды они царапали острием кирки, и если на этой поверхности оставался след, тогда образец отождествлялся со свинцовой рудой. Отсюда видно, что у сванов самостоятельно был выработан эмпирический метод определения твёрдости руды, которого, как основанного на сопротивлении царапанию, и сегодня применяют в геологической практике ([11],с.78-79).

Отломанные куски руды сваны привозили домой, где их размалывали и порошок сыпали на обогреваемую медную сковородку, где уже было помещено плавленное сало. После усиления огня, „когда сковородка сильно нагревалась, металл из свинцовой руды отделялся и накапливался на дне сосуда, а примеси известняка - „шхиб“ всплывали на поверхность плавленного сала и перемещались к краям сковородки“. В процессе плавления металла, сковородка покрывалась крышкой, чтобы сало не загорелось. Если полученный свинец содержал примеси, операцию его нагревания в сале повторяли до тех пор, пока свинец не очищался полностью([10],с.181).

Этот оригинальный способ выплавки свинца из галенита, который восстанавливался содержащимися в сале углеводородами, бесспорно был выработан в Сванети, поскольку сведений о нём в источниках других стран не встречаются.

Одним из интересных периодов добычи и переработки свинца в Грузии связан с деятельностью царя Картли Вахтанга VI (1675-1737гг.). Разносторонне образованный монарх, которому принадлежит замечательное руководство по химии – „Книга о приготовлении растворов и химических превращениях“, многое сделал для возрождения, давно пришедших в упадок, химико-металлургических предприятий страны. По его инициативе стало возможным приведение в действие не одного промысла, в том числе и для производства свинца.

Особый интерес вызывает одно из вахтанговских производств свинца, которое выделялось тем, что добычу руды он производил в Алагире(Осетия), а выплавку из этой руды серебра и, в качестве сопутствующего продукта свинца, - в Грузии. О технологических процессах, проводимых в соответствующих предприятиях, определённое представление можно составить на основе русских архивных материалов и грузинских письменных источников.

Согласно русским документам, Вахтанг VI руду добывал из алагирского месторождения, которое впоследствии превратилось в один из передовых горно-добывающих центров России (поскольку до Вахтанга VI это месторождение не было известно, честь его открытия и производственного освоения, безусловно, принадлежит учёному царю).

Механическое обогащение добытой руды проводилось там же (т.е. в Алагире). По-видимому, для этой цели использовался тот же способ, который обычно применялся при обогащении галенита. Сперва ручным способом рассортировывались тяжёлые и визуально легкораспознаваемые куски галенита, отсортированную руду размельчали и водной струёй окончательно отделяли от неё пустую породу. Полученный концентрат для последующей переработки пересылался в Грузию ([12], сс.279,281).

Привезённая в Тбилиси руда, перерабатывалась скорее всего, в восстановленном Вахтангом, монетном дворе. То, что в этом заведении функционировало отделение для плавления металла, видно из произведений Вахтанга VI „Дастурламали” и „Химия”. В первом, известном грузинском государственно-административном и правовом памятнике, при изложении проблем монетного двора специально рассматривались вопросы очистки серебра, предназначенного для изготовления монет. Существование плавильного отдела при монетном дворе подтверждается и „Химией”, где упоминается очистка серебра с помощью свинца ([13], с.94).

В плавильном отделе монетного двора, наряду с очисткой серебра, проводили и выплавку этого металла из свинцовой руды. Это видно из второго сообщения „Дастурламали”, согласно которому 120 стрельцам ежегодно для ружейных пуль выдавался один „чареки” (0,384кг) свинца ([12], с.282). Поскольку учреждением, выдающим свинец, в „Дастурламали” называется монетный двор, становится совершенно понятным откуда это учреждение владело запасами свинца.

Позднее, в 60-70-ых годах XVIII в, царь Картли и Кахети Иракли II успешно продолжил начинание Вахтанга VI и существенно расширил масштабы производства алагирского свинца. При нём заработали новые мощные горно-металлургические промыслы (ахталский, алавердский, шамблугский и т.д.), в которых особое внимание уделялось производствам свинца – серебра и свинца – серебра – золота.

Вахтанг VI интересовался свинцом не только для прикладных целей. Этому металлу и его соединениям довольно большое место уделяется и в „Химии” учёного царя, которая является самым ранним грузинским руководством по химии, дошедшим до нас [13].

Из материалов, посвященных свинцу, в первую очередь необходимо упомянуть параграф 262, в котором описано приготовление дроби. Основной операцией, обеспечивающей приготовление дробинок сферической формы, назван процесс получения мышьякового сплава свинца. Во втором параграфе (49) описан процесс стадийного окисления

расплавленного свинца, в результате которого образуется сперва свинцовый глет (PbO), а затем сурик (Pb_3O_4) – свинцовая красная краска ([13],с.70,235).

Для изготовления широкоприменяемой в ювелирном деле, „чёрной черни“, содержащей сульфиды свинца, серебра и меди, рекомендовано высокотемпературное реагирование расплавленной смеси этих металлов с серой (§188).Свинец применяется также для „утяжеления стекла“ (§227), что осуществляется плавлением смеси опилок свинца и стеклянного порошка (в процессе плавления тонкодисперсный свинец окисляется и образовавшийся оксид свинца стеклу придаёт „тяжесть яхонта“). В одном рецепте (§124) для придания хрупкости золоту, рекомендовано внесение в него примеси свинца, что осуществляется трёхкратным гашением расплавленного золота в воде, после проведения аналогичной операции со свинцом. Для спаивания двух кусков свинца друг с другом, предложен оловянный припой и медвежье сало в качестве флюса([13],с.130,185,213).

Свинец вместе с золотом, серебром и медью относится к числу тех металлов, с которыми в Грузии знакомы с древних времён. Ниже приводим краткий обзор тех ремесленных отраслей, в которых использование этого металла заслуживает особого внимания.

В первую очередь необходимо упомянуть те свинцовые изделия, которые в Грузии представляли продукцию ранней бронзовой эпохи (III тысячелетие до н.э.). К ним относятся древние украшения, изготовленные из свинца и серебра, подтверждающие высокий профессиональный уровень древнегрузинских мастеров ([3],с.194-195).

В позднебронзовую эпоху (XIII – VII вв. до н.э.) из литого свинца готовили ожерелья. Этот металл встречается также в составе бронзы той же эпохи. А плавка свинцовой бронзы требовала особых металлургических навыков, поскольку из-за большой разницы в удельных весах свинца и меди (уд.вес свинца 11,34, меди-8,93), легко происходило расслоение жидких металлов, ликвация сплава по удельным весам. Несмотря на это, как показало микроструктурное изучение археологических образцов, древние ремесленники – литейщики достигали равномерного распределения свинца в сплаве. А это бесспорно указывает на очень высокий уровень металлургии позднебронзовой эпохи ([14],с.50-51).

Физико – химические характеристики свинца, такие, как низкая температура плавления, высокая коррозионная стойкость, высокий удельный вес и др., само собой обуславливали использование этого металла по специфическим назначениям. Древние грузинские ремесленники и строители с учётом лёгкоплавкости свинца, применяли его для прочного

связывания каменной кладки. В Армазисхеви археологи обнаружили каменные могильники II – IV веков, стены и крыши которых были собраны из плит, соединённых друг с другом железными скобами, концы которых помещены в специально проделанных в этих плитах углублениях, залитых расплавленным свинцом (аналогично закреплялись и камни пола) ([15],с.22,185).

Указанный метод прочного связывания каменной кладки использовали и строители. Позднее, аналогично были связаны друг с другом строительные камни одной из стен монастыря Джвари (VI в). Об этом Г.Чубинашвили приводит следующее сообщение: „соединение и укрепление квадров кладки произведено в северо – западной части, находящейся над склоном скалы, не только раствором, но также посредством железных скрепов, длиной около 35см со свинцовыми заливками загнутых концов, заглубленных в камне”([16],с.34).

Свинец являлся замечательным материалом для крыш и поэтому его довольно часто применяли по этому назначению. По сообщению Георгия Мцире (XI в), Георгий Мтацминдели перекрыл Афонский монастырь свинцовой крышей([17],с.134-135). Позднее опять в Афоне в 1565г. Тадеоз Сурхანიшвили вновь построив церковь Портаидиса перекрыл её свинцом([18],с.156).

Согласно одному документу Никорцминдского монастыря, в 1534 году его здание обновили и сверху покрыли медными и свинцовыми листами [18,с.380]. В своё время свинцовую крышу имела и Илорская церковь. Согласно Вахушти Багратиони, в 1732 году турки сожгли эту церковь и содрали с неё свинцовое покрытие [20,с.886-887].

Существует ещё одна область использования свинца, которая связана со старыми грамотами. В Византии и Западной Европе широко были распространены грамоты с вислыми печатями из металла и воска. Как выясняется, их применяли и в древней Грузии, на это указывают письменные источники и археологические находки. Согласно грузинскому историку Джуаншере (XI в.), в припрятанной грузинскими царями VIII века сокровищнице, вместе с драгоценностями хранились и „грамоты, скреплённые свинцовыми (печатями)” ([29],с.109). Сообщение Джуаншера подтверждается и археологически. В Бичвинтском могильнике обнаружена вислая свинцовая печать VIII века, с греческой надписью: „Константин Абхаз”. В городище Нокалакеви открыта такая-же печать с именем Сергия сына Набарнугия, датируемая концом VIIв. или началом VIIIв. [30,с.531]. Приведённые

факты ещё раз указывают как на многообразие использования свинца в древней Грузии, так и о высоком уровне канцелярского делопроизводства.

Свинец использовали и грузинские металлурги для очистки от примесей золота или серебра методом купеляции или для их выплавки из руд, содержащих золото (серебро). С этой целью свинец добавляли очищаемому от примесей золоту (серебру) или золотосодержащему (серебросодержащему) руду и смесь расплавляли. В расплавленном свинце золото(серебро) и сопутствующие металлы растворяются, а всплывший на поверхность расплава жидкий шлак пустой породы или твёрдых примесей очищаемого металла, механически отделяют. При обработке расплава струёй воздуха, свинец окисляется и в нём растворяются все окисленные примесные металлы, кроме неокисленного золота (серебра).

Отделение золота (серебра) от расплавленной и содержащей примеси окиси свинца, проводилось с помощью слоя костяной золы, напесованной на стенки плавильного сосуда. Расплавленный оксид свинца в отличие от жидкого золота (серебра) впитывался в костяную золу и тем самым окончательно отделялся от расплава благородного металла ([8],с.802-803;818-819).

О купеляционном методе интересные сведения приводятся в древнегрузинских письменных источниках. В лечебно-фармацевтическом трактате XI в - „Усцоро Карабадини“ („Несравненный карабадини“), оксид свинца с растворенными в нём примесями, получаемый в процессе купеляции, называется „шлаком золота“, „шлаком серебра“, „климой золота“ („клима“- искажённая персо-арабская „иклемия“) или „климой серебра“ ([21],с.213,216). Заза Панаскертели – Цицишвили в своём трактате „Лечебная книга - Карабадини“ так определял „аклими“ (т.е. „иклемию“): „Акклими-название шлака золота“ ([22],с.254). По второму определению: „Акклимия образуется из глета, золота и серебра и тому подобных“ ([22],с.743). Здесь в глете автор подразумевает искусственный оксид свинца, получаемый в результате окисления расплавленного свинца. Отсюда видно, что Панаскертели друг с другом отождествляет природный и искусственный оксиды свинца.

Метод купеляции в художественной форме упоминается в агиографическом сочинении Георгия Мцире (XI в) „Жизнь Георгия Мтацминдели“. Характеризуя последнего, автор отмечает: „Уподобился он искусному золотодобытчику, как написано о химиках, которые пользуясь всесильностью мудрости, золото извлекают из недр земли и с помощью домны и огня выявляют его блистательность. Также и разум святого отца нашего стал домной

плавиальной этого словесного золота, огнём святого духа, разогревающим и отделяющим золото от свинца и глины” ([23],с.145-146).

„Извлечение” золота „искусным золотодобытчиком,, как указано в цитированном фрагменте, предусматривает выделение этого металла из расплавленной смеси свинца и глины (т.е. пустой породы), а это, безусловно, подразумевает очистку – получение золота методом купеляции.

Характерное свойство свинца - податливость значительно способствовало его широкому использованию в древней ювелирной технике для дробления самого твёрдого вещества – алмаза и обработки драгоценных листовых материалов чеканкой и штампованием. Первое из этих нашло своё художественное отображение в поэме Руставели. Наиболее близкий к оригиналу перевод соответствующего сообщения звучит так: „Раздробит и камень твёрдый наковальня из свинца” .

Цитированная строка представляет собой не только замечательный афоризм, но и переданный в художественной форме, известный в ремесленной практике, технический приём, который, как показал русский исследователь А.Беленицкий, довольно подробно описал известный учёный Бируни (973 – 1048гг.). По данным последнего, для получения абразивного порошка, дроблению подвергались несовершенные, т.е. дефективные (имеющие свищей) образцы алмазов. Технический процесс заключался в обвёртывании размалываемого алмаза в кусок свинца, который затем подвергался ударам молотка([24],с.56-57). Поведение свинца при мгновенных ударах молотка (бойка), которые приближаются высокоскоростным нагрузкам, изменяется. Увеличивается предел текучести деформируемого металла, становится более твёрдым по сравнению с состоянием когда „легонько бьют по нему, пока сила ударов не одолеет его” [24]. При этом свинец как подкладка между бойком и алмазом выполняет роль твёрдой высоковязкой смазки, препятствующей выжаться из зоны ударов, тем самым предотвращая повреждение поверхностей бойков. Кусок свинца (обойма свинца) не только равномерно передаёт энергию ударов но и содействует её правильному распределению в объёме высокотвёрдой алмазной заготовки, снижает локализацию деформации у бойков. Алмаз подвергается более равномерному дроблению. Полученный в свинцовой обойме без потерь алмазный порошок, являлся наилучшим абразивным материалом того времени.

Свинец служил не только наковальней для дробления алмаза, но и доской для проведения процесса шлифования драгоценных камней. Для этой цели на свинцовой доске

наносился слой смочённого в воде порошка алмаза, и на нём лёгким нажатием передвигался взад и вперёд шлифуемый драгоценный камень (в том числе и алмаз). Поскольку алмазные частички легко проникали в поверхностный слой мягкого свинца и закрепившись в нём непосредственно контактировались с гранями шлифуемого камня , они фактически образовывали рабочую шлифующую поверхность.

Факт дробления алмаза с помощью такого свинца очень интересно передан в трактате Зазы Панаскертели-Цицишвили: „Алмаз - камень твёрже которого во всём мире ничего нет и не встречается . Он не подвергается ни шлифовке ни разламыванию, а свинец, мягче которого ничего нет, его разбивает” ([22],с.779).

Ясно, что в эпоху раннего средневековья, XIII – XV веках, в грузинской ювелирной практике хорошо был известен способ дробления алмаза с помощью свинцовой наковальни. Позднее, в условиях непрерывных вторжений внешних врагов, по-видимому, этот ремесленный способ был утерян. Во всяком случае, что XVIII в. он был основательно забыт грузинами, в этом нас убеждает один комментарий Вахтанга VI, которыми он снабдил печатное издание „Вепхистკაოსანი” (1712г.). В этом комментарии, посвященном цитированному нами строке Руставели, он отмечает: „Это так, что алмаз на свинце шлифуют, но учитывая интересы стихотворной формы, передано как дробление” ([25],с.290). Т.е. Вахтангу VI, хорошо разбирающемуся в ремесленной технике, известен только факт шлифования алмаза свинцом, но он не знает об его дроблении этим же металлом.

Свинец применялся также в художественной чеканке. По сообщению этнографа Л.Соселия, ахалцихские ювелиры холодной чеканкой „для выделения лица, на форму клали лист металла. Сверху этот лист покрывали куском свинца и тихим ударом молотка лист постепенно вдавливали в форму” ([26],с.105). В этом случае кусок свинца обеспечивал равномерное нажатие на вдавливаемую форму листа и исключал разрывы последнего в местах наибольшего сгиба.

Описанный метод использовался в чеканной практике различных стран . Ранние сведения о нём приводятся в рецептах монаха Теофила (XIв) ([27],с.169), с чем в точности совпадает метод, используемый старыми ахалцихскими ювелирами.

В древней Грузии, кроме металлического свинца широко применялись его природные и искусственные соединения. Их рассмотрение целесообразно начать с сурика (Pb_3O_4), природное соединение которого в качестве красной краски использовалось в Грузии ещё с эллинистической эпохи. Согласно греческому историку и географу Страбону (24/23г. до н.э. -

23/24г. н.э.): „В Кападокии есть сурик, называемый синопским, самый лучший. На него похож иберийский, а называется синопским потому, что по обычаю его туда ввозят торговцы” ([28],с.248).

В цитируемом фрагменте, Страбон фактически наилучшим признаёт и иберийский сурик, поскольку он, по его же словам, похож на „самый лучший” синопский сурик. А такая высокая оценка этой руды должна быть обусловлена не только природными характеристиками, но и квалифицированными методами её предварительной обработки (эта обработка, ставившая целью обогащение и очистку руды, по-видимому, основывалась на процессе седиментации).

Искусственные природные соединения свинца интенсивно использовались в древней лечебной практике, что ясно видно из трактата Кананели „Несравненный Карабадини”(XI в). В тексте трактата в качестве компонентов различных лекарств и мазей упомянуты: оксид свинца(II) - „глет”(„мурдасанги” PbO), оксид свинца(II,IV) - „сурик” („суринджи” Pb_3O_4), карбонат свинца - „церусит” („спети” $PbCO_3$) и основной карбонат свинца - „белила свинцовая” („умарили” $Pb(OH)_2 \cdot 2PbCO_3$)([21],сс.200,329,391-393).

Кроме вышеупомянутых можно назвать ещё несколько рецептов, содержащих интересные данные о свинцовых препаратах. В одном из них, в частности, с целью изготовления лекарств для наружного применения, рекомендовано растирание глета в уксусе. А в результате их взаимодействия, как известно, образуется ацетат свинца $Pb(C_2H_3O_2) \cdot 3H_2O$. В нескольких рецептах описаны способы приготовления мазей, в основном содержащих соединения свинца. В одном из них, с этой целью к смеси размельчённых глета и белилы свинцовой добавляют масло и плавленый воск, а во втором, подобном рецепте, к глету и белиле добавляют карбонат свинца ([21],сс.357,392).

В сочинении Кананели привлекают внимание и те рецепты, в которых упомянуты „шлак” или „клима” золота или серебра. В некоторых таких рецептах для приготовления лекарства используется глет или „шлак-клима”его заменителями. Для наглядности приводим несколько примеров: „Если не будет шлака золота, используется хороший глет”, „ Если нет шлака серебра, используется глет”, „ Если нет климы серебра, используется в том же количестве глет” и т.д. ([21],сс.200,381).

Упоминание в цитированных фрагментах шлаков в качестве заменителей глета, хотя и указывает в какой-то мере на дефицитность этих шлаков, но не настолько, чтобы их

применение в рецептах вообще исключалось. Эти рецепты дополнительно указывают и на то обстоятельство, что в XI в (и ещё ранее) метод получения или очистки золота и серебра довольно широко был распространён в грузинской ремесленной и, особенно, в ювелирной практике. Заслуживает внимания также и тот факт, что, как указывалось выше, искусственный оксид свинца или шлак золота (серебра) и природный глет, Кананели фактически воспринимал одним и тем же соединением.

О соединениях свинца довольно многочисленные сведения содержат и другие медико-фармацевтические трактаты – „Книга медицинская” (начало XIII в), „Лечебная книга - Карабадини ” Зазы Панаскертели - Цицишвили (XV в) и „Иадигар Дауди” царя Давида IX (XVI в). Но они здесь не рассматриваются, поскольку вышеуказанные соединения свинца наиболее полно представлены в „Несравненном Карабадини” , что совершенно достаточно для составления общей картины. Вместо этих трактатов, приводим сведения „Химии” Вахтанга VI, в которой из всех соединений свинца упоминается сурик (Pb_3O_4). В параграфах, описывающих приготовление искусственных драгоценных камней (стразов), почти во всех рецептах он вместе с хрусталём назван главным компонентом шихты. Добавлением соответствующих красителей, эта шихта даёт искусственный хризолит, „Восточный топаз”, бирюзу, циркон („сеилан”) и топаз. Только в двух параграфах (221,224), посвященных получению некоторых видов искусственного яхонта и топаза, сурик заменён карбонатом или основным карбонатом свинца ([13],с.211-212).

В одном рецепте, масса сурика, прокипячённая в олифе, используется в качестве грунта, который обеспечивает прочное сцепление золотой фольги с поверхностью золотимой меди (§186). Согласно второму рецепту (§204) смесь сурика и основного карбоната свинца, после тщательного растирания в сандаловом масле используется в качестве грунта, наносимого на любую поверхность, предназначенную для золочения или серебрения ([13],с.183,192).

Свинцовая белила, упоминается ещё в параграфе 205, как один из компонентов красителя для окрашивания бумаги, которая готовится её варением с кожурой граната в воде. Что касается глета или оксида свинца, посредством этих соединений свинец в качестве примеси добавляется в одном случае „лахостаку” или сульфиду свинца (§58), а в другом случае - золоту (§61). Такая примесь придаёт блеск применяемому в качестве краски „лахостаку”, а золото превращает в такое хрупкое состояние, что по словам Вахтанга „Если ударить молотком, то легко рассыпается” ([13],с.77,79,198).

Сведениями Вахтанга VI можно закончить предлагаемый обзор, который хотя не может претендовать на полноту, однако всё же позволяет составить определённое представление о многовековой истории добывания и использования свинца в древней Грузии.

3.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В древней Грузии было развито металлургическое производство, обусловленное высоким уровнем технических знаний, трудовых навыков мастеров-металлургов, технохимиков и ремесленников.

Приведён анализ письменных и археологических данных по добыче, переработке и применению свинца в древней Грузии. Один из центров металлургии свинца располагался в Сванети (горном районе Грузии).

Отмечено, что свинец является одним из тех металлов, которые были освоены в древней Грузии и успешно применялись в различных областях быта, медицине, строительстве ремесленной практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цкитишвили Т.К. Древнегрузинские версии книги Езекииля. Тб.,1976 (на груз. языке).
2. Фигуровский А.И. Открытие элементов и присхождение их названий. Москва.,1970.
3. Очерки истории Грузии, т.1, ред. тома Г.Меликишвили. Тб.,1970 (на груз. языке).
4. Бжания В.В. История археологического изучения памятников энеолита и ранней бронзы Абхазии. Археологические материалы Абхазии. Тб.,1967,с.107.
5. Минеральные ресурсы Грузинской ССР, под ред. С.Годабрелидзе. Тифлис,1933.
6. Возникновение и развитие химии с древнейших времён до XVII века. Отв. ред. Ю.Н.Соловьёв. М.,1980.
7. Воскобойников Н. Описание горных промыслов и полезных материалов в округах Имеретинском, Раче, Мингрельском и Суанетах. Горный журнал, кн. XI. СПб,1826.
8. Любавин Н. И. Техническая химия, т. IV, ч.2.М.,1906.
9. Путешествие А. Гюльденштедта в Грузию, т. II. Немецкий текст с грузинским переводом издал Г.Гелашвили. Тб.,1964 (на груз. языке).
10. Ахалкаци Н. Народные способы плавки, сварки и закалки металла в Сванети. Этнологические поиски, т. I. Тб.,2000 (на груз. языке).

11. Зильберминц В.А. Руководство и таблицы для определения минералов. Москва-Петроград. 1923.
12. Чагунава Р.В. Естественнонаучная деятельность Вахтанга Багратиони (Отрасли естествознания и техники). Тბ.,1990 (на груз. языке).
13. Чагунава Р., Маркарашвили Е. Вахтанგ VI – Книга о приготовлении растворов и химических превращениях. Тბ.,2013 (на груз. языке).
14. Тавадзе Ф., Сакварелидзе Т. Бронзы древней Грузии. Тბ.,1959.
15. Апакидзе А., Гобеджишвили Г., Каландадзе А., Ломтатидзе Г. Мცხეთა. I. Тბ.,1955 (на груз. языке).
16. Чубинашвили Г.Н. Памятники типа Джвари. Тბ.,1948.
17. Георгий Мтацминдели. Жизнь Иована и Евтимия. Памятники древнегрузинской агиографической литературы, кн. II, под ред. И. Абуладзе. Тბ.,1967 (на груз. языке).
18. Джавахишвили Ив. Материалы по истории вещественной культуры грузинского народа, I. Строительное искусство в древней Грузии. Тბ.,1946 (на груз. языке).
19. Жордания Ф. Хроники, т. II. Тифлис, 1897 (на груз. языке).
20. Багратиони Вахушти. Описание царства грузин. Картлис цховреба, т. IV. Тბ.,1973 (на груз. языке).
21. Кананели. Несравненный Карабадини. Текст издал Л.Котетишвили. Тბ.,1940 (на груз. языке).
22. Панаскертели-Цицишвили Заза. Лечебная книга - Карабадини, т. II. Тბ.,1988 (на груз. языке).
23. Георгий Мцире. Жизнь Георгия Мтацминдели. Памятники древнегрузинской агиографической литературы. Кн. II. Под ред. И. Абуладзе. Тბ.,1967, сс101-207 (на груз. языке).
24. Беленицкий А.М. О двух образных выражениях в поэме Шота Руставели „Витязь в барсовой шкуре“. Известия АН ГССР, серия языка и литературы №2. Тბ.,1978, сс.55-57.
25. Руставели Шота. Вепхისტკაოსანი. Первое печатное (Вахтанговское) издание 1712г., восстановлено А. Шанидзе в 1937г. Тბ.,1975.
26. Соселия Л.К. К изучению златокузнечества в Месхети. Материалы к этнографическому изучению Месхет – Джавахети. Тბ.,1972(на груз. языке).
27. Манускрипт Теофила. Записи о разных искусствах, пер. А.Морозова. Сообщение Всесоюзной центральной научно-исследовательской лаборатории по консервации и реставрации музейных художественных ценностей (ВЦНИИЛКР), №7. М., 1963, сс.66-196.
28. Античный Кавказ. Энциклопедия, кн. I. Тბ.,2010(на груз. языке).
29. Картлис Цховреба (История Грузии). Гл. редактор Р.Метревели. Тბ.,2013.
30. Джавахишвили Ив. Сочинения в двенадцати томах, т. IX. Тბ.,1996(на груз. языке).

Lead in the ancient Georgia

G.Tsirekidze R.Chagunava

Based on the written sources and archaeological data, are indications of the facts of lead smelting in the territory of Georgia. The earliest among them, in terms of that purpose, is the simplest metallurgical process of restore-smelting in VI – V millenia BC, that had been using in predynastic EGYPT.

Svaneti should be mentioned as one of the land mining center, where that region possesses some methods of smelting of that metal.

Found stuff persuasively shows the mining and cultivation of lead, as well as during that time – regeneration and development of mining-metallurgical manufacturing and about the considerable amount of merit of the scientist king Vkh tang VI , which also created a significant scientific text-book in chemistry.

Presented database about the usage of lead and it's junctures in medicine, building-construction and in some other areas of life, certifies the high level of the labor skill and technical knowledge of Georgian old master-metallurgists, technologists and artisans.

ტყვია ძველ საქართველოში

გ. ცირეკიძე, რ. ჩაგუნავა

წერილობითი წყაროების და არქეოლოგიური მონაცემების საფუძველზე აღწერილია საქართველოს ტერიტორიაზე ტყვიის გამოდნობის შემთხვევები. მათ შორის ამ მიზნით ყველაზე ადრეულია ძველი წელთაღრიცხვის VI-V ათასწლეულებში აღდგენითი დნობის უმარტივესი მეტალურგიული პროცესი, რომელიც გამოიყენებოდა დინასტიამდელ ეგვიპტეში. ტყვიის მოპოვების ერთ-ერთ ცენტრად სვანეთი უნდა ჩათვალოს, სადაც ამ მეტალის გამოდნობის რამდენიმე ხერხს ფლობდნენ. მოძიებული მასალები დამაჯერებლად მეტყველებს ტყვიის მოპოვება-დამუშავების, ისე, როგორც საერთოდ სამთო-მეტალურგიული წარმოების აღორძინება- განვითარების საქმეში მეცნიერი მეფის, ვახტანგ VI - ის დიდი ღვაწლის შესახებ, რომელმაც ასევე შექმნა უმნიშვნელოვანესი სამეცნიერო - სახელმძღვანელო წიგნი ქიმიაში.წერილში წარმოდგენილი ცნობები ტყვიის და მისი ნაერთების გამოყენების შესახებ მედიცინაში, მშენებლობაში და ყოფაცხოვრების სხვა სფეროებში ადასტურებს ძველი ქართველი ოსტატ-მეტალურგების, ტექნოქიმიკოსების და ხელოსნების ტექნიკური ცოდნის და შრომითი უნარების მაღალ დონეს.

(Поступило 21.10.2014)

История
науки и техники

**А.В. Шиуков (Шиукашвили)- автор уникального немецко-русского
словаря по авиации и воздухоплаванию**

А.И. Бетанели*

(Авиационный университет Грузии, проспект Кетеван Цамебули, 16, Тбилиси, 0144, Грузия)

Резюме: Один из первых авиаторов Грузии создал уникальный иллюстрированный немецко-русский словарь по авиации и воздухоплаванию, опубликованный в 1937 году. Словарь дал возможность получения важной информации о достижении фашистской Германии в области авиации. Творческое освоение этой информации дало возможность создания более боеспособной советской военной авиации.

Ключевые слова: авиация, самолет, биплан, моноплан, словарь.

1. Введение

Пятнадцатилетний гимназист Алексей Владимирович Шиуков (Шиукашвили), 5 мая 1908, в Тбилиси первый в Российской империи, поднялся в небо на планере собственной конструкции, положив этим начало практическому овладению искусством полета. На основании изучения полета и структуры птиц, А.В. Шиуков конструировал, собственноручно изготовлял и испытывал в полете планеры и самолеты. Фактически он исходил из принципов бионики. (Известно, что бионика – прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы).

Военный летчик, офицер А.В. Шиуков воевал на фронтах первой и второй мировых войн. Был начинателем военно-воздушных сил Красной Армии. Командовал авиацией Восточного и Туркестанского фронтов, Московского и других военных округов, участвовал в организации Аэрофлота (гражданской авиации СССР), написал десятки книг

*Профессор

по истории, технике, боевому применению авиации, преподавал в авиационных высших учебных заведениях. Создал оригинальный иллюстрированный немецко-русский словарь по авиации и воздухоплаванию. Был одним из начинателей закавказской гражданской авиации и первым директором-распорядителем ее правления.

Этапы жизни и деятельности А.В. Шиукова (Шиукашвили) описаны в статье С.А. Тепнадзе, А.И. Бетанели [1].

Информация о словаре была приведена в соответствующих источниках в следующем виде.

Шиуков А.В. Иллюстрированный немецко-русский словарь по авиации и воздухоплаванию. 2-е изд., перераб. и доп. Под ред. воен.инж. Е.Ф. Бурче. М.: ОНТИ, 1937.-244с., ил. 3 вкл. л.5000 экз.

Illustriertes deutsch-russisches Woerterbuch fuer Luftschiffahrt und Flugwesen.

Из предисловия ко второму изданию:

«В настоящем втором издании объем словаря увеличен до 12500 слов против 6000-6500 слов, вошедших в первое издание. Весь старый текст тщательно просмотрен, уточнен, очищен от устаревших и случайных слов и заново отредактирован. В целях облегчения пользования словарем последний иллюстрирован.

Несмотря на использование при переработке словаря периодической немецкой авиационной литературы и иностранных словарей, гарантировать полноту словаря нельзя, особенно в связи с тем, что в настоящее время происходит значительная ломка немецкого языка – изъятие многих терминов, имеющих латинские корни и изобретение новых слов, имеющих якобы корни древнегерманского происхождения и т.п.».

Актуальность создания этого словаря была обусловлена важнейшими событиями в мире.

Основная часть

В апреле 1931 года в Испании, после свержения монархии была провозглашена республика, что положило начало испанской революции 1931-1934гг. В июле 1936 г. в Испании вспыхнул военно-фашистский мятеж. Началась национально-революционная война испанского народа 1936-1939 [2]. Испанский народ поддерживал СССР, в борьбе участвовали добровольцы-войны Красной Армии. Мятежников поддерживали фашистские Германия и Италия со своими добровольцами-войнами. В этой борьбе победу одержали фашисты. Стало ясно, что фашистская Германия - потенциальный

противник Советского Союза. Особенно сокрушительный удар был нанесен советской военной авиации, несмотря на героизм и летное мастерство советских летчиков – добровольцев. Суть дела состояла в следующем.

В соответствии с военно-техническим содержанием советской военной доктрины, начальник авиации Красной Армии Я.И. Алкснис [3] разработал принципы боевых действий авиации при помощи маневренных бипланов (истребителей) и монопланов для бомбометания в горизонтальном полете. В летных училищах готовили летчиков для управления этой техники, а саму технику готовили на авиационных заводах в разных городах СССР. Все это было связано с большими финансовыми расходами.

Германская авиация была оснащена маневренными монопланами, имеющими большую вертикальную скорость. Это обеспечило им господство в воздухе. А. Гитлер любил повторять лозунг: «Авиация мужественное оружие, германская форма борьбы». Советские летчики - «сталинские соколы», обладавшие высоким летным мастерством, не могли, в полной мере, проявить себя из-за отсталой техники.

Я.И. Алкснис был наказан. 23 ноября 1937г. Я.И. Алкснис был снят со всех постов, исключен из рядов ВКП(б) и арестован. Военной коллегией Верховного суда СССР 28 июля 1938 года по обвинению в участии в военном заговоре приговорен к расстрелу. Приговор приведен в исполнение 29 июля 1938года на Коммунарском полигоне. Определением Военной коллегии от 1 февраля 1956г. Я.И. Алкснис был реабилитирован. Я.И. Алкснис не был безгрешным. Он участвовал в проведении репрессий в Красной Армии. Входил в состав специального судебного присутствия, которое 11 июня 1937 года приговорило к смертной казни группу военачальников во главе с М.Н. Тухачевским [3].

Учитывая опыт испанской войны и считая, что сражения в небе Испании – генеральная репетиция перед неизбежным военным столкновением между СССР и фашистской Германией, была поставлена задача освоения германского опыта. Чтобы иметь наиболее полную информацию о германской авиационной технике того времени, нужен был немецко- русский авиационный словарь.

А.В. Шиуков (Шиукашвили) создал такой словарь. Он преодолел колоссальные трудности, связанные, как было отмечено выше, с ломкой немецкого языка и внесением новых слов, имеющих якобы древнегерманское происхождение.

Все это было связано с фашистской идеологией. По-видимому, в работе над словарем А.В. Шиукову (Шиукашвили) пришлось учесть этот фактор. В основе фашистской идеологии была национал-социалистическая расовая идеология, которая базируется на нордически-арийской расе господ. Это проявлялось в форме экстремального антисемитизма, прежде всего против евреев. Различия рас были сформулированы следующим образом [4,5]. Немецкая порода (арийцы, «созидатели») объявлялась единственной, которая способна создать и развивать цивилизацию и технологии. Ступенью ниже шли японцы, романские народы и ряд других национальностей («носители»), способные перенять достижения «созидателей» и пользоваться ими. Самыми плохими были семиты, негры и их родственники («разрушители»). [4,5].

Первоначально, на формирование идеологии влияние оказали философские воззрения Ф. Ницше [6,7]. Жизнь истолковывалась им как воля к власти, а смысл культуры в формировании носителей этой воли к власти – сверхчеловека («белокурой бестии»).

В свете вышеизложенного, понятна ломка немецкого языка, изъятие терминов, имеющих латинские корни, т.е. корни языка «носителя». Это было нетерпимо для «созидателей», т.е. представителей высшей расы. Понятно, что в поисках древнегерманских корней немецких авиационных терминов А.В. Шиукову (Шиукашвили) пришлось провести колоссальную работу. Возможно им был использован текст немецкого героического эпоса (1200г.) «Песнь о Нибелунгах».

Немецко-русский авиационный словарь, созданный А.В. Шиуковым (Шиукашвили), дал возможность получения широкой информации о достижениях по созданию новейшей авиационной техники в третьем рейхе. Творческое освоение этой информации дало возможность усиления обороноспособности советского государства.

Следует отметить, что немецкие конструкторы не работали вслепую «методом проб и ошибок», а применяли один из эвристических методов решения конструкторских и изобретательских задач, т.н. «метод мозгового штурма».(Brainstorming) [8]. Были созданы разнообразные, а иногда и экзотические конструкции летательных аппаратов, выполненных в виде «безхвосток», «летающих крыльев», «тарелок» и т.д.

Весь цвет немецкой авиационной науки был сосредоточен в нескольких научно-исследовательских центрах, чья деятельность осуществлялась под непосредственным

руководством Министерства авиации Германии. Среди этих центров особо надо отметить немецкую академию авиационных наук (DAL) (президент академии- министр авиации и главнокомандующий люфтваффе рейхсмаршал Г.Геринг; вице-президенты: статс –секретарь авиации и генеральный инспектор люфтваффе генерал-фельдмаршал Э. Мильх и профессор, доктор В. Мессершмитт, глава фирмы «Мессершмитт») [8].

Были запланированы и осуществлены разнообразные самолетные программы люфтваффе [8].

Экономику Германии на высшем уровне направлял министр финансов Ялмар Шахт [8]. Это обеспечило немецким ученым и инженерам возможность создавать перспективную авиационную технику.

Словарь, созданный А.В. Шиуковым (Шиукашвили) дал возможность советским ученым и инженерам творческого освоения достижений германских ученых и инженеров в области авиации. Это способствовало укреплению обороноспособности государства.

Заключение

Словарь дал возможность получения важной информации о достижениях фашистской Германии в области авиации. Творческое освоение этой информации дало возможность создания более боеспособной советской военной авиации.

Литература

1. С.А.Тепнадзе, А.И. Бетанели, «А.В. Шиуков (Шиукашвили) – один из начинателей практических полетов человека», «Воздушный транспорт», Тбилиси, 2012, №1(7), с. 68-77.
2. Испания, Военный энциклопедический словарь, М., Военное издательство, 1986, с. 208-299.
3. Алкснис Яков Иванович, [www. mail, ru](http://www.mail.ru), 2015.
4. Rassenideologie, [www.google, de](http://www.google.de), 28.08.2011.
5. Расизм (нацизм), [www. mail, ru](http://www.mail.ru), 26.08.2011.
6. Ницше, Энциклопедический словарь по культурологии М; «Центр», 1997 с. 283 - 284.
7. Ф.Ницше, Так говорил Заратустра: Повесть .-М.:ЗАО Изд-во ЭКСМО-Пресс, 1999 - 384с.
8. Неизвестные летательные аппараты третьего рейха. Иллюстр. справ. /В.М. Козырев, М.Е. Козырев. - М.; ООО «Издательство Астрель». ООО «Издательство АСТ», 2002 – 52 с. ил.
9. Николай Котомкин , Казначей Гитлера, «Загадки истории», 2014, №5, с.16-17.

**A.B. Shiukov (Shiukashvili) – The Author of the Unique German-Russian Aviation and
Aeronautics Dictionary**

A. Betaneli

One of the first aviators of Georgia created the unique illustrated German-Russian aviation and aeronautics dictionary published in 1937. The dictionary gave opportunity to receive the important information on the achievements of the Nazi Germany in the field of aviation. The creative development of this information gave opportunity to establish more combat-ready Soviet military aviation.

**ა.ვ. შიუკოვი (შიუკაშვილი) – ავტორი უნიკალური, გერმანულ–რუსული
დასურათებული ლექსიკონისა ავიაციისა და ჰაერნაოსნობის დარგში**

ა.ი. ბეთანელი

საქართველოს ერთ–ერთმა პირველმა ავიატორმა ალექსი შიუკაშვილმა შექმნა და 1937 წელს გამოაქვეყნა უნიკალური, დასურათებული გერმანულ–რუსული ლექსიკონი ავიაციის და ჰაერნაოსნობის დარგში. ამ დროს უკვე იწყებოდა მეორე მსოფლიო ომი. ცხადი იყო საბჭოთა კავშირსა და ფაშისტურ გერმანიას შორის ომის გარდაუვალობა.

ა. შიუკაშვილმა გადალახა ის დიდი სიძნელე, რომელიც დაკავშირებული იყო ფაშისტური იდეოლოგიის თვალსაზრისით გადაკეთებული გერმანული საავიაციო ტერმინების არსის გარკვევასთან. ლექსიკონის საშუალებით მოპოვებული იყო მნიშვნელოვანი ინფორმაცია გერმანიის საავიაციო მიღწევების შესახებ. ამ ინფორმაციის შემოქმედებითი გადამუშავების საფუძველზე შესაძლებელი გახდა უფრო ბრძოლისუნარიანი საბჭოთა სამხედრო ავიაციის შექმნა.

(Поступило 18.03. 2015)

SUMMARIER

ABOUT MOTIVATION FORMATION OF THE COMMERCIAL PILOT FLYING SAFETY

S. Tepnadze, A. Betaneli “Air Transport”, Tbilisi, 2015, № 1(10) p.(15-25) , (Russ.).

Under the authors’ attempt, on the bases of attitude theory elaborated by the distinguished Georgian Scientist – Dimitry Uznadze, psychological motivation of the Commercial Pilot Flying Safety is formed. For the perfection of the motivation, it is recommended that the individual work of the pilot to be conducted by using autotrening methods. This method is based on muscular relaxation, self-inspiration and self-education.

THE COLOUR CONTRAST SYSTEM OF THE METEOROLOGICAL DATA NTRODUSTION, ACCORDING TO THE FLIGHT SAFETY CRITERIA

A.Apkhaidze, M.Mamsirashvili “Air Transport”, Tbilisi, 2015, № 1(10) , p (26-30), (Russ.).

The results of the research methods of the airtraffic division automated weather radars data introduction is given in the article. The criteria of radar reflectory for the convective cloudness development at the Tbilisi airport region is suggested.

ABOUT STEEL FATIGUE

G. Tsirekidze, S. Bliadze, U. Dzodzuashvili, A. Gogolidze “Air Transport”, Tbilisi, 2015, № 1(10) , p (31-43). (Russ.)

In the letter there is discussed several kinds of tension, by the motion of which arise fatigue. There is represented evaluation methods of fatigue resistance taking into account the effect of asymmetric tension cycle and multiaxial strained conditions. There is given methods, which allows us, in case of Isotropic Materials, to construct EN and SN fatigue line and through them to be established construction durability.

**DEPENDENCE BETWEEN THE ENERGY-GAP WIDTH AND SHALLOW IMPURITIES
IN SEMICONDUCTORS WITH TETRAHEDRAL SYMMETRY**

K. Davitadze, Z. Gogua G. Kantidze, T. Minashvi "Air Transport", Tbilisi, 2015, № 1(10), p. (44-52), (Russ).

Theoretical and experimental study of semiconductor compounds and further improvement of their electrical parameters is of great interest to the aviation materials as their basis the modern aviation appliances. The high concentration of impurities in semiconductors may lead to changes of the zonal structure, in particular, changes are observed in density condition. The article gives a detailed description of the results of the earlier produced experimental study of the physical process and given new considerations of mathematical calculations for a particular semiconductor. In particular, the dependence of the energy-gap width in semiconductors with tetrahedral symmetry of the impurity concentration. Studies have shown that a decrease in the energy-gap width special contribution identifies both internal and external region of impurity center. The versatility of this mathematical calculation that this model makes it possible to detect the difference in individuality as an impurity, and on contribution to the change energy-gap width. Value of theoretical studies with experimental data can be considered satisfactory.

**IMPROVEMENT OF MI-8 HELICOPTER TURBO-SHSFT ENGINE BY USING OF
GAS OUTLET HEAT UTILIZATION SYSTEM**

A. Maisuradze, L. Robakidze, N. Kanchaveli, "Air Transport", Tbilisi, 2015, №1 (10), p. (53-65), (Russ).

Ability of gas outlet heat utilization system application from helicopter Mi-8 turbo shaft engine is considered, using for heating, anti ice covering and condition systems.

COMBUSTION CHAMBER OF GAS TURBINE ENGINE WITH LOW EMISSIONS

K. Broladze, Z. Jangulashvili, "Air Transport", Tbilisi, 2015, №1 (10), p. (66-78) (Russ).

Evolutionary development of the combustion chambers of Gas Turbine Engines within last 35-40 years are considered. In the article. These Combustion Chamber were designed to reduce exhaust gases (emission).

INTELLIGENCE SYSTEMS (A PRIORI FORMALIZATION) DECISION SUPPORT OF FLIGHT CONTROL (DISPATCHING) FLIGHTS OF AIR COMPANY

T. Kapanadze, L. Badenashvili, "Air Transport", Tbilisi, 2015, №1 (10), p. (79-86) (Russ).

In this paper is viewed service of dispatching management and Service of Information Support (SOIS). Dispatcher service (SOIS) wears marked purposeful function, functioning vector which is directed to maximize the safe and economical exploitation of air traveling. Is proposed structure of the automated (computer) support and decision making system (SDMS). As adviser of dispatcher (SOIS), which purpose is to help to human in decision making process during difficult non standard situations.

THE ISSUES OF INVESTIGATION THE VALIDITY OF THE OPERATOR IN MANAGEMENT ERGATIVE SYSTEMS .

S.Khoshtaria ,K.Bareladze. ,, Air Transport", Tbilisi,2015, №1(10), p. (87-93). (Russ.).

This article discusses about the investigation the validity of the operator in management ergative systems. There is proposed the ways to enhance the effecti venes of ergative processes, including aviation. The article deals with the issues of enhancement of aviation ergative system reliability. There is proposed to improve the ergative system management by using the training technigues.

THE ENHANCEMENT OF ERGATIVE SYSTEM RELIABILITY.

S.Khoshtaria,Ts. Khoshtaria, K.Bareladze. ,, Air Transport", Tbilisi, 2015, № 1(10), p. (94-101). (Russ.).

The article deals with the issues of enhancement of aviation ergative system reliability. There is proposed to improve the ergative system management by using the training technigues.

AN APPROACH TO SOLVE THE PROBLEM OF VORTEX WAKE AND FLIGHT SAFETY.

T.Kapanadze, I.Paitchadze , "Air Transport", Tbilisi, 2015, №1(10), p. (102-112), (Russ).

In this job a survey is given to promising directions of scientific and technical researches and developments in the field of air traffic management. Much attention is paid to the questions

by use of mathematical models for planning, optimization and adjustment of flight, warnings and prevention of conflict situations on the ground and in the air, including a system for solve the problem of vortex wake and flight safety. Considered algorithms of the system and increase the efficiency of structuring and for the use of air and land spaces. We suggest an algorithm which can take decision about how to solve the problem of vortex wake and flight safety, which, according to the authors, significantly reduce the time of the decision and increase the degree of optimality.

SCIENTIFIC RATIONALE OF APPROACHES OF RISK ASESSMENT INTERACTION OF AIRLINES WITH FINANCIAL INSTITUTIONS

V.A. Lototskyy , “Air Transport”, Tbilisi, 2015, № 1 (10), p. (113 -121), (Eng).

In this article considered the typical risks that arising in process of interaction of modern airlines with financial institutions and proposed basic categories of risks. Considered the methodical approach to risks management and ways to minimize them in banking system.

THE METHOD OF CALCULATION THE IN INTEGRAL OF MOR

D..Kiphiani, S.Bliadze, N..Bliadze “Air Transport”, Tbilisi, 2015, № 1 (10), p. (122 -128), (Eng).

It's known, that the angel of a deflection and a rotation in the system of stem is determined with the integral of Mor, we have to notice, that the determination of integral of Mor is rather difficult, because of integral calculation and therefore there is used an approximate way of integral calculation, called Vereshagin Rule. in case of usage of mentioned method, we have just to find multiplication area of diagram and the center of gravity, however in some case of loads it is rather difficult these data to be determined and they are calculated with the approximate way. Also this is impossible to find the absolute mistake. So in some cases of loads it's impossible to calculate an integral with the rule of Vereshagin, because the mistake may be very big. Hence, we can use the method of Triangle, Trapeze and Rectangle for calculate this integral.

DYNAMIC MODELS OF LAMINATED SYSTEMS

S.Bliadze, U. Dzodzuashvili N..Bliadze “Air Transport”, Tbilisi, 2015, № 1 (10), p. (129 -141), (Rus).

The accuracy of proposed methods is evaluated on the example of dynamic calculations of three-layer cantilever plates and pinched cylindrical shells. Calculation errors of six lower natural frequency didn't exceed 8%, and calculation errors of amplitudes of excitation oscillations account for 2%. With this the time to solve the problem was reduced more than two times.

IMPROVEMENT OF AIRCRAFT TECHNICAL SUPPORT QUALITY,

N. Dumbadze, G. Imedashvili, A. Noniadze, "Air Transport", Tbilisi, 2015, № 1(10), p. 142 -148), (Rus).

Improvement of quality indicators of technical service of aircrafts (flying machine FM) is one of the key elements in development of air transport. The analysis of reasons of airplane catastrophe showed that following factors influenced the flight security:

- Structure of FA;
- Training and qualification levels of the personnel;
- Quality of conducting of technical support.

Improvement of technical support quality of FM has a substantial effect on highly efficient use of fixed assets in civil aviation.

LEAD IN ANCIENT GEORGIA,

G.Tsirekidze, R.Chagunava "Air transport ", Tbilisi, 2015, № 1 (10) p.(149-164), (Rus.)

Here are written and archaeological data about mining and usage of lead in ancient Georgia. Also, here is mentioned that lead is accustomed to the metals, which was mastered in archaic past and had successfully been using in medicine, building-construction, in the practice of jewelery workmanship and in other areas of life in Georgia.

A.B. SHIUKOV (SHIUKASHVILI) – THE AUTHOR OF THE UNIQUE GERMAN-RUSSIAN AVIATION AND AERONAUTICS DICTIONARY

A..Betaneli, "Air Transport", Tbilisi, 2015 № 1 (10), p. (165-170), (Russ).

One of the first aviators of Georgia created the unique illustrated German-Russian aviation and aeronautics dictionary published in 1937. The dictionary gave opportunity to receive the important information on the achievements of the Nazi Germany in the field of aviation. The creative development of this information gave opportunity to establish more combat-ready Soviet military aviation.

РЕФЕРАТЫ

О ФОРМИРОВАНИИ МОТИВАЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ КОММЕРЧЕСКИХ ПИЛОТОВ

С.А. Тепнадзе, А.И. Бетанели «Воздушный транспорт» Тбилиси , 2015, № 1 (10) с. (15-25), (русск.)

Изложена попытка авторов формирования психологической мотивации безопасности полетов коммерческих пилотов на основе общепсихологической теории установки (готовности, предрасположенности), разработанной выдающимся грузинским ученым Д.Н. Узнадзе. Для индивидуальной работы коммерческих пилотов по совершенствованию мотивации безопасности полетов авторы рекомендуют применение методики аутогенной тренировки (аутотренинга), основанной на мышечной релаксации, самовнушении и самовоспитании.

ЦВЕТОКОНТРАСТНАЯ СИСТЕМА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РАДИОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО КРИТЕРИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ.

А.А. Апхаидзе, М.Г. Мамсирашвили, «Воздушный транспорт» Тбилиси , 2015, №1 (10) с. (26-30), (русск.)

В статье приводятся результаты исследования способом представления данных с автоматизированных метеорологических радиолокаторов службе движения гражданской авиации. Предложены критерии радиолокационной отражаемости для развития конвективной облачности на территории района аэропорта Тбилиси.

О КРИВОЙ УСТАЛОСТИ МЕТАЛЛА

Г. Цирекидзе, С. Блиадзе, У. Дзодзуашвили, А. Гоголидзе «Воздушный транспорт» Тбилиси , 2015, №1 (10) с. (31-43), (русск.)

В настоящей статье рассматриваются и классифицируются виды внешних воздействий, при которых возникают усталостные явления. Приводятся методы оценки сопротивления усталости с учетом влияния асимметрии цикла нагружения и многоосности напряженного состояния. Дана методика, с помощью которой можно построить EN и SN кривые усталости для изотропных материалов и установить долговечность конструкций.

ЗАВИСИМОСТЬ ШИРИНЫ ЗАПРЕЩЕННОЙ ЗОНЫ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ С ТЕТРАЭДРАЛЬНОЙ СИММЕТРИЕЙ ОТ ТОНКИХ ПРИМЕСЕЙ

К. Давитадзе, З. Гогუა, Г. Канტიдзе, Т. Минашвили «Воздушный транспорт» Тбилиси, 2015, № 1 (10) с. (44-52), (русск.)

Теоретическое и экспериментальное исследование полупроводниковых соединений и дальнейшее улучшение их электрических параметров представляет большой интерес для авиационного материаловедения, поскольку на их основе построены современные авиационные электроприборы. Высокая концентрация примесей в полупроводниках может привести к изменениям зональной структуры, в частности наблюдаются изменения плотности состояния. В статье дается подробное описание итогов раньше проведенного экспериментального исследования этого физического процесса и даны новые соображения математических расчетов для конкретного полупроводника. В частности, изучена зависимость ширины запрещенной зоны в полупроводниках с тетраэдральной симметрией от концентрации примеси. Исследования показали, что в уменьшении ширины запрещенной зоны особый вклад выявляет как внутренняя, так и внешняя область центра примеси. Универсальность данного математического исчисления в том, что эта модель дает возможность обнаружить разницу как по индивидуальности примеси, так и по вкладу в изменение запрещенной зоны. Соответствие проведенных теоретических исследований с экспериментальными данными можно считать удовлетворительным.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТУРБОВАЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВЕРТОЛЕТОВ МИ-8 С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ

А.Майсурадзе, Л.Робакидзе, Н.Канчавели, "Воздушный транспорт", Тбилиси, 2015, № 1 (10), с (53-65), (русск)

В статье рассмотрены вопросы усовершенствования характеристик турбовальных двигателей вертолета Ми-8 с использованием системы утилизации тепла выхлопных газов. Такую систему утилизации можно широко применить как на всех модификациях вертолетов Ми-8, а также для различных летательных аппаратов, которые оснащены турбовальными и турбовинтовыми двигателями.

КАМЕРА СГОРАНИЯ С МАЛЫМ ВЫБРОСОМ ВРЕДНЫХ ГАЗООБРАЗНЫХ ВЕЩЕСТВ

К.Э.Броладзе, З.Р. Джангулашвили "Воздушный транспорт", Тбилиси, 2015, №1 (10), ст.(66-78) (русск) .

В статье рассмотрено эволюционное развитие камер сгорания ГТД компании General Electric за последние 35-40 лет, которое связано со стремлением снизить выделение вредных газообразных веществ. Достигнутые результаты проанализированы с точки зрения закономерностей физико-химических процессов.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ (АПРИОРНАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ) ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЁТОМ (ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ) РЕЙСОВ АВИАКОМПАНИЙ.

Т.Капанадзе, Л.Беденашвили. «Воздушный транспорт», Тбилиси, 2014, №1 (10), ст. (79-86). (русск.).

В работе рассматривается служба диспетчерского управления и информационного обеспечения полёта рейсов авиакомпаний (ПРА). Диспетчер ПРА - это член экипажа воздушного судна на земле. Предлагается структура автоматизированной (компьютерной) системы поддержки и принятия решения (СППР).

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА В ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ.

С.Хоштария, К. Бареладзе. «Воздушный транспорт», Тбилиси, 2015, № 1 (10), с. (87-93). (русск.).

В статье рассмотрены вопросы исследования деятельности оператора в эргатических системах. Предлагаются пути повышения эффективности эргатических процессов в том числе и авиационных.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ АВИАЦИОННЫХ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.

С.Хоштария, Ц. Хоштария, К. Бареладзе. «Воздушный транспорт», Тбилиси, 2015, № 1(10), с (94-101). (русск.).

В работе рассмотрены вопросы повышения надёжности авиационной эргатической системы. Предлагается путь повышения эффективности управления эргатической системы с использованием тренажёрной техники.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ВИХРЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

Т.Капанадзе, И.Пайчадзе, «Воздушный транспорт», Тбилиси, 2015, №1 (10) (102-112) с. (русск).

В работе дан обзор перспективных направлений научно-технических исследований и разработок в области организации воздушного движения. Большое внимание уделено вопросам использования математических моделей для планирования, оптимизации и корректировки полётов, предупреждения и устранения конфликтных ситуаций на земле и в воздухе, включая систему обеспечения вихревой безопасности.

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ РИСКОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АВИАЦИОННЫХ КОМПАНИЙ С ФИНАНСОВЫМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ

В.. Логотский «Воздушный транспорт», Тбилиси, 2015, №1(10), (113-121) с. (англ).

В статье рассматриваются риски, возникающие в процессе взаимодействия современных авиакомпаний с финансовыми учреждениями и предложены основные категории рисков. Рассмотрен методический подход к управлению рисками, а также пути их минимизации в банковской системе.

В ОДНОМ МЕТОДЕ РАСЧЕТА ИНТЕГРАЛ МОРА

Д. Кипиани, С. Блиадзе, Н. Блиадзе «Воздушный транспорт», Тбилиси, 2015, № 1 (10), с. (122-128). (англ.).

Рассмотрены вопросы численного интегрирования интеграла Мора с помощью провила Верещагина и формулы параболы. Приведен сравнительный анализ и показаны преимущества формулы параболы.

ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СЛОИСТЫХ СИСТЕМ

С. Блиадзе, У. Дзодзуашвили «Воздушный транспорт», Тбилиси, 2015, № 1 (10), с. (129-141). (русс.).

Для расчета оболочечных сэндвич конструкций используется метод конечных элементов, что позволяет учитывать деформации сдвига с поперечными деформациями и инерционные эффекты движения отдельных слоев. Предложенный алгоритм не связан с формированием ламинированных конечных элементов, они заменяются пакетами из конечных элементов толстых и тонких пластин и оболочек. Использование подобных аппроксимирующих функций для форм и перемещений обеспечит совместимость пакета деформаций и моделей вложения отдельных конечных элементов, что позволит оценить напряжения и деформации с максимальным приближением к аналитическому расчету.

УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ,

Н. И. Думбадзе, Г.П. Имедашвили, А. В. Нониадзе, «Воздушный транспорт», Тбилиси, 2015, № 1 (10), с. (142-148). (русс.).

Улучшение показателей качества технического обслуживания летательных аппаратов (ЛА) является одним из значительных элементов развития воздушного транспорта. Анализ причин катастрофов показал, что на безопасность полетов влияют следующие факторы:

- конструкция ЛА;
- подготовка и уровень квалификации персонала;
- качество проведения технического обслуживания.

Улучшение качества технического обслуживания ЛА значительно влияет на повышение эффективности использования основных фондов гражданской авиации.

СВИНЕЦ В ДРЕВНЕЙ ГРУЗИИ.

Г.Г.Цирекидзе, Р.В.Чагунава. «Воздушный транспорт», Тбилиси, 2015, № 1 (10), с. (149-164). (русс.).

Проанализированы письменные и археологические данные по добыче, переработке и применению свинца в древней Грузии. Указывается, что свинец принадлежит к числу тех металлов, которые в Грузии были освоены в архаическом прошлом и успешно

применялись в различных областях быта, медицине, строительстве, ремесленной практике.

А. ШИУКОВ (ШИУКАШВИЛИ)- АВТОР УНИКАЛЬНОГО НЕМЕЦКО-РУССКОГО СЛОВАРЯ ПО АВИАЦИИ И ВОЗДУХОПЛАВАНИЮ

А.И. Бетанели «Воздушный транспорт», Тбилиси, 2015, № 1(10), (165-170), с.
(русск)

Один из первых авиаторов Грузии создал уникальный иллюстрированный немецко-русский словарь по авиации и воздухоплаванию , опубликованный в 1937году. Словарь дал возможность получения важной информации о достижении фашистской Германии в области авиации. Творческое освоение этой информации дало возможность создания более боеспособной советской военной авиации.

რეფერატები

კომერციული პილოტების ფრენის უსაფრთხოების მოტივაციის ფორმირების შესახებ
ს.ტეფნაძე, ა. ბეთანელი «საჰაერო ტრანსპორტი». თბილისი, 2015, № 1(10) (15-25), გვ.
რუს.

ავტორების მცდელობით, გამოჩენილი ქართველი მეცნიერის დ.ნ.უზნაძის მიერ შემუშავებული განწყობის თეორიის საფუძველზე, ჩამოყალიბებულია კომერციული პილოტების ფრენის უსაფრთხოების ფსიქოლოგიური მოტივაცია. მოტივაციის სრულყოფისათვის, პილოტის ინდივიდუალური მუშაობა, მიზანშეწონილია. აუტოგენური გაწაფვის (აუტოტრენინგის) მეთოდიკის გამოყენებით წარიმართოს, ეს მეთოდიკა კუნთოვან რელაქსაციაზე, თვითშთაგონებაზე და თვითაღზრდაზეა დაფუძნებული.

რადიომეტეოროლოგიური მონაცემების წარდგენის ფერადკონტრასტული სისტემა ფრენის უსაფრთხოების კრიტერიუმების მიხედვით

ა.აფხაიძე, მ.მამსირაშვილი , «საჰაერო ტრანსპორტი». თბილისი, 2015, № 1 (10) (26-30), გვ. რუს.

ნაშრომში მოყვანილია ავტომატიზებული მეტეოროლოგიური რადიოლოკაციური მონაცემების წარდგენის საშუალებათა გამოკვლევის შედეგები. შემოთავაზებულია კონვექტიური ღრუბლების განვითარების შესაძლებლობათა კრიტერიუმები რადიოლოკაციური ამრეკვლადობის მიხედვით თბილისის აეროპორტის რაიონისათვის

მეტალის დაღლილობის მრუდის შესახებ

გ. ცირეკიძე, ს. ბლიაძე, უ. ძობუაშვილი, ა. გოგოლიძე «საჰაერო ტრანსპორტი», თბილისი, 2015, № 1(10) (31-43), გვ. (რუს).

წარმოდგენილ სტატიაში მოცემულია მეთოდის, რომელიც საშუალებას გვაძლევს იზოტროპული მასალების შემთხვევაში აგებულ იქნეს EN და SN დადგენილების მრუდები და მათი მეშვეობით დადგენილ იქნეს კონსტრუქციის ხანგამძლეობა.

ტეტრაედრული სიმეტრიის ნახევარგამტარებში აკრძალული ზონის სიგანის დამოკიდებულება თხელ მინარევებზე

ქ. დავითაძე, ზ. გოგუა, გ. კანტიძე, თ. მინაშვილი, “საჰაერო ტრანსპორტი». თბილისი, 2015, № 1(10), (44-52), გვ. რუს.

თანამედროვე საავიაციო ელექტრული ხელსაწყოები ნახევარგამტარული შენაერთების ბაზაზეა აგებული და მათი ელექტრული პარამეტრების შემდგომი გაუმჯობესებისათვის თეორიული და ექსპერიმენტური კვლევები მუდმივად მიმდინარეობს. დიდი კონცენტრაციით შეყვანილმა მინარევებმა ნ/გ-ს ზონურ სტრუქტურაში ცვლილებები შეიძლება გამოიწვიოს, კერძოდ ადგილი აქვს მდგომარეობათა სიმკვრივის ცვლილებას. ნაშრომში დეტალურადაა განხილული ამ ფიზიკურ პროცესზე აქამდე ჩატარებული კვლევების შედეგები და მოწოდებულია უკვე ახალი მოსაზრებები კონკრეტული ნახევარგამტარებისთვის. კერძოდ, განხილულია ტეტრაედრული სიმეტრიის ნახევარგამტარებში აკრძალული ზონის სიგანის დამოკიდებულება მინარევთა კონცენტრაციაზე. გამოთვლებმა აჩვენა, რომ აკრძალული ზონის შემცირებაში წვლილი შეაქვს მინარევული ცენტრის გარე და შიდა არეს. პირველად იქნა შექმნილი აკრძალული ზონის სიგანის გამოსათვლელი მათემატიკური მოდელი, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოკვეთოს განსხვავება მინარევების ინდივიდუალურობისა და მათ მიერ აკრძალული ზონის ცვლილებაში სხვადასხვა წვლილის მიხედვით და ის თანხვედრაშია აქამდე არსებულ ექსპერიმენტალურ მონაცემებს, რაც შეიძლება დიდ მიღწევად ჩაითვალოს.

შვეულმფრენ MI-8 ტურბოლილვური ძრავების გაუმჯობესება გამონაბოლქვი აირების სითბოს უტილიზაციის სისტემის გამოყენებით.

ა.მაისურაძე, ლ.რობაქიძე, ნ.ყანჩაველი “საჰაერო ტრანსპორტი”. თბილისი, 2015, №1(10), (53-65), გვ. რუს.

სტატიაში განხილულია შვეულმფრენის MI-8 ტურბოლილვური ძრავებიდან გამომავალი ნამუშევარი აირების სითბოს უტილიზაციის სისტემის გამოყენების შესაძლებლობა, არსებული გათბობის, შემოყინვის საწინააღმდეგო და კონდიციონერების სისტემების საჭიროებისათვის.

მავნე ნივთიერებების მცირე რაოდენობით გამობოლქვის აირტურბინული ძრავას წვის კამერები

კ.ბროლაძე, ზ.ჯანგულაშვილი“საჰაერო ტრანსპორტი“,თბილისი“,2015,№ 1(10), (66-78), გვ. რუს.

სტატიაში განხილულია აირტურბინული ძრავების წვის კამერების განვითარება ბოლო 35-40 წლის განმავლობაში.საუბარია იმ კამერებზე რომლებიც შეიქმნა მავნე ნივთიერებების გამობოლქვის რაოდენობის შესამცირებლად.

ავიაკომპანიების რეისების ფრენის ფრენის მართვის (დისპეტჩერიზაციის) მხარდამჭერი გადაწყვეტილების მიმღები ინტელექტუალური სისტემები (აპრიორულია ფორმალიზაცია).

თ.კაპანაძე, ლ.ბედენაშვილი. «საჰაერო საჰაერო ტრანსპორტი», თბილისი, 2014, №1 (10), გვ. (79-86). (რუს.).

ნაშრომში განხილულია ავიაკომპანიების რეისების ფრენის დისპეტჩერული მართვის და ინფორმაციული უზრუნველყოფის სამსახური (არფ). ზოგადად არფ-ის დისპეტჩერი არის საჰაერო ხომალდის ეკიპაჟის წევრი „მიწაზე“. შემოთავაზებულია ავტომატიზებული (კომპიუტერული) გადაწყვეტილების მიღების მხარდამჭერი სისტემის სტრუქტურა.

მართვის ერგატიულ სისტემებში ოპერატორის მოქმედების გამოკვლევის ზოგიერთი საკითხი

ს.ხომტარია , კ. ბარელაძე. „საჰაერო ტრანსპორტი, ”თბილისი, 2015, №1 (10), გვ.(87-93). (რუს.).

სტატიაში მოცემულია მართვის ერგატიულ სისტემებში ოპერატორის მიერ ამოცანის გადაწყვეტის ოპტიმალური გზის მოძებნის საკითხი. შემოთავაზებულია ერგატიულ სისტემაში ოპერატორის და მთელი პროცესის შესრულების საშუალო დრო და საშუალო დროის კვადრატული გადახრა.

ავიაციური ერგატიული სისტემის საიმედობის ამაღლება

ს.ხომტარია, ც.ხომტარია,კ.ბარელაძე „საჰაერო ტრანსპორტი“. თბილისი, 2015,№1 (10), (94-101), გვ. (რუს).

ნაშრომში განხილულია ავიაციური ერგატიული სისტემის საიმედობის გაზრდის საკითხები. შემოთავაზებულია ერგატიული სისტემის მართვის ამაღლების გზა ტრენაჟორული ტექნიკის გამოყენებით.

დაგრიგალების პრობლემის გადაწყვეტის მეთოდოლოგიის ერთ-ერთი მიდგომის შესახებ

თ.კაპანაძე ი.პაიჭაძე, „საჰაერო ტრანსპორტი“. თბილისი, 2015,№ 1 (10), (102-112), გვ. (რუს).

ნაშრომში განხილულია სამეცნიერო-ტექნიკური კვლევების პერსპექტიული მიმართულებები საჰაერო მოძრაობის მართვის სფეროში. გამახვილებულია ყურადღება კითხვებზე როგორებიცაა მათერმატიკური მოდელების გამოყენება ფრენების დაგეგმვას, ოპტიმიზაციას და კორექტირებასთან მიმართებაში.

საავიაციო კომპანიების და ფინანსურ დაწესებულებათა თანამოქმედების რისკის შეფასების მიდგომათა მეცნიერული საბუთიანობა

ვ. ლოტოტსკი „საჰაერო ტრანსპორტი“. თბილისი, 2015, № 1 (10), (113-121), გვ. (ინგ).

სტატიაში განხილულია თანამედროვე საავიაციო კომპანიების და ფინანსურ დაწესებულებათა თანამოქმედების პროცესში ვწარმოქმნილი რისკი და შეთავაზებულია რისკის ძირითადი კატეგორიები. განხილულია რისკის მართვისადმი მეთოდური მიდგომა და საბანკო სისტემაში რისკის მინიმიზაციის გზები.

მორის ინტეგრალის გამოთვლის ერთი მეთოდის შესახებ

დ. ყიფიანი, ს. ბლიაძე, ნ. ბლიაძე, „საჰაერო ტრანსპორტი“. თბილისი, 2015, №1(10), (122-128), გვ. (ინგ).

ნაშრომში განხილულია მორის ინტეგრალის გამოთვლის რიცხვითი მეთოდების შესახებ, კერძოდ, ინტეგრალის გამოთვლა ვერეშაგინის მეთოდითა და პარაბოლის ფორმულის გამოყენებით. შედარებითი ანალიზის საფუძველზე ნაჩვენებია პარაბოლის ფორმულის უპირატესობა.

ფენოვანი სისტემების დინამიკური მოდელები

ს. ბლიაძე, უ. მოძუაშვილი „საჰაერო ტრანსპორტი“. თბილისი, 2015, №1 (10), (129-141), გვ. (რუს).

ნაშრომში გადმოცემულია ფენოვანი სისტემების სტრუქტურა და მათი საანგარიშო მოდელები. მრავალფენიანი გარსების გაანგარიშებისათვის ვიყენებთ სასრულ ელემენტთა მეთოდს, რაც საშუალებას გვაძლევს გათვალისწინებულ იქნეს განივი ძვრის დეფორმაციები და ინერციული ეფექტი ცალკეული ფენებისათვის.

საჰაერო ხომალდების ტექნიკური მომსახურების ხარისხის სრულყოფა

ნ. დუმბაძე, გ. იმედაშვილი, ა. ნონიაძე, „საჰაერო ტრანსპორტი“. თბილისი, 2015, №1 (10), (142-148), გვ. (რუს).

საფრენი აპარატების ტექნიკური მომსახურების ხარისხის გაუმჯობესების მაჩვენებლები წარმოადგენენ საჰაერო ტრანსპორტის განვითარების მნიშვნელოვან ფაქტორებს.

კატასტროფების მიზეზების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ფრენების უსაფრთხოებაზე მოქმედებენ შემდეგი ფაქტორები:

- საფრენი აპარატების კონსტრუქცია;
- პერსონალის კვალიფიკაციის დონე;
- ტექნიკური მომსახურების ჩატარების ხარისხი.

საფრენი აპარატების ტექნიკური მომსახურების ხარისხის გაუმჯობესება მნიშვნელოვნად განაპირობებს სამოქალაქო ავიაციის ძირითადი საშუალებების გამოყენების ეფექტიანობის ამაღლებას.

ტყვია ძველ საქართველოში

გ. ცირეკიძე, რ. ჩაგუნავა „საჰაერო ტრანსპორტი“. თბილისი, 2015, № 1 (10), (149-164), გვ. (რუს).

სვანეთი უნდა ჩაითვალოს, სადაც ამ მეტალის გამოდნობის რამდენიმე ხერხს ფლობდნენ. მოძიებული მასალები დამაჯერებლად მეტყველებს ტყვიის მოპოვება-დამუშავების, ისე როგორც თავის დროზე - სამთო - მეტალურგიული წარმოების აღორძინება - განვითარების, საქმეში მეცნიერი მეფის ვახტანგ VI - ის დიდი ღვაწლწერილობითი წყაროების და არქეოლოგიური მონაცემების საფუძველზე მითითებულია საქართველოს ტერიტორიაზე ტყვიის გამოდნობის შემთხვევები. მათ შორის ამ მიზნით ყველაზე ადრეული, ძველი წელთაღრიცხვის VI-V ათასწლეულებში აღდგენითი დნობის, უმარტივესი მეტალურგიული პროცესია, რომელიც გამოიყენებოდა დინასტიამდელ ეგვიპტეში. ტყვიის მოპოვების ერთ-ერთ ცენტრად ის შესახებ, რომელმაც ასევე შექმნა უმნიშვნელოვანესი სამეცნიერო - სახელმძღვანელო წიგნი ქიმიაში. წარმოდგენილი ცნობები ტყვიის და მისი შენაერთების გამოყენების შესახებ მედიცინაში, მშენებლობაში და ყოფა-ცხოვრების სხვა სფეროებში ადასტურებს ძველი ქართველი ოსტატ-მეტალურგების, ტექნოქიმიკოსების და ხელოსნების ტექნიკური ცოდნის და შრომითი უნარების მაღალ დონეს.

ა. შიუკოვი (შიუკაშვილი) – ავტორი უნიკალური, გერმანულ–რუსული დასურათებული ლექსიკონისა ავიაციისა და ჰაერნაოსნობის დარგში ა.ბეთანელი, “საჰაერო ტრანსპორტი, თბილისი, 2015, № 1 (10), (165-170), გვ. (რუს).

საქართველოს ერთ–ერთმა პირველმა ავიატორმა ალექსი შიუკაშვილმა შექმნა და 1937 წელს გამოაქვეყნა უნიკალური, დასურათებული გერმანულ–რუსული ლექსიკონი ავიაციის და ჰაერნაოსნობის დარგში. ამ დროს უკვე იწყებოდა მეორე მსოფლიო ომი. ცხადი იყო საბჭოთა კავშირსა და ფაშისტურ გერმანიას შორის ომის გარდაუვალობა.ა. შიუკაშვილმა გადალახა ის დიდი სიძნელე, რომელიც დაკავშირებული იყო ფაშისტური იდეოლოგიის თვალსაზრისით გადაკეთებული გერმანული საავიაციო ტერმინების არსის გარკვევასთან.ლექსიკონის საშუალებით მოპოვებული იყო მნიშვნელოვანი ინფორმაცია გერმანიის საავიაციო მიღწევების შესახებ. ამ ინფორმაციის შემოქმედებითი გადამუშავების საფუძველზე შესაძლებელი გახდა უფრო ბრძოლისუნარიანი საბჭოთა სამხედრო ავიაციის შექმნა.

К сведению авторов статей

Авторы обязаны представить статьи со строгим соблюдением следующих требований.

1. Статья должна быть представлена в редакцию с рецензией и письменным ответом автора(ов) на заключение рецензента. Авторы с Авиационного университета Грузии и других вузов должны представить постановления советов соответствующих факультетов о целесообразности публикации данной статьи, а авторы с НИИ и предприятий – решения научных или научно-технических советов.
2. Работа подготавливается в Microsoft Word.
3. Статьи на русском и английском языках должны быть набраны шрифтом Times New Roman. Грузинский шрифт должен быть набран шрифтом Sylfaen.
4. Статья должна быть представлена в редакцию на листах белой бумаги размером А4 и дискетой 1,44 МВ или CD диском. Размер шрифта 12, интервал 1,5; поля: Top - 3,5, Left – 2,5, Right – 2, Bottom – 2,5. Название работы собирается шрифтом 14; фамилия, имя, отчество автора(ов) – шрифтом 13; название организации, где выполнена работа, указывается в скобках – шрифтом 13; резюме работы выполняется курсивным шрифтом 12; ключевые слова – шрифтом 12; к работе, выполненной на русском языке, после литературы шрифтом 12 прилагается резюме на английском языке с указанием названия труда, имени, отчества и фамилии автора(ов).
5. Таблицы, схемы, графики и формулы должны быть представлены посредством компьютерной [графики] [печати].
6. При оформлении списка литературы, когда упоминаются книги, необходимо указать: фамилию(ии) автора(ов), инициалы, название книги, место публикации, издательство, год выпуска, количество страниц. Если указывается научная статья, надо указать: фамилию(ии) автора(ов), название статьи, две наклонные линии, выделяющие название журнала (конференции, конгресса и т.д.), место публикации, год издания, номер тома журнала, начальная и конечная страницы статьи. При использовании авторских свидетельств (АС) на изобретения или патентов в списке литературы указываются: название изобретения, государство, которому принадлежит патент (или АС), номер патента (или АС), дата выдачи патента (или АС), две наклонные линии, автор(ы), место и год публикации.
7. Общий объем статьи не должен превышать 10 страниц.
8. В случае отрицательной рецензии, по просьбе автора, редакционная коллегия может разрешить публикацию с грифом в порядке обсуждения.
9. Статья должна быть подписана автором(ами).

Памятка рецензента

В рецензии на статью должны быть отражены следующие вопросы.

1. Актуальность темы.
2. Научная новизна.
3. Практическое значение.
4. Методологическая обоснованность методики исследования.
5. Корректность проведенного исследования.
6. Соответствие международным стандартам ISO.
7. Применение международной системы единиц SI.
8. Наличие стилистических, грамматических и терминологических ошибок в тексте.
9. Заключение о целесообразности или нецелесообразности публикации.

SCIENTIFIC ISSUE
INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL
AIR TRANSPORT

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ВОЗДУШНЫЙ ТРАНСПОРТ

Technical Editor: **V. Mikadze**
Технический редактор: **В. Микадзе**

Computer provide of **Manana Kalandadze**
Компьютерное обеспечение: **Манана Каландадзе**

Издательство ООО «Стамба - G»

Publishing house LTD «Stamba-G»

2015

190