



RS Global

ISSN 2413-1032



WORLD SCIENCE

Multidisciplinary Scientific Edition



RS Global

WORLD SCIENCE

№ 7(35)
Vol.5, July 2018

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws

All articles are published in open-access and licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0). Hence, authors retain copyright to the content of the articles.

CC BY 4.0 License allows content to be copied, adapted, displayed, distributed, re-published or otherwise re-used for any purpose including for adaptation and commercial use provided the content is attributed.

Detailed information at Creative Commons site: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Publisher –
RS Global Sp. z O.O.,
Warsaw, Poland

Numer KRS: 0000672864
REGON: 367026200
NIP: 5213776394

Publisher Office's address:
Dolna 17, lok. A_02
Warsaw, Poland,
00-773

Website: <https://rsglobal.pl>
E-mail: editorial_office@rsglobal.pl
Tel: +48 226 0 227 03

DOI: 10.31435/rsglobal_ws
OCLC Number: 1051262033
Publisher - RS Global Sp. z O.O.
Country - Poland
Format: Print and Electronic version
Frequency: monthly
Content type: Academic/Scholarly

CHIEF EDITOR

Laputyn Roman PhD in transport systems, Associate Professor, Department of Transport Systems and Road Safety, National Transport University, Ukraine

EDITORIAL BOARD:

Nobanee Haitham Associate Professor of Finance, Abu Dhabi University, United Arab Emirates

Almazari Ahmad Professor in Financial Management, King Saud University-Kingdom of Saudi Arabia, Saudi Arabia

Lina Anastassova Full Professor in Marketing, Burgas Free University, Bulgaria

Mikiashvili Nino Professor in Econometrics and Macroeconomics, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

Alkhalwaldeh Abdullah Professor in Financial Philosophy, Hashemite University, Jordan

Mendebaev Toktamys Doctor of Technical Sciences, Professor, LLP "Scientific innovation center "Almas", Kazakhstan

Yakovenko Nataliya Professor, Doctor of Geography, Ivanovo State University, Shuya

Mazbayev Ordenbek Doctor of Geographical Sciences, Professor of Tourism, Eurasian National University named after L.N.Gumilev, Kazakhstan

Sentyabrev Nikolay Professor, Doctor of Sciences, Volgograd State Academy of Physical Education, Russia

Ustenova Gulbaram Director of Education Department of the Pharmacy, Doctor of Pharmaceutical Science, Kazakh National Medical University name of Asfendiyarov, Kazakhstan

Harlamova Julia Professor, Moscow State University of Railway Transport, Russia

Kalinina Irina Professor of Chair of Medicobiological Bases of Physical Culture and Sport, Dr. Sci.Biol., FGBOU VPO Sibirsky State University of Physical Culture and Sport, Russia

Imangazinov Sagit Director, Ph.D. Pavlodar affiliated branch "SMU of Semei city", Kazakhstan

Dukhanina Irina Professor of Finance and Investment Chair, Doctor of Sciences, Moscow State Medical Dental University by A. I. Evdokimov of the Ministry of health of the Russian Federation, Russian Federation

Orehowskyi Wadym Head of the Department of Social and Human Sciences, Economics and Law, Doctor of Historical Sciences, Chernivtsi Trade-Economic Institute Kyiv National Trade and Economic University, Ukraine

Peshcherov Georgy Professor, Moscow State Regional University, Russia

Mustafin Muafik Professor, Doctor of Veterinary Science, Kostanay State University named after A. Baitursynov

Ovsyanik Olga Professor, Doctor of Psychological Science, Moscow State Regional University, Russian Federation

Kuzmenkov Sergey Professor at the Department of Physics and Didactics of Physics, Candidate of Physico-mathematical Sciences, Doctor of Pedagogic Sciences, Kherson State University

Safarov Mahmatali Doctor Technical Science, Professor Academician Academia Science Republic of Tajikistan, National Studies University "Moscow Power Institute" in Dushanbe

Omarova Vera Professor, Ph.D., Pavlodar State Pedagogical Institute, Kazakhstan

Koziar Mykola Head of the Department, Doctor of Pedagogical Sciences, National University of Water Management and Nature Resources Use, Ukraine

Tatarintseva Nina Professor, Southern Federal University, Russia

Sidorovich Marina Candidate of Biological Sciences, Doctor of Pedagogical Sciences, Full Professor, Kherson State University

Polyakova Victoria Candidate of Pedagogical Sciences, Vladimir Regional Institute for Educational Development name L. I. Novikova, Russia

Issakova Sabira Professor, Doctor of Philology, The Aktyubinsk regional state university of K. Zhubanov, Kazakhstan

Kolesnikova Galina Professor, Taganrog Institute of Management and Economics, Russia

Utebaliyeva Gulnara Doctor of Philological Science, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Uzilevsky Gennady Dr. of Science, Ph.D., Russian Academy of National Economy under the President of the Russian Federation, Russian Federation

Krokhmal Nataliia Professor, Ph.D. in Philosophy, National Pedagogical Dragomanov University, Ukraine

Chorny Oleksii D.Sc. (Eng.), Professor, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

Pilipenko Oleg Head of Machine Design Fundamentals Department, Doctor of Technical Sciences, Chernigiv National Technological University, Ukraine

Nyyazbekova Kulanda Candidate of pedagogical sciences, Kazakhstan

Cheshmedzhieva Margarita Doctor of Law, South-West University "Neofit Rilski", Bulgaria

Svetlana Peneva MD, dental prosthetics, Medical University - Varna, Bulgaria

Rossikhin Vasily Full dr., Doctor of Legal Sciences, National Law University named after Yaroslav the Wise, Ukraine

Pikhtirova Alina PhD in Veterinary science, Sumy national agrarian university, Ukraine

Temirbekova Sulukhan Dr. Sc. of Biology, Professor, Federal State Scientific Institution All-Russia Selection-Technological Institute of Horticulture and Nursery, Russian Federation

CONTENTS

TRANSPORT

- Маруніч В. С., Харута В. С., Данильченко Ю. С.,
Таран О. О., Ткачук А. С., Соломаха Ю. В.*
ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ: ЛОГІСТИЧНО-ІНФРАСТРУКТУРНІ АСПЕКТИ..... 4

ENGINEERING SCIENCES

- Софійський К. К., Стасевич Р. К., Агаєв Р. А., Власенко В. В., Дудля Е. Е.*
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗАВАРИЙНОЙ РАБОТЫ ПАРОТУРБИНОЙ
КОГЕНЕРАЦИИ..... 13
- Стрежекурів Э. Е., Проценко А. В., Пабат А. И., Мусиенко К. А., Ревак Е. А.*
АККУМУЛЯТОР НА ОСНОВЕ ZR +PB КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК
ПИТАНИЯ..... 21
- Ащепкова Н. С., Богданов В. А., Ащепков С. А.*
ДИНАМИКА МОДЕЛИ ДВУХКОЛЕСНОГО ТРАНСПОРТНОГО РОБОТА 26
- Ковтун С. І., Іванов С. О., Декуша Л. В., Декуша О. Л., Воробйов Л. Й.*
ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЦІЙНОГО ТЕПЛООБМІНУ ТА ІНСОЛЯЦІЇ..... 31
- Михалків Д. В.*
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВ В
ПРИМІЩЕННІ ПРИ ПЕРЕРИВЧАСТОМУ ОПАЛЕННІ ЕЛЕКТРИЧНИМИ
КОНВЕКТОРАМИ..... 39
- Паилодзе Н. О., Вадачкорія З. А., Абесадзе Н. М.*
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРИКОТАЖНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ
КАРДИОТОМИЧЕСКОГО РЕЗЕРВУАРА – РЕИНФУЗОРА 46
- Ivitski I. I.*
INJECTION MOLDING OF INTELLECTUAL POLYMER MATERIALS..... 49
- Mushtruk M., Vasylyv V., Mukoid R., Boiko P., Bondar M.*
FEATURES OF BIODIESEL PRODUCTION FROM WASTE OILS AND TECHNICAL
ANIMAL FATS..... 52
- Tabatadze L. V., Shvelidze V. V.*
USE OF TECHNOLOGIES OF OZONE IN MANUFACTURE OF FOOD PRODUCTS 58

TRANSPORT

ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ: ЛОГІСТИЧНО-ІНФРАСТРУКТУРНІ АСПЕКТИ

Маруніч В. С., к.т.н, доцент

Харута В. С., к.т.н

Данильченко Ю. С., магістрантка

Таран О. О., магістрантка

Ткачук А. С., магістрантка

Соломаха Ю. В., магістрантка

Україна, Київ, Національний транспортний університет

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/12072018/6034

ARTICLE INFO

Received: 16 May 2018

Accepted: 22 June 2018

Published: 12 July 2018

KEYWORDS

passenger transportations;
transport infrastructure;
logistics-infrastructure aspects;
transport services;
information support.

ABSTRACT

The purpose of the article is to demonstrate the methodology of improvement of passenger transport in the context of implementing the concept of logistics organization and management of transport infrastructure, and on this basis, increasing mobility and transport services of the population of Ukraine to the generally accepted European social standards and guarantees.

Citation: Маруніч В. С., Харута В. С., Данильченко Ю. С., Таран О. О., Ткачук А. С., Соломаха Ю. В. (2018) Pasazhyrski Perevezennia: Lohistychno-Infrastrukturni Aspekty. *World Science*. 7(35), Vol.5. doi: 10.31435/rsglobal_ws/12072018/6034

Copyright: © 2018 Маруніч В. С., Харута В. С., Данильченко Ю. С., Таран О. О., Ткачук А. С., Соломаха Ю. В. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Початок ХХІ ст. характеризується об'єктивно-прогресивними значеннями невинного поступу логістики як науки та практики розвитку суспільного виробництва.

Останнім часом, результативність логістичних рішень в організації вантажних перевезень наводить на думку про доцільність розгляду логістичних підходів вирішення проблем пасажирського транспорту щодо забезпечення соціально необхідного транспортного обслуговування населення. Адже, до глобальних задач логістики відноситься саме досягнення максимального ефекту за мінімуму витрат при нестабільності ринку транспортних послуг [1].

Сучасний етап функціонування української транспортної системи характеризується кризовим станом і розглядається як перехідний до сталих ринкових відносин. За багатьма ознаками він нагадує енергетичну кризу, яка мала місце в першій половині 70-х років в капіталістичних країнах. Ця криза дала потужний поштовх удосконаленню техніки та технологій перевезень в Західній Європі і США. Виходу з такої ситуації сприяло використання логістики при плануванні, розподілі та управлінні перевезеннями і їх забезпеченням. В першу чергу це відносилось до вантажних перевезень.

У Франції завдяки системному підходу до перевезень продукції шляхом автоматизованої інтеграції транспортних потоків у виробничий процес, в якому ця продукція

споживається, була започаткована наука про рух товарів, його планування і управління, яка дістала назву транспортна логістика.

Термін “логістика” вперше використали стародавні греки в значенні “мислення, розрахунок, доцільність” [2]. Як науку про управління, перевезення та постачання військ трактував логістику на початку XIX століття французький вчений А. Джоміні. А вже в середині цього століття логістика набула великого значення у військовій справі і одержала значний розвиток.

Великим випробуванням на ефективність логістики стало її застосування в організації взаємодії між підприємствами американського військово-промислового комплексу, транспортом і постачанням армії в роки другої світової війни.

В післявоєнний період японські, китайські та сінгапурські спеціалісти досягли небувалих успіхів у розвитку виробництва не тільки тому, що взяли на озброєння принципи логістики, але й тому що надали їй нового змісту, який виразився у взаємопов’язаній діяльності як постачання транспортом, так і збуту та виробництва.

Стосовно започаткування логістики в Україні, то як тут не згадати стародавню професію чумака, (прообраз сучасного комівояжера – логістика), яка понад 300 років потому, означала престиж, багатство, і що важливо, звільнення від панщини. Нагадаємо, що чумацькі ватаги збиралися навесні, а поверталися перед осінніми морозами. Окрім поставок солі, традиційним вантажем також були зерно, віск, мед, сушена риба тощо. А вижити під час подорожі в безлюдному степу чумакам допомагали суворі правила. До прикладу, на щорічних зборах чумаки обирали отамана – він відповідав за маршрут, грошові питання та дисципліну.

Складність праці чумаків полягала також у тому, що вони не просто перевозили товар, на відстані тисяч кілометрів (до речі катастрофічно повільно 2 км/год і за день долали лише 30 км), а й захищали його від численних розбійників. Напади останніх відбувалися часто, і це розвинуло в чумака відчуття воїна. Саме зі старих чумаків сформувався стержень козацтва як класу.

Також чумаки були дипломатами. Вони укладали міждержавні економічні угоди незалежно від військово-політичних ситуацій на землях, де здійснювали свою діяльність. Це дозволяло чумакам не боятися армій сусідів, із якими постійно точилися війни, а стабільно займатися своєю справою та відкривати для себе нові ринки збуту й імпорту – основу логістики.

Майже всі шляхи загальноукраїнського значення сьогодні – засновані саме чумаками-логістиками. Коли нашу територію вкривали безкраї степи, більшість доріг виключно з’єднували між собою найближчі села. Чумакам було не вигідно втрачати час, подорожуючи поселеннями, і вони прокладали власні маршрути, прив’язуючись лише до річок (зادля орієнтації на місцевості та постійного доступу до прісної води) [3].

А тим часом на теренах України, логістика наполегливо проклала свій шлях від примітивного прикладного застосування до наукового її визнання. До прикладу, в 2003 році в Національному транспортному університеті (м. Київ) була вперше започаткована спеціальність “Логістика” на кафедрі “Транспортне право, системний аналіз та логістика”. На сьогодні її стіни, отримавши надійні логістичні знання, покинули понад 400 спеціалістів та магістрів, які знаходять своє застосування в різних сферах суспільного виробництва, в тому числі і на транспорті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Право на існування логістики як науки можна підтвердити її розумінням як сфери економіки, що охоплює взаємопов’язані галузі виробництва, розподілу, постачання, попиту і споживання, і є прикладом виконання функцій маркетингу.

В практиці деякі вчені термін “логістика” розглядають як сукупність технічних засобів управління в закупівельній, виробничій, розподільчій, інформаційній і транспортній сферах з метою забезпечення доставки вантажів до пункту призначення у визначений час в необхідній кількості і з мінімальними витратами [4, 5].

Застосування логістики полегшує прийняття ефективних рішень на основі комплексного підходу до всіх ланок виробничо-транспортного процесу [6]. перш за все це відноситься до перевезень і навантажувально-розвантажувальних засобів; досягається більш досконале пристосування інформації до процесу управління і прийняття рішень; з’являється можливість комплексного програмування технологічних процесів у виробництві на транспорті.

Поряд з тим ряд вчених вважають недоцільним включати в предмет логістики вивчення внутрішньовиробничої організації транспортно-складських робіт і їх взаємодії з процесом виробництва продукції. З цього можна зробити висновок, що логістика як наука не набула сталого розвитку. Адже, до цього часу не розроблена та не затверджена єдина системна термінологічна база щодо логістики. Розробка загальної концепції використання логістики на транспорті має здійснюватись на основі вивчення досвіду країн із розвинутою економікою і з

урахуванням специфіки сфер діяльності та спрямування на споживача. І в цьому плані важливим є знання та розуміння основних ринкових понять і положень, до яких в першу чергу треба віднести термін “транспортна послуга”. За часів планової економіки вважалося, що продукція вантажного транспорту упредметнена в матеріальних благах, а отже відноситься до сфери матеріального виробництва. А в ринкових умовах, коли кінцевою метою будь-якого перевізника є створення і продаж послуг споживачам, цей вид діяльності може бути віднесений до сфери послуг. Так, послуги транспорту визначаються як підвид діяльності транспорту, спрямований на задоволення потреб вантажовідправників, і характеризується наявністю необхідного технологічного, економічного, інформаційного, правового і ресурсного забезпечення [7].

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Транспортна послуга визначається [8] як діяльність, пов’язана з обміном вартостей, направлена на задоволення потреб, виражених у формі попиту, і не зводиться до передачі права власності на деякий матеріальний продукт. Характерною рисою послуги є те, що вона не може існувати поза процесом її виконання і накопичуватись; продаж послуг – це практично продаж процесу праці, а якість послуг – це якість самого процесу праці; послуга являє собою конкурентну споживчу вартість лише певний час і в певному напрямку, що істотно обмежує можливість її заміни на ринку.

Незважаючи на велике значення пасажирських перевезень, до недавнього часу питання про їх місце в системі суспільного виробництва країни було досить ускладнене і не мало остаточного вирішення. На думку багатьох економістів пасажирський транспорт відносився до сфери матеріального виробництва. Для доказу цього положення наводилась аналогія використання основних фондів на вантажному і пасажирському транспорті: шляхове господарство, засоби сигналізації і зв’язку залізничних, автомобільних (повітряних і водних) ліній, технічні пристрої для обслуговування рухомого складу тощо. Значна частина працівників транспорту практично обслуговувала обидва види перевезень; і при встановленні фонду заробітної плати, і при розрахунку продуктивності праці робітників вони відносились до виробничої сфери. Крім того, в існуючій раніше єдиній класифікації галузей народного господарства пасажирський транспорт був віднесений до сфери матеріального виробництва [9].

Вважалося, якщо виключити з суспільного продукту і національного доходу результати діяльності пасажирського транспорту, привело б не тільки до викривлення дійсної картини росту суспільного господарства, але й побічно гальмувало розвиток всіх видів пасажирського транспорту, оскільки їм не надавалась би належна увага. Результатом такого підходу було загальноприйняте трактування: товар – “перевезення пасажирів”, яке задовольняє потреби людей в переміщеннях і не може бути від нього відокремлене і накопичене.

В ринкових же умовах мають місце два напрямки в організації послуг транспорту: з одного боку робота транспорту приводиться у відповідність з попитом на його послуги, а з другого – формується попит на перевезення в залежності від можливостей транспортної системи. Виходячи з цього вперше на державному рівні в Україні була визначена термінологічна основа пасажирських перевезень [10]. Так “ринку транспортних послуг” дається визначення сфери обміну як сукупності соціально-економічних відносин на транспорті, а “транспортні послуги” трактуються як результат діяльності на транспорті, пов’язаний із задоволенням потреб населення в перевезеннях (рис. 1).



Рис. 1. Варіанти задоволення попиту населення на перевезення

Перший випадок – попит не задоволений спостерігається в разі відмови пасажирів від користування транспортом через незадовільну роботу транспорту чи недоцільність його використання. При цьому попит розглядається як потреба населення в пасажирських

перевезеннях, яка повинна задовольнятися транспортом. Другий випадок – попит задоволений частково може розглядатись як неповне надання транспортних послуг як в плані перевезення, так і надання супутніх послуг, до яких відноситься побутове обслуговування, відпочинок, доставка до місця призначення тощо. Третій випадок – попит задоволений повністю згідно з вимогами споживачів вважається кінцевою метою застосування логістики на транспорті.

Узагальнена стратегія задоволення попиту та побудована термінологічна система пасажирських перевезень сприяє чіткому визначенню транспортної логістики. Стосовно пасажирських перевезень логістика розглядається як сукупність проектних рішень, технічних засобів і методів організації і управління, які забезпечують заданий рівень обслуговування з доставкою пасажирів від “дверей до дверей” у визначений час за мінімальних витрат.

З метою сприйняття читачем нового визначення можна розглянути приклад раціональної організації “до транспортного обслуговування” з використанням спеціального табло, подібного світлофору, для інформування відвідувачів банку “Креді сюїсс” в Ютміхофі (Швейцарія). Табло знаходиться в холі банку і надає інформацію про роботу трамваю, лінія якого проходить поблизу: зелений сигнал вказує що трамвай на підході, жовтий – слід поспішати на зупинку, червоний – краще зачекати в холі, особливо, коли на вулиці дощ, сніг та холодний вітер. Таким чином, транспортне обслуговування відвідувачів і службовців органічно пов’язане з технологією банківського сервісу і вказує на доцільність застосування логістичних підходів [11].

Якщо використання в логістиці технічних засобів і методів організації і управління більш зрозуміле, то застосування проектних рішень забудови міст та регіонів необхідно пояснити.

Відомо, що в загальному розумінні транспортної проблеми витрати на перевезення є непродуктивними, як “неминуче зло”. І логістика дає можливість на етапі проектування істотно зменшити потребу населення в користуванні транспортом завдяки приближенню не тільки місць проживання до сфери виробництва та споживання, а й навпаки. Наприклад, транспортна проблема історично промислових міст ускладнюється в зв’язку з концентрацією виробництва в центральній частині і, як наслідок цього, необхідність житлової забудови в периферійних регіонах на великій відстані від підприємств. Це значно збільшує потреби в користуванні транспортом, а звідси додаткові витрати та транспортна стомленість пасажирів. Ось чому на порядку денному в містобудуванні стоять питання раціонального розвитку міст та населених пунктів з врахуванням історичних, культурних, екологічних аспектів. І доречним буде розповсюдження на пасажирський транспорт девізу 6-ї європейської виставки-ярмарку по транспорту і логістиці: “менше руху – більше перевезень” [12]. Тим більше, що за рахунок прогресу транспортних засобів та удосконалення транспортних систем такий важливий показник як швидкість руху може збільшитись лише на кілька відсотків, тоді як містобудівними засобами вдається зменшити обсяг перевезень транспорту в 1,5-2 рази.

І якщо в містах розглядається задача раціональної концентрації незалежних між собою виробництва і житла, то в сільській місцевості останнім часом має місце розосередження населення з метою освоєння земельних ресурсів і розвитку фермерства. Вже зараз можна сказати, що це призведе до загострення транспортної проблеми і необхідності нових підходів до її вирішення.

Не можна також не враховувати і те, що перспективи подальшої комп’ютеризації, і автоматизації та роботизації всіх сторін діяльності і розміщення робочих місць у вигляді терміналів обчислювальних мереж безпосередньо за місцем проживання робітників потребує докорінного перегляду в майбутньому як містобудівних рішень, так і форм організації міського транспорту, тобто усунення фіксованих маршрутів і розкладів руху, зниження середньої місткості рухомого складу, орієнтація перевезень на приміське сполучення. Такі кардинальні рішення будуть мати успіх тільки за зміни принципів побудови транспортних систем, підвищенні їх гнучкості і оперативності, здатності швидко реагувати на мінливі умови функціонування.

Нарешті, не обійтися без застосування дієвих логістичних принципів організації і управління пасажирськими перевезеннями за реалізації європейської міжнародної програми “Чисте повітря 2017-2020”. До прикладу, регіональний уряд Брюсселя затвердив надзвичайні правила, які дозволяють пасажиром користуватися транспортом загального користування безкоштовно, на період коли середня концентрація забруднювальних речовин сягне від 51 до 70 міліграмів на кубічний метр, а в п’яти містах ФРН – Бонн, Ессен, Херренберг, Ройтлінген і Маннхайм – вже готові випробувати дану модель транспортного обслуговування.

Ось чому в основі транспортної логістики лежить системний підхід, який передбачає використання сучасних теорій, що забезпечують проектування транспортної системи в просторі і часі, організацію пасажирських, матеріальних, інформаційних та екологічних потоків.

Узагальнена структура логістичної системи пасажирських перевезень за видами сполучення наведена на рис. 2. Характерною її особливістю можна вважати комплексне поєднання елементів “до транспортного обслуговування”, “транспортного обслуговування” та “після транспортного обслуговування”, завдяки якому повинно забезпечуватись повне і своєчасне задоволення попиту на перевезення.

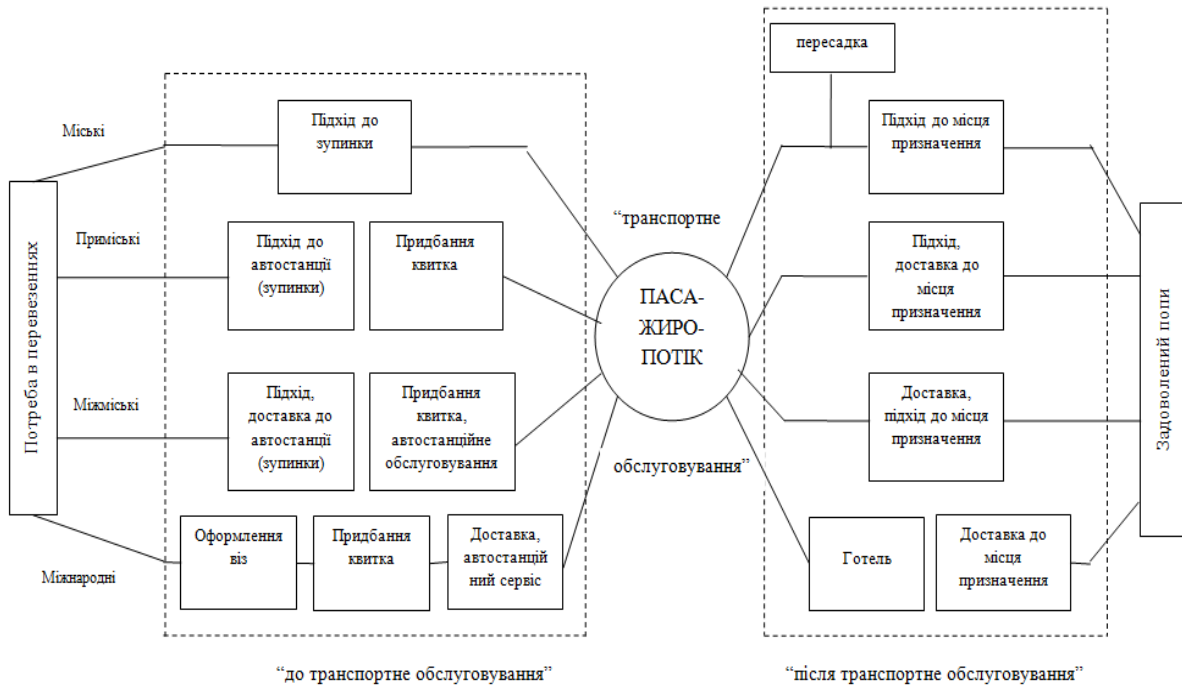


Рис. 2. Структура інфраструктурно-логістичної системи пасажирських перевезень за видами сполучень

Логістичні системи управління розглядаються як макрологічні та мікрологічні. До макрологічних систем відносять великі логістичні системи, в яких визначається організація транспортного обслуговування населення регіону. При цьому повинна забезпечуватись взаємодія підсистем виробництва, розселення, балансу ресурсів, демографії, транспорту, екології, сервісу та місцевого управління (рис. 3).

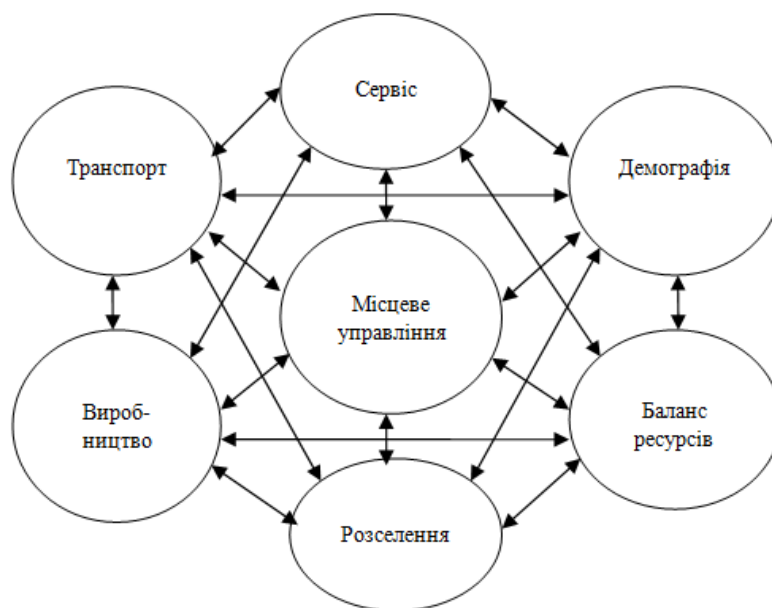


Рис. 3. Структура макрологістичної системи

Створення макрологічних систем управління на пасажирському транспорті передбачає вирішення таких питань:

- розробка загальної концепції розселення ув'язаної з транспортним обслуговуванням регіону;
- розробка генеральної схеми розвитку транспорту в регіоні;
- координація функціонування різних видів транспорту;
- технічне, технологічне та екологічне забезпечення;
- тарифоутворення, комплексна єдина білетна система, економіка та контроль.

Мікрологічна система управління охоплює транспортне обслуговування працівників підприємства, як одного з аспектів виробничої діяльності. Це інтеграція підготовки і планування виробництва з забезпеченням трудовими ресурсами. До функцій мікрологічної системи слід віднести планування транспортного обслуговування та витрат на його виконання, створення необхідних умов і контроль пасажирських перевезень (рис. 4).



Рис. 4. Структура мікрологістичної системи

Узагальнення практики використання логістичних систем управління [13] дає можливість орієнтовно сформулювати принципи їх побудови стосовно пасажирських перевезень:

- комплексність розгляду елементів логістичної системи від зародження попиту на перевезення до його задоволення;
- обґрунтування оптимального рівня обслуговування населення і визначення шляхів його досягнення з врахуванням ефективного використання ресурсів;
- забезпечення відповідності провізної здатності транспортних засобів попиту на перевезення;
- кінцеві результати роботи оцінюються по величині прибутку та зменшення дотації;
- організація перевезень і суміжного обслуговування пасажирів повинні виконуватись єдиною структурою, яка здатна приймати компетентні рішення за інтересами пасажирів та виробництва;
- достатність інформаційного забезпечення з використанням обчислювальної техніки, яка повинна бути порадиником в процесі прийняття рішень;
- відповідність кадрового забезпечення з знанням логістики.

Розглянуті принципи визначають функції логістичної системи управління, до яких слід віднести:

- диспозиційні (аналіз, прогнозування, дослідження, прийняття рішень, планування, оперативне управління, контроль);
- транспортні (міські, приміські, міжміські, міжнародні перевезення);
- станційні (продаж квитків, організація відпочинку, культурно-побутове обслуговування тощо);
- інформаційні (управління пасажиропотоками, контроль перевезень, довідкове забезпечення тощо);
- інші спеціальні (супутні транспортні послуги населенню та підприємствам, страхування, кредитування, фінанси тощо).

Таким чином, використання транспортної логістики в пасажирських перевезеннях дає можливість усунути складні протиріччя, які виникають з одного боку між пасажирами та перевізниками, а з іншого боку між перевізниками та суспільством. В першому випадку це відноситься до обсягів та умов надання транспортних послуг (так, комфортність, в загальному розумінні, цілком задовольняє пасажирів і не влаштовує транспортників); в другому – за призначенням перевізники зацікавлені в збільшенні обсягів транспортної роботи, яка для суспільства є непродуктивною і підлягає скороченню. Розглянуті протиріччя систематизовані на рис. 5.

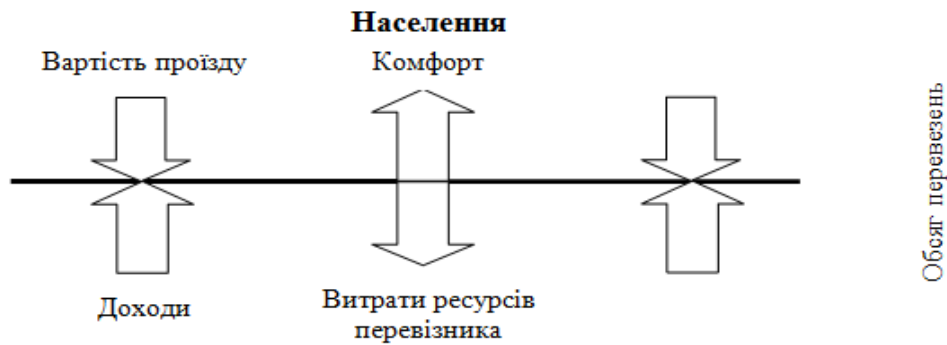


Рис. 5. Протиріччя між інтересами перевізника та населенням

Перша невдала спроба згладити наведені протиріччя з використанням елементів логістики мала місце в середині 80-х років ХХ ст., коли на автотранспорті впроваджувались комплексні системи управління якістю перевезень та ефективним використанням ресурсів [14]. Вони передбачали виконання взаємопов'язаних організаційних, технічних, економічних, соціальних та ідеологічних заходів, направлених на забезпечення рівня обслуговування пасажирів і ефективності використання рухомого складу. За цього теоретично була реалізована частина основних принципів побудови логістичних систем управління, але не враховувалась оцінка кінцевих результатів роботи транспорту, що призвело до розриву між техніко-експлуатаційними та економічними показниками. Крім того, не вирішені були питання організаційних структур управління перевезеннями. До прикладу, в великих містах управлінням перевезеннями займалися як транспортні підприємства, так і місцеві органи адміністративного управління, в чому порушувався головний логістичний принцип єдності керівництва. Недосконалість та статичність інформаційного забезпечення пояснювалась не тільки відсутністю мобільних обчислювальних комплексів, а й усереднюванням показників оцінки якості. Всі ці недоліки впливали на результативність прийняття рішень та ефективність функціонування транспорту, а тому комплексні системи не набули подальшого розвитку і припинили своє існування.

Досвід удосконалення пасажирських перевезень, виходячи з принципів інформаційно-екологічно-логістичного підходу врахований при формуванні пасажирського напрямку в розробленій на кафедрі “Транспортне право та логістика” Національного транспортного університету відповідної концепції. В ній передбачений розгляд не окремих видів обслуговування, а всіх видів сполучення з урахуванням узгодженого функціонування елементів пасажирської транспортної системи країни. Взаємозв'язок основних задач логістичної системи пасажирських перевезень, які реалізуються в комплексі технологій та програм сучасного інформаційного забезпечення впровадження, наведені на рис. 6.

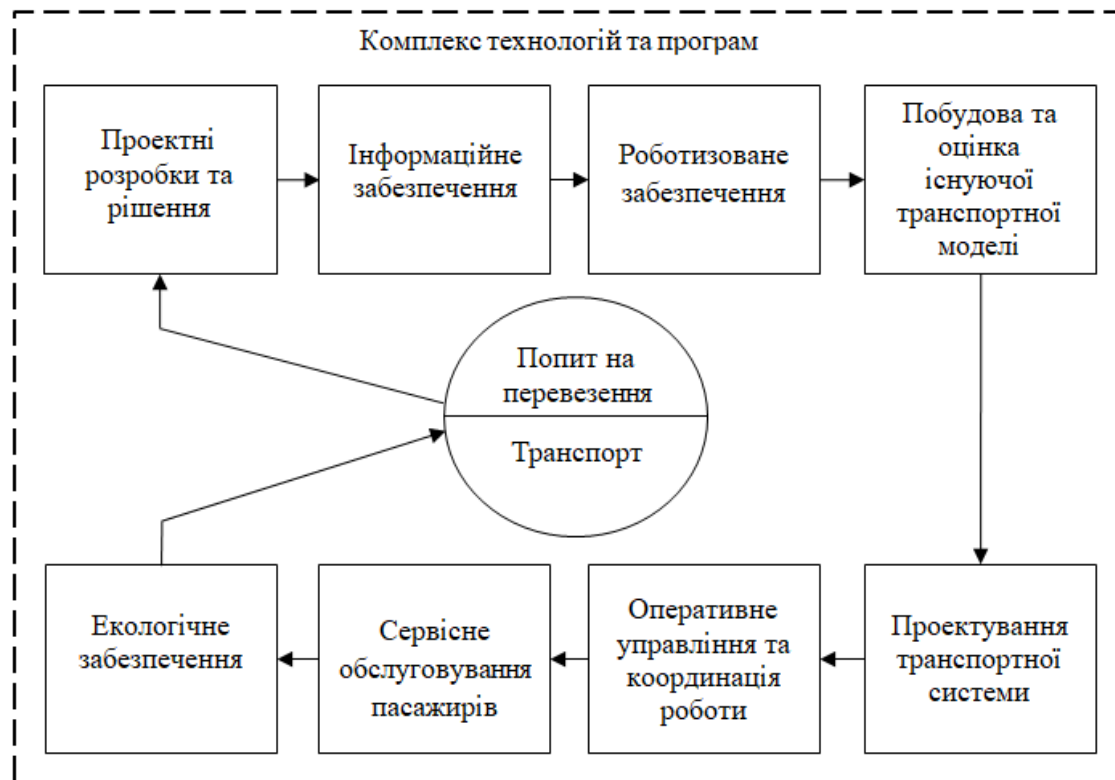


Рис. 6. Взаємозв'язок основних задач інфраструктурно-логістичної системи пасажирських перевезень

Крім того, основи організації транспортних логістичних систем вперше викладені в підручниках [15,16], які в рамках дисципліни “Пасажирські перевезення” є одним з основних профілюючих курсів серед спеціальних дисциплін учбового плану напряму підготовки “Транспортні технології”.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. До перспективних задач удосконалення пасажирських перевезень, які повинні вирішуватись за впровадження логістично-інфраструктурних принципів її побудови, слід віднести: обґрунтування організаційних структур управління перевезеннями з врахуванням інтересів пасажирів на державному, транспортному та статистичному рівнях, які будуть впливати на формування прогресивних транспортних систем; взаємне планування розвитку міст та регіонів з їх транспортними системами та координація роботи різних видів транспорту; розробка методів стимулювання підвищення рівня транспортного обслуговування населення; розробка методології забезпечення транспортної інфраструктури транспортними засобами та впровадження прогресивних технологій з врахування економічних і екологічних аспектів; насичення транспортної інфраструктури спеціалістами із логістичною підготовкою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Воркут Т. А. Управління ланцюгами постачань: логістичний аспект. Навчальний посібник / Т. А. Воркут, О. Є. Білоног, А. М. Дмитриченко, Ю. О. Третиниченко. – Київ: НТУ, 2016. – 287 с.
2. Sibling J. Rationeller fordern, transportieren und lagern/ Transport, Forder-und-Lager technik. - 1984. № 7-8. - S.7-12.
3. Морозов А. В. М. Лазуренко, Ю. М. Вовкотруб. Каравани українського степу. – Черкаси: Ваш Дім, 2004. - 92с. / А. Морозов // Український селянин. - 2005. - Вип. 9. - С. 254. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ukrse1_2005_9_80.
4. Logistik zur Diskussion freigegeben // Logist. heute. – 1991. – 7-8. – S. 30-34.
5. Junemann R. Neueste Entwicklungen im Materialflusssystem der Unternehmen als logistische Umschlagsknoten//Dokumentation Transport 82. – Munchen, 1983. – S. 11-142.
6. Bergstrem S., Piotrowski K. Zastosowanie logistyki w transporcie krajow kapitalistycznych//Przeglad komunikacyjny. – 1987. – 26, № 7. – S. 129-132.

7. Миротин Л. Б., Гольдин А. Г., Колик А. В. Основы маркетинга на автомобильном транспорте: Учеб. пособие/МАДИ. – М., 1991. – 91 с.
8. Якушев А. Ж. Проблемы использования маркетинга как метода управления автомобильным транспортом в сфере международных перевозок грузов // Комплексное ТЭО народного хозяйства грузовыми перевозками: Материалы семина. / МДНТП. – М., 1990. – С. 75-78.
9. Борисова Е. Ф., Жамина В. А., Макарова М. Ф. Политэкономический словарь. – М.: Политиздат, 1972. - 239 с.
10. Пасажирські автомобільні перевезення. Терміни та визначення: Державний стандарт України (ДСТУ 2610-94). / Держстандарт України. – К., 1994. – 28 с.
11. Le monde bouge // Transp. publ. – 1994. – № 928. – С. 42-49.
12. Winiger Verkehr produzierten – mehr Guter transportieren/Vellmar A./INVFA Transp. Rdsch. 1994. 15, № 4. – S. 20-22.
13. Robertson R. Logistics excellence leads to corporate profitability: study looks at corporate winners / Canadian Transportation & Distribution Management. – 1996. №11 – P. 40-44.
14. Типовой проект по разработке КС УКПП и ЭИР: РД 238 УССР 84001-42-81 Минтранс УССР. – К. – 1981. – 218 с.
15. Організація та управління пасажирськими перевезеннями: підручник/ за ред. доц. В.С. Маруніч, проф. Л. Г. Шморгуна – К.: Міленіум, 2017. – 528 с.
16. Організація та проектування логістичних систем: Підручник / за ред. проф. М. П. Денисенка, проф. Л. Г. Шморгуна, доц. В. С. Маруніча – К.: Міленіум, 2016. – 387 с.

ENGINEERING SCIENCES

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
БЕЗАВАРИЙНОЙ РАБОТЫ ПАРОТУРБИННОЙ
КОГЕНЕРАЦИИ**

Софийский К. К., д.т.н.

Стасевич Р. К., к.т.н.

Агаев Р. А., к.т.н.

Власенко В. В., к.т.н.

Дудля Е. Е., к.т.н.

Украина, Днепр, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/12072018/6035

ARTICLE INFO

Received: 04 May 2018

Accepted: 18 June 2018

Published: 12 July 2018

KEYWORDS

steam turbine cogeneration;
hydrocarbon gases;
boiler unit;
frequency characteristics;
mathematical model;
automation.

ABSTRACT

The relevance of the studies presented in this paper is to develop a control algorithm that prevents its emergency shutdowns. The aim of the work is the development of scientific and technical foundations for improving the safety of resource-saving steam turbine cogeneration of gaseous fuels.

In the present work, the transition from the temporary methods of constructing regulators in the operational form to frequency methods was realized. The main advantage of the complex frequency characteristics obtained in this case is that the amplification factor K , the lag time τ , the time constant T can be obtained by a stepwise impulse action on the input of the link and its transition characteristic we can determine the parameters of the link.

As a result of the research, a general mathematical model of the boiler unit's tracts based on the complex frequency characteristics of its dynamic links was developed.

Citation: Софийский К. К., Стасевич Р. К., Агаев Р. А., Власенко В. В., Дудля Е. Е. (2018) Matematicheskoe Obespechenie Bezavariinoy Raboty Paroturbinnoy Kogeneracii. *World Science*. 7(35), Vol.5. doi: 10.31435/rsglobal_ws/12072018/6035

Copyright: © 2018 Софийский К. К., Стасевич Р. К., Агаев Р. А., Власенко В. В., Дудля Е. Е. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Введение. Для достижения энергетической независимости Украины необходимо развивать добычу и когенерацию газов угольных месторождений, в частности метана. Для достижения данной цели разработаны технико-экономические аспекты утилизации газов угольных месторождений с помощью шахтных когенерационных энергетических комплексов [1,2,3,4]. Строительство таких комплексов обеспечит надежность электро- и теплоснабжения угледобывающих предприятий, а также примыкающих к ним жилых массивов и предприятий. Исследование и анализ работы многих котлоагрегатов и теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), в состав которых входят когенерационные комплексы, показал, что управление подачей углеводородных газов и воздуха осуществляется, как правило, вручную. При этом в случае изменения расхода пара сложно поддерживать соотношение воздух/газ, что приводит к снижению коэффициента полезного действия (КПД) и образованию в дымовых газах оксидов азота и углерода больше предельно допустимых концентраций. Управление величиной

разряжения в топке также осуществляется вручную, что не исключает загазирование помещений ТЭЦ ядовитыми газами, погасания пламени на горелках и взрывов в топке котла. Для решения вышеприведенных актуальных задач требуется развитие математического обеспечения безопасности паротурбинной когенерации углеводородных газов.

Результаты исследований. В работе описаны результаты аналитических исследований динамики воздушного тракта парового котлоагрегата, которые представлены на рис. 1 в виде структурной схемы и передаточных функций в операционной форме [3].

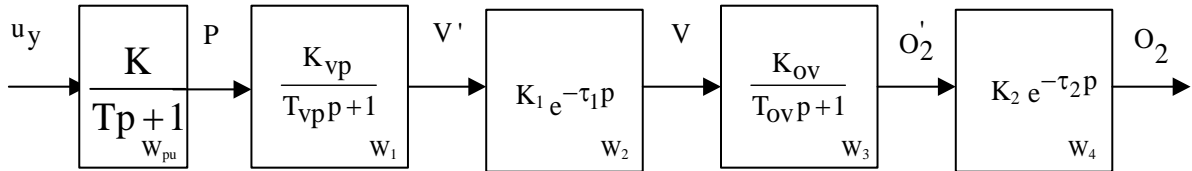


Рис. 1. Общеизвестная структурная схема динамики воздушного тракта в операционной форме

Сложности, которые возникают в процессе определения параметров воздушного тракта котлоагрегата, связаны с тем, что методика их определения базируется на размерах элементов конструкции и на номинальных параметрах воды, газа, пара, воздуха, дымовых газов. Параметры воздушного тракта меняются в ходе капитальных ремонтов и полученные нами параметры по чертежам котлоагрегатов оказались далекими от действительных при проверке их в процессе моделирования. Поэтому, нами предложено произвести замену оператора Лапласа (p) мнимой комплексной составляющей ($j\omega$), что позволит перейти от временных методов конструирования управляющих контуров в операционной форме к частотным методам. Основное преимущество разработанных при этом комплексных частотных характеристик состоит в том, что параметры звеньев можно получить путем скачкообразного импульсного воздействия на вход звена по его переходной характеристике. При этом автоматически учитывается воздействие других звеньев, взаимосвязанных с исследуемыми. Методика определения комплексных частотных характеристик в показательной форме звена частотного привода и звена вентилятора $W_1(j\omega)$ представлена в следующем виде:

$$\begin{aligned}
 W_{pu}(j\omega) &= \frac{K_g}{T_g(j\omega) + 1}; & Q_1(\omega) &= -\frac{\omega T_{vp} K_{vp}}{1 + \omega^2 T_{vp}^2}; & \phi_{pu}(\omega) &= -\arctg \omega T_g; \\
 W_1(j\omega) &= \frac{K_{vp}}{T_{vp}(j\omega) + 1}; & Q_{pu}(\omega) &= -\frac{\omega T_g K_g}{1 + \omega^2 T_g^2}; & \phi_1(\omega) &= -\arctg \omega T_{vp}; \\
 P_{pu}(\omega) &= \frac{K_u}{1 + \omega^2 T_g^2}; & A_1(\omega) &= \frac{K_{vp}}{\sqrt{1 + \omega^2 T_{vp}^2}}; & A_{pu}(\omega) &= \frac{K_g}{\sqrt{1 + \omega^2 T_g^2}}; \\
 P_1(\omega) &= \frac{K_{vp}}{1 + \omega^2 T_{vp}^2}; & W_{pu}(j\omega) &= \frac{K_g}{\sqrt{1 + \omega^2 T_g^2}} e^{-j\arctg \omega T_g}; & W_1(j\omega) &= \frac{K_{vp}}{\sqrt{1 + \omega^2 T_{vp}^2}} e^{-j\arctg \omega T_{vp}}.
 \end{aligned}$$

Комплексную частотную передаточную функцию разлагаем на вещественную и мнимую составляющие $P_{pu}(\omega)$ и $Q_{pu}(\omega)$, $P_1(\omega)$ и $Q_1(\omega)$. По теореме Пифагора, используя вещественные и мнимые составляющие определяем амплитуды частоты характеристик $A_{pu}(\omega)$ и $A_1(\omega)$. Начальные фазы ϕ определяем как арктангенс отношения мнимой к вещественной составляющей.

В результате получаем комплексные частотные характеристики в показательной форме, в которой удобно производить преобразование последовательного соединения звеньев. Ниже представлены результаты определения комплексной частотной характеристики газопровода от точки измерения перепада давления на воздухоподогревателе до измерения концентрации кислорода и комплексные частотные характеристики (КЧХ) звеньев чистого запаздывания $W_2(j\omega)$

от вентилятора до точки измерения перепада давления на воздухонагревателях и $W_u(j\omega)$ в газоанализаторе кислорода.

$$\begin{aligned}
 W_3(j\omega) &= \frac{K_{ov}}{T_{ov}(j\omega)+1}; & A_2(\omega) &= K_1; & \varphi_2(\omega) &= -\omega\tau_1; \\
 P_3(\omega) &= \frac{K_{ov}}{1+\omega^2 T_{ov}^2}; & A_4(\omega) &= K_2; & \varphi_4(\omega) &= -\omega\tau_1; \\
 Q_3(\omega) &= -\frac{\omega T_{ov} K_{ov}}{1+\omega^2 T_{ov}^2}; & \varphi_3(\omega) &= -\arctg \omega T_{ov}; & A_3(u) &= \frac{K_{ov}}{\sqrt{1+\omega^2 T_{ov}^2}};
 \end{aligned}$$

комплексно – частотные характеристики

$$W_2(j\omega) = K_1 e^{-\tau_1(j\omega)}; \quad W_3(j\omega) = \frac{-\arctg \omega T_{ov}}{\sqrt{1+\omega^2 T_{ov}^2}} e^{-j\arctg \omega T_{ov}}; \quad W_4(j\omega) = K_2 e^{-\tau_2(j\omega)}.$$

Математическое обеспечение динамики разряжения в топке в виде комплексных частотных характеристик представлено на рисунке 2

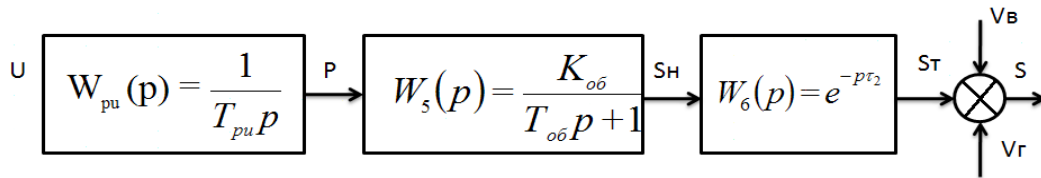


Рис. 2 – Общеизвестная структурная схема динамики разряжения в операционной форме $W_{pu}(j\omega)$. – КЧХ частотного привода дымососа; $W_5(j\omega)$ – КЧХ дымососа; $W_6(j\omega)$ – КЧХ звена чистого запаздывания от дымососа до точки

$$\begin{aligned}
 W_5(j\omega) &= \frac{K_{ob}}{T_{ob}(j\omega)+1}; & W_6(j\omega) &= K_2 e^{-(j\omega)\tau_2}; & W'_{pu}(j\omega) &= \frac{1}{T_{pu}(j\omega)+1}; \\
 P_5(\omega) &= \frac{K_{ob}}{1+\omega^2 T_{ob}^2}; & A_6(\omega) &= K_2; & P'_{pu}(\omega) &= \frac{1}{1+\omega^2 T_{pu}^2}; \\
 Q_5(\omega) &= -\frac{\omega T_{ob} K_{ob}}{1+\omega^2 T_{ob}^2}; & \varphi_6(\omega) &= -\omega\tau_2; & Q_{pu}(\omega) &= -\frac{\omega T_{pu}}{1+\omega^2 T_{pu}^2}; \\
 A_5(\omega) &= \frac{K_{ob}}{\sqrt{1+\omega^2 T_{ob}^2}}; & W_6(j\omega) &= K_2 e^{-j\omega\tau_2}; & \varphi'_{pu}(\omega) &= -\arctg \omega T_{pu}; \\
 \varphi_5(\omega) &= -\arctg \omega T_{ob}; & & & A'_{pu}(\omega) &= \frac{1}{\sqrt{1+\omega^2 T_{pu}^2}}; \\
 W_5(j\omega) &= \frac{K_{ob}}{\sqrt{1+\omega^2 T_{ob}^2}} e^{-j\arctg \omega T_{ob}}; & & & W'_{pu}(j\omega) &= \frac{1}{\sqrt{1+\omega^2 T_{pu}^2}} e^{-j\arctg \omega T_{pu}}.
 \end{aligned}$$

Обобщенная математическая модель динамики газовоздушного тракта представлена на рисунке 3, из которой видно, что разряжение в топке зависит не только от разряжения создаваемого дымососом, но взаимосвязано с подачей воздуха и газа в топку.

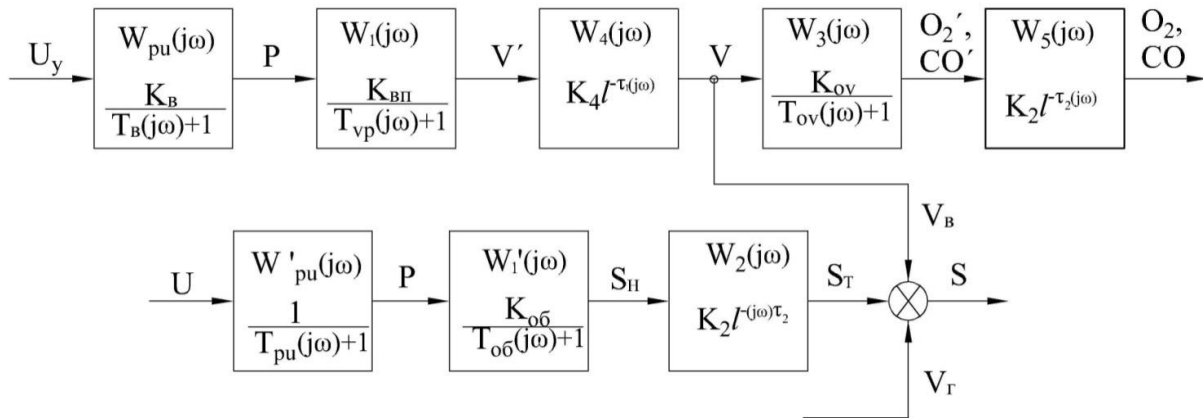


Рис. 3. Разработанная математическая модель динамики газозадушного тракта на основе комплексных частотных характеристик
 $W_{pu}(j\omega)$ – КЧХ привода вентилятора с частотным управлением; $W_1(j\omega)$ – КЧХ вентилятора; $W_2(j\omega)$ – КЧХ тракта от дымососа до точки; $W_3(j\omega)$ – КЧХ тракта от измерения V до измерения O_2' ; $W_4(j\omega)$ – КЧХ тракта от вентилятора до измерения V' ; $W_5(j\omega)$ – КЧХ кислородомер; $W'_{pu}(j\omega)$ – КЧХ привода дымососа с частотным управлением; $W'_1(j\omega)$ – КЧХ дымососа

Динамика парового тракта, в виде известной структурной схемы и передаточных функций в операционной форме согласно [3], представлена на рис. 4. На их основе заменой оператора Лапласа (p) комплексной мнимой составляющей получены комплексные частичные характеристики испарительного контура, включающего испаренный контур, барабан котла, пароперегревателя и экономайзера.

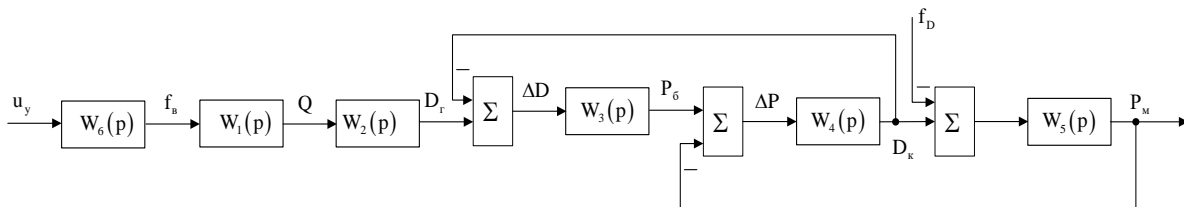


Рис. 4. Общеизвестная структурная схема и передаточные функции в операционной форме

$$W_1(p) = \frac{k_1}{T_1 p + 1}; W_2(p) = \frac{k_2}{T_2 p + 1}; W_3(p) = \frac{1}{T_3 p}; W_4(p) = k_4; W_5(p) = \frac{T p + 1}{k_5 T p};$$

комплексные частотные характеристики испарительного контура

$$W_u(j\omega) = \frac{1}{T(j\omega)+1}; P_u(\omega) = \frac{1}{T_u^2(\omega)^2 + 1}; Q_u(\omega) = \frac{\omega T_u}{1 + \omega^2 T_u^2}; A_u(\omega) = \sqrt{P_u^2(\omega) + Q_u^2(\omega)} = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 T_u^2}};$$

$$W_u(j\omega) = \frac{1}{T_u^2(\omega)^2 + 1} + j \frac{\omega T_u}{1 + \omega^2 T_u^2}; \quad \varphi_u(\omega) = \arctg \frac{Q_u(\omega)}{P_u(\omega)} = -\arctg \omega T_u;$$

$$W_u(j\omega) = A_u(\omega) e^{-i\varphi_u} = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 T_u^2}} l^{-i \arctg \omega T_u}.$$

Выделив вещественную и мнимую составляющие, получили комплексную частотную характеристику испарительного контура в алгебраической форме, которая применяется при преобразовании параллельно соединенных звеньев и звеньев с обратными связями. Определив амплитуду и начальную форму, получили КЧХ испарительного конструкта в показательной форме.

Ниже представлены КЧХ звена регулирующего органа и звена сжигания газа в топке, а также КЧХ давления в барабане котла в виде интегрального звена при постоянной нагрузке по пару, и КЧХ звена от пароперегревателя до потребителя при различных возмущениях паровой нагрузкой.

$$W_n(j\omega) = \frac{K_n}{T_n(j\omega) + 1}; \quad A_n(\omega) = \frac{K_n}{\sqrt{1 + \omega^2 T_n^2}}; \quad P_n(\omega) = \frac{K_n}{1 + \omega^2 T_n^2}; \quad Q_n(\omega) = -\frac{\omega T_n K_n}{1 + \omega^2 T_n^2};$$

$$\varphi_n = -\arctg \omega T_n; \quad W_n(j\omega) = \frac{K_n}{\sqrt{1 + \omega^2 T_n^2}} e^{j \arctg \omega T_n};$$

$$W_T(p) = e^{-\tau_T P} \frac{K_T}{T_T P + 1}; \quad W_T(j\omega) = e^{-\tau(j\omega)} \frac{K_T}{T_T(j\omega) + 1}; \quad W_T(j\omega) = 1 - \frac{K_T}{\sqrt{1 + \omega^2 T_T^2}} e^{-j \arctg \omega T_T - \omega T};$$

$$W_{p\delta}(j\omega) = \frac{1}{T_{p\delta}(j\omega)}; \quad P_{p\delta}(\omega) = \frac{1}{T_{p\delta}(\omega)}; \quad A_{p\delta}(\omega) = \frac{1}{\omega}; \quad \varphi_{p\delta} = -90^\circ$$

$$W_{n\delta}(j\omega) = \frac{1}{k_{n\delta}} + \frac{1}{k_{n\delta} \cdot T_{n\delta}(j\omega)}; \quad P_{n\delta}(\omega) = \frac{1}{k_{n\delta}}; \quad Q_{n\delta}(\omega) = \frac{1}{T_{n\delta}(\omega)};$$

$$W_\varepsilon(j\omega) = \frac{1}{T_\varepsilon(j\omega) + 1} = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 T_\varepsilon^2}} e^{-j \arctg \omega T_\varepsilon}; \quad W_{n\delta}(j\omega) = \sqrt{\frac{T_{n\delta}^2 \omega^2 + k_{n\delta}^2}{k_{n\delta}^2 T_{n\delta}^2 \omega^2}} e^{-j \arctg \frac{k_{n\delta}}{T_{n\delta} \omega}}.$$

Комплексные частотные характеристики, динамических звеньев управления температурой пара представлены ниже в виде: КЧХ сухопарника, представляющей собой апериодическое звено второго порядка, КЧХ звена от сухопарника до пароперегревателя (апериодическое первого порядка), КЧХ регулирующего органа подачи воды в сухопарник (апериодическое первого порядка).

На основе КЧХ звеньев, с учетом обработки связей и звеньев управления динамикой температуры, разработана нижеприведенная математическая модель парового тракта.

$$W_1 = K_{\varepsilon np} \frac{T_2(j\omega) + 1}{T_1(j\omega) + 1}; \quad P_1(\omega) = \frac{K_{\varepsilon np} (1 + T_1 T_2)}{1 + \omega^2 T_1^2}; \quad Q_1(\omega) = \frac{K_{\varepsilon np} \omega (T_2 - T_1)}{1 + \omega^2 T_1^2}; \quad \varphi_1(\omega) = \arctg \frac{\omega (T_2 - T_1)}{(1 + T_1 T_2)};$$

$$A_1(\omega) = \sqrt{\left(\frac{K_{\varepsilon np} (1 + T_1 T_2)}{1 + \omega^2 T_1^2} \right)^2 + \left(\frac{K_{\varepsilon np} \omega (T_2 - T_1)}{1 + \omega^2 T_1^2} \right)^2}; \quad P_2(\omega) = \frac{K_1}{1 + \omega^2 T_3^2}; \quad W_2(j\omega) = \frac{K_1}{T_3(j\omega) + 1};$$

$$W_1(j\omega) = \sqrt{\left(\frac{K_{\varepsilon np} (1 + T_1 T_2)}{1 + \omega^2 T_1^2} \right)^2 + \left(\frac{K_{\varepsilon np} \omega (T_2 - T_1)}{1 + \omega^2 T_1^2} \right)^2} e^{j \arctg \left(\frac{\omega (T_2 - T_1)}{(1 + T_1 T_2)} \right)}; \quad Q_2(\omega) = -\frac{\omega T_3 K_1}{1 + \omega^2 T_3^2};$$

$$A_2(\omega) = \frac{K_1}{\sqrt{1 + \omega^2 T_3^2}}; \quad W_2(j\omega) = \frac{K_1}{\sqrt{1 + \omega^2 T_3^2}} e^{-\arctg \omega T_3}; \quad \varphi_2 = -\arctg \omega T_3.$$

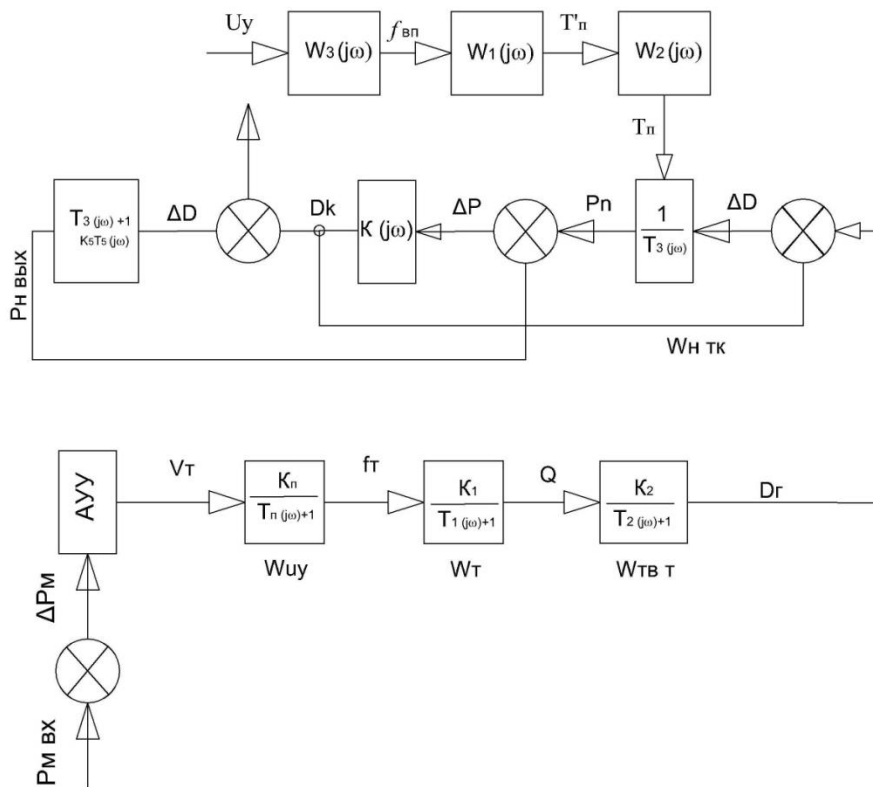


Рис. 5. Математическая модель динамики парового тракта котлоагрегата

Тракт питания достаточно хорошо изучен, известны апробированные на практике структурные схемы регуляторов уровня в барабане котла. Ниже приведены известные [3,4] передаточные функции тракта питания в операционной форме

$$W_{fv}(p) = W_1(p) + W_2(p) = -\frac{1}{T_1 p} + \frac{k_2}{T_2 p + 1}; \quad W_{fv}(p) = W_8(p) + W_9(p) = -\frac{1}{T_5 p} + \frac{k_2}{T_6 p + 1};$$

$$W_{fv}(p) = W_{12}(p) + W_{11}(p) = -\frac{1}{T_8 p} + \frac{k_3}{T_7 p + 1}.$$

На их основе нами получены комплексные частотные характеристики тракта питания

$$W_H(j\omega) = \frac{1}{T_1(j\omega) + 1} + \frac{K_2}{T_2(j\omega) + 1}; \quad W_{dk}(j\omega) = \frac{1}{T_1(j\omega) + 1} + \frac{K_2}{T_2(j\omega) + 1};$$

$$W_T(j\omega) = \frac{1}{T_8(j\omega) + 1} + \frac{K_3}{T_7(j\omega) + 1}.$$

Поскольку наиболее часто аварийные ситуации с тяжелыми последствиями возникают при пусках, розжиге и аварийных остановках котлоагрегатов, то главной задачей обеспечения их безопасности является создание алгоритма управления, предотвращающего его аварийные остановки.

Для его разработки вышеприведенное математическое обеспечение было запрограммировано в контроллер Р-130, который являлся моделью котлоагрегата. В управляющий контроллер Р-130 были загружены структурные схемы пропорционально-интегрально-дифференциальных регуляторов для каждого контура управления и обеспечена связь его выходов со входами контуров модели, а выходы модели со входами управляющего контроллера. Настройка отдельных контуров управления не вызывала особых затруднений. Но как только объединялись все связи между контурами модели, и имитировалось возмущение паровой нагрузкой начинался колебательный процесс в паровом тракте, тракте питания и в топке, что приводило к срабатыванию противоаварийной защиты. Этот процесс длился до тех пор, пока не было пройдено принципиально новое решение – подавать одновременно на все входы контуров управления упреждающие сигналы пропорциональных первой производной возмущения паровой нагрузки котлоагрегата. На основе этого решения был разработан алгоритм противоаварийной защиты

котлоагрегата, предотвращающий аварийную остановку котлоагрегата по возмущению расходом пара, определен перечень новых управляющих параметров и разработана структурно-функциональная схема безаварийного управления котлоагрегатом при неизбежных возмущениях паровой нагрузкой выше регламентных значений.

Для проверки достоверности разработанных математических моделей и структурно-функциональной схемы разработаны общесистемные, программно-технические решения, информационное обеспечение. Также был изготовлен опытно-промышленный образец станции управления «ДЛЯ» и установлен, для промышленного испытания, в действующий котлоагрегат БКЗ-220-100Ф №2 ТЭЦ ПАО «ДНПРОАЗОТ» в составе автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) котлоагрегатов (рис.6).

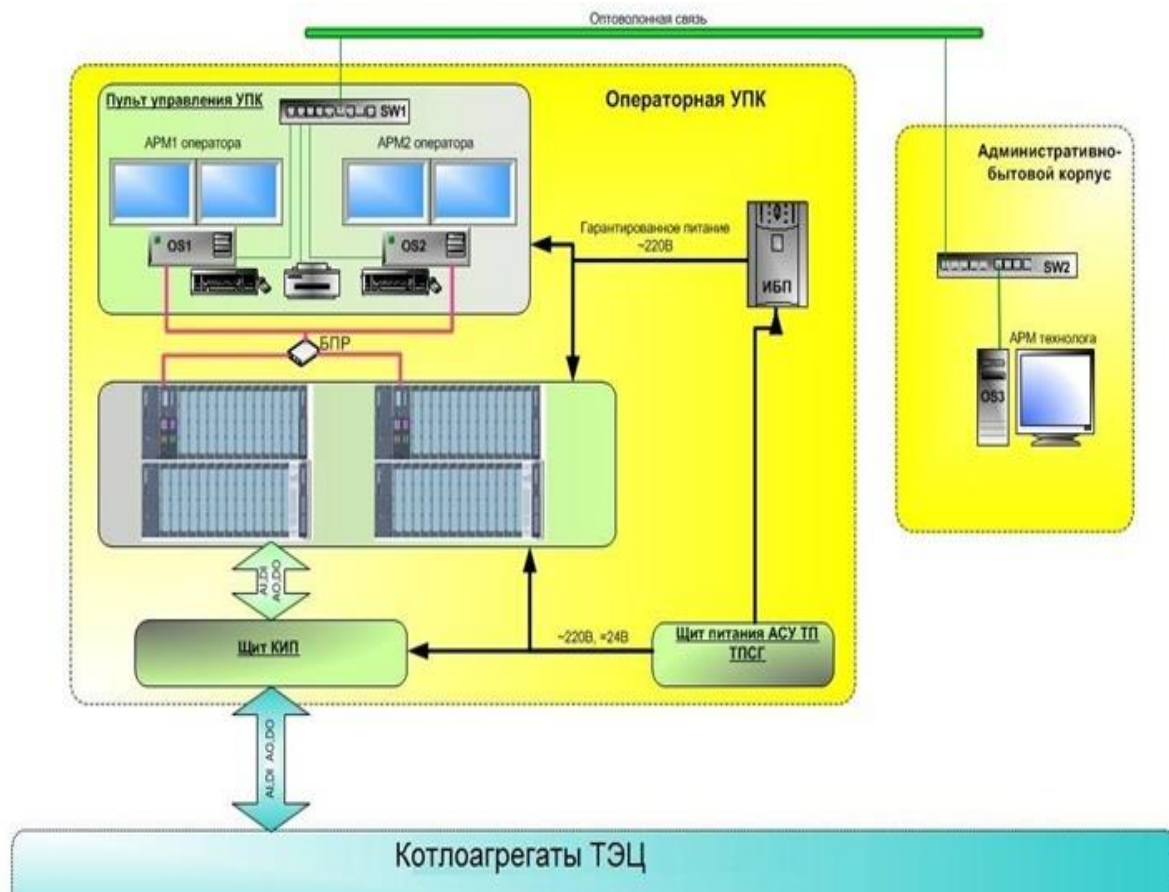


Рис. 6. Структурная схема комплекса технических средств станции «ДЛЯ»

Фактический экономический эффект за три года (2015-2017) работы станции «ДЛЯ» в составе АСУ ТП составил 20,7 млн грн.

Выводы.

1. Разработана обобщенная математическая модель трактов котлоагрегата на основе комплексных частотных характеристик его динамических звеньев, с помощью которой, разработан метод математического моделирования и внедрен алгоритм выдачи упреждающих воздействий, пропорциональных первой производной значения возмущающего воздействия паровой нагрузкой одновременно по всем взаимосвязанным информационным каналам, устранивший опасность возникновения аварийных остановок котлоагрегатов и обеспечивший безопасность их эксплуатации при возникновении возмущений, превышающих регламентные значения.

2. Разработана структурно-функциональная схема информационного управления, обеспечивающая выдачу упреждающих воздействий одновременно на все информационные входные каналы, при возмущениях процесса изменением паровой нагрузки, на основе которой,

разработано информационное обеспечение, общесистемные и технические решения и изготовлен опытно-промышленный образец станции управления котлоагрегатом «ДЛЯ».

3. Разработанная станция управления «ДЛЯ» в составе АСУ ТП позволяет применять в котлоагрегатах метан угольных месторождений и утилизировать газовую смесь с низкой концентрацией метана, полученную в результате подземной дегазации угольной шахты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булат А. Ф., Чемерис И. Ф. Техничко-экономические аспекты утилизации шахтного метана в газодизельгенераторных установках, Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов ИГТМ НАН Украины, № 17, 2000, с. 19-23.
2. Софийский К. К., Стасевич Р. К., Бокий Б. В., Шейко А. В., Гаврилов В. И., Московский О. В., Дудля Е. Е. Безопасность и эффективность метанугольных шахт, ФЛП Халиков, 2017 – 308 с.
3. Клюев А. С., Товарнов А. Г. Наладка систем автоматического регулирования котлоагрегатов, Энергия, 1970 – 280 с.
4. Клюев А. С., Лебедев А. Т., Новиков С. И. Наладка систем автоматического регулирования барабанных паровых котлов, Энергоатомиздат, 1985 – 280 с.

АККУМУЛЯТОР НА ОСНОВЕ Zr + Pb КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

Стрежекуров Э. Е., к.т.н., доцент, доцент кафедры электротехнологии и электромеханики

Проценко А. В., к.х.н., доцент

Пабат А. И., к.т.н., доцент

Мусиенко К. А., к.т.н., доцент

Ревак Е. А.

Украина, Каменское. Днепровский государственный технический университет.

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/12072018/6036

ARTICLE INFO

Received: 19 May 2018

Accepted: 28 June 2018

Published: 12 July 2018

KEYWORDS

power source;
acid electrolyte;
electrode materials;
zirconium and lead.

ABSTRACT

The article deals with the analysis of the device of nickel-cadmium, nickel-metal hydrate, lead-acid, lithium-ion and lithium-polymer batteries. A new design of a battery based on Zr + Pb is proposed, which can be an alternative option in its characteristics when switching an electric transport to new power supplies.

Citation: Стрежекуров Э. Е., Проценко А. В., Пабат А. И., Мусиенко К. А., Ревак Е. А. (2018) Akkumulyator na Osnove Zr +Pb kak Alternativnyi Istochnik Pitaniya. *World Science*. 7(35), Vol.5. doi: 10.31435/rsglobal_ws/12072018/6036

Copyright: © 2018 Стрежекуров Э. Е., Проценко А. В., Пабат А. И., Мусиенко К. А., Ревак Е. А. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Постановка задачи. Подробно рассказывать о значении аккумуляторов и аккумуляторных батарей в современной жизни излишне. Без них невозможна работа средств мобильной связи, электронных устройств различного назначения, транспортных средств. Чтобы аккумуляторы служили достаточно долго и исправно выполняли свои функции, необходимо обеспечить их правильную техническую характеристику, тип, область применения. К сожалению, в отечественной литературе последних лет эта тема практически не освещена, а статьи, написанные различными авторами, которые можно найти в периодической печати и в Интернете, изобилуют неточностями и неверными рекомендациями. Более того, наличие в продаже аккумуляторов и батарей, зарядных устройств разных типов затрудняет правильность их выбора для применения в различных устройствах, что также обусловлено отсутствием необходимой информации для потребителя.

Прежде чем анализировать типы, эксплуатационные требования, выбор и область применения необходимо вспомнить историю создания и исходные материалы электродов источников питания.

В 1802 г. английский ученый Круикшэнк разработал первую батарею, которую можно было выпускать в промышленных масштабах. В 1820 г. французский физик Ампер открыл взаимосвязь электричества и магнетизма. В 1833 г. английский физик Майкл Фарадей открыл свой закон. В 1836 г. английский химик Джон Дэниэл разрешил проблемы коррозии электродов в элементе Вольта. Разработанный им элемент так и назывался – элемент Дэниэла. В 1859 г. французский физик Гастон Планте изобрел свинцово-кислотную аккумуляторную батарею. В 1868 г. французский химик Жорж Лекланше разработал «влажный» элемент Вольта – предшественник сухих элементов, которые были изобретены в 1888 г. американским ученым

доктором Карлом Гасснером. Его изобретение – это те самые угольно-цинковые элементы, только значительно усовершенствованные, которые применяются и в настоящее время. Американцы первыми уловили коммерческую ценность этого изобретения. Уже в 1896 г. в штате Колумбия появилась первая в мире компания, начавшая выпуск сухих элементов и батарей в промышленных масштабах.

Называлась она National Carbon Company – Национальная угольная компания. Впоследствии ее название было изменено на Eveready, а затем на Energizer. Основатель этой компании Конрад Хьюбер в 1898 г. разработал конструкцию электрического фонарика. В 1899 г. шведский ученый Вальдмар Юнгнер изобрел никель-кадмиевую батарею. В качестве положительных пластин в ней использовались пластины из никеля, а в качестве отрицательных – пластины из кадмия. Широкого распространения этот тип батарей в то время не получил из-за дороговизны их производства. Но в 1901 г. американец Эдисон изобрел более дешевую и практичную никель – железную аккумуляторную батарею.

С развитием техники и электрических устройств исследования в области химических источников тока продолжались. В 1932 г. немецкие ученые Шлехт и Аккерман изобрели прессованные пластины для свинцовых аккумуляторов. В 1947 г. французский ученый Нойман разработал первую герметичную никель-кадмиевую батарею. В 1956 г. компания Energizer выпустила 9-вольтовые батарейки, а в 1959 г. появились первые щелочные элементы. В середине 1970-х годов были разработаны свинцово-кислотные аккумуляторные батареи с регулируемым клапаном. В 1990 г. началось коммерческое производство никель-металлгидридных батарей, а в 1992 г. в Канаде – производство перезаряжаемых щелочных батарей. В 1999 г. изобретены литий-ионные полимерные батареи. В 2001 г. появились первые топливные элементы с протонно-обменной мембраной. Для конечного потребителя более интересными являются перезаряжаемые или аккумуляторные батареи, о которых и пойдет речь в статье.

Новые типы аккумуляторных батарей зачастую характеризуются весьма хорошими параметрами – высокой плотностью энергии, числом циклов заряд/разряд до 1000, малыми габаритами. Но, к сожалению, все перечисленные параметры нельзя применить одновременно хотя бы к одному из них. При малых габаритах и большом токе разряда батарея имеет небольшой срок службы. Другая батарея может служить очень долго, но при этом будет громоздкой и тяжелой. Есть, конечно, батареи с высокой энергетической плотностью и длительным сроком службы, однако для коммерческого применения они слишком дорогостоящие. Свинцово-кислотные аккумуляторные батареи (SLA, VRLA, SLI) наиболее выгодны при использовании в энергоёмких приложениях, где вопрос их веса существенного значения не имеет. Они наилучшим образом подходят для использования в больничном оборудовании, креслах-каталках, в системах аварийного освещения и источниках бесперебойного питания, в автомобильной технике. Литий-ионные аккумуляторные батареи (Li-Ion) наилучшим образом подходят для тех приложений, в которых необходима высокая емкость батарей и одновременно предъявляются жесткость.

Применяются в ноутбуках и мобильных телефонах. Литий-полимерные аккумуляторные батареи представляют более дешевую версию литий-ионных батарей: принцип их действия основан на тех же процессах. Перезаряжаемые щелочные батареи заменяют некоторые типы аккумуляторных батарей для бытовых электронных устройств. Их ограниченный срок службы компенсируется пониженным саморазрядом, что позволяет считать идеальным их применение в портативных устройствах, фотоаппаратах, вспышках.

Первый работоспособный свинцово-кислотный аккумулятор был изобретен в 1859 г. французским ученым Гастоном Планте. Его конструкция представляла собой электроды из листового свинца, разделенные сепараторами из полотна, которые были свернуты в спираль и помещены в сосуд с 10 % раствором серной кислоты. Недостатком первых свинцово-кислотных аккумуляторов была их низкая емкость. Первоначально для ее увеличения проводили большое число циклов заряда-разряда. Для достижения существенных результатов требовалось до двух лет таких тренировок. Причина недостатка была явной — конструкция пластин. Поэтому дальнейшее совершенствование конструкции свинцово-кислотных аккумуляторов было направлено на совершенствование конструкции используемых в них пластин и сепараторов. В 1880 г. К. Фор предложил технологию изготовления намазанных электродов путем нанесения на пластины окислов свинца. Такая конструкция электродов позволила значительно увеличить емкость аккумуляторов. А в 1881 г. Э. Фолькмар предложил использовать в качестве электродов намазанную решетку. В том же году ученому Селлону был выдан патент на технологию изготовления решеток из сплава свинца и сурьмы. Первоначально

практическое применение свинцово-кислотных аккумуляторов было затруднено из-за отсутствия зарядных устройств – для заряда использовали первичные элементы конструкции Бунзена. То есть химический источник тока заряжался от другого химического источника — батареи гальванических элементов. Положение кардинально изменилось с появлением недорогих генераторов постоянного тока. Именно свинцово-кислотные батареи первыми в мире из аккумуляторных батарей нашли коммерческое применение. К 1890 году во многих промышленно развитых странах был освоен их серийный выпуск. В 1900 году немецкая фирма Varta выпустила первые стартерные аккумуляторы для автомобилей. В 70-х годах прошлого, XX века были созданы необслуживаемые свинцово-кислотные батареи, способные работать в любом положении. Жидкий электролит в них заменили гелиевым или абсорбированным (впитанным) сепараторами электролитом, батареи герметизировали, а для отвода газов, выделяющихся при заряде или разряде, установили безопасные клапаны. Были разработаны новые конструкции пластин на основе медно-кальциевых сплавов, покрытых оксидом свинца, на основе титановых, алюминиевых и медных решеток.

Активные вещества аккумулятора сосредоточены в электролите и положительных и отрицательных электродах, а совокупность этих веществ называется электрохимической системой. В свинцово-кислотных аккумуляторных батареях электролитом является раствор серной кислоты, активным веществом положительных пластин – двуокись свинца PbO_2 , отрицательных пластин – свинец Pb . Для того чтобы было легче разобраться в многообразии свинцово-кислотных аккумуляторных батарей, следует знать об их делении на группы по режиму их эксплуатации и по технологии изготовления. Это поможет понять, как правильно подобрать аккумуляторную батарею для решения конкретных задач, как правильно выбрать режимы заряда и разряда, какие внешние факторы и как будут влиять на ее работу в процессе эксплуатации.

Из всего этого анализа источников питания и области их применения, нас интересует в основном силовые аккумуляторы, используемые в транспорте.

Свинцово-кислотные аккумуляторные батареи во всем мире до сих пор остаются самыми надежными, долговечными и не требующими высоких эксплуатационных затрат химическими источниками тока. При изготовлении свинцово-кислотных аккумуляторных батарей применяют химические добавки. Например, к свинцу добавляют сурьму (доля в сплаве 1...10 %), которая обеспечивает более прочный электрический контакт активного материала с решеткой, предотвращает его осыпание, что позволяет увеличить срок службы аккумуляторных батарей. Кроме свинцово-сурьмяных, используют также свинцово - кальциевые сплавы, позволяющие сделать пластины более легкими и прочными при сохранении высоких электрических и механических характеристик. Правильный подбор металлов, химикатов и добавок помогает достичь компромисса и баланса между высокой энергетической плотностью, длительностью срока хранения, увеличением срока службы и безопасностью при эксплуатации. Высокой энергетической плотности можно достичь сравнительно легко, например, добавив вместо кобальта никель. Емкость батареи при этом возрастет, снизится ее стоимость, но при этом ухудшится и безопасность ее эксплуатации. Начинающие свой бизнес компании могут во главу угла поставить максимально возможную емкость выпускаемых батарей, пренебрегая всем остальным. Напряжение на элементе свинцово-кислотной батареи составляет 2,2 В. Среди всех типов аккумуляторов свинцово-кислотные отличаются наименьшей энергетической плотностью. В них отсутствует «эффект памяти». Их продолжительный заряд не станет причиной выхода батареи из строя. Преимущества свинцово-кислотных батарей: - дешевизна и простота производства – по стоимости 1 Вт ч энергии эти батареи являются самыми дешевыми; отработанная, надежная и хорошо понятная технология обслуживания; малый саморазряд – самый низкий по сравнению с аккумуляторными батареями других типов; низкие требования по обслуживанию – отсутствует «эффект памяти», не требуется доливки электролита; допустимые высокие токи разряда. Недостатки свинцово-кислотных батарей: не допускается хранение в разряженном состоянии; низкая энергетическая плотность – большой вес аккумуляторных батарей ограничивает их применение в стационарных и подвижных объектах; Свинцово-кислотные батареи допускают лишь ограниченное количество циклов полного разряда; кислотный электролит и свинец оказывают вредное воздействие на окружающую среду; при неправильном заряде возможен перегрев. Свинцово-кислотные батареи имеют настолько низкую энергетическую плотность по сравнению с другими типами батарей, что это делает нецелесообразным использование их в качестве источников питания переносных устройств. Хотя примеры их применения в портативной электронной технике есть. Кроме того, при низких температурах их емкость существенно снижается. Аккумуляторные батареи,

устанавливаемые в автомобилях, работают в особенных условиях: высокие пусковые токи разряда, питание электроприборов автомобиля на стоянке, заряд от автомобильного генератора, работа в широком диапазоне температур, подверженность тряске и вибрации. Так как выходное напряжение генератора зависит от частоты вращения двигателя.

В электрокарах, применяются большинство типов литий-ионных батарей, но им свойственно старение. По неизвестным причинам производители батарей информацию об этом скрывают. Иногда в технических данных пишут о возможности некоторого снижения емкости батареи через один год независимо от того, использовалась она или не использовалась. Через 2–3 года батареи чаще всего выходят из строя. Это, скорее всего, связано с тем, что в веществах, входящих в состав батарей, со временем происходят необратимые химические процессы, приводящие батареи в негодное состояние. Хранение батарей в прохладном месте замедляет процессы старения литий-ионных батарей так же, как и батарей других типов. Производители рекомендуют хранить батареи при температуре 15 °С. При этом батареи должны быть подзаряжены. Для литий-ионных батарей не рекомендуется длительное хранение. Более того, в процессе хранения они должны быть подвержены ротации (т. е. их следует периодически переворачивать). При покупке батареи потребитель должен быть предупрежден производителем о сроке ее замены. К сожалению, информация о дате выпуска часто кодируется среди цифр серийного номера или отдельно, что не позволяет конечному потребителю определить дату выпуска без использования справочной литературы. Производители постоянно работают над улучшением качества литий-ионных аккумуляторных батарей. Примерно каждые полгода они используют новые или улучшенные химические составы. При таких темпах сложно, а подчас и невозможно уследить за данными об изменениях в сроке хранения и эксплуатации [1].

Поэтому мы имеем в настоящее время два основных типа аккумуляторов – массово выпускаемые свинцовые с посредственными характеристиками и завоевывающие мир литий-ионные, которые по всем показателям лучше свинцовых, но намного дороже.

Наша задача разработать промежуточную переходную конструкцию аккумулятора с улучшенными характеристиками, которая защищена патентом Украины [2].

Изобретение относится к электротехнической промышленности и может быть использован в свинцовых аккумуляторах. Известный электрический свинцовый аккумулятор, содержащий положительные двуокисно-свинцовые и отрицательные свинцовые электроды, разделенные сепараторами, каждый положительный электрод размещен между двумя отрицательными, средние отрицательные электроды размещены попарно с зазором между ними [Патент Франции, кл 21 В, 1908 г].

Недостатком аккумулятора являются низкие удельные характеристики, которые определяются в значительной молярной массой химических реагентов токообразующих реакций. Наиболее близким по технической сущности и результату является электрический свинцовый аккумулятор, содержащий положительные двуокисно-свинцовые и отрицательные циркониевые электроды, разделенные сепараторами, каждый положительный электрод размещенный между двумя отрицательными, средние отрицательные электроды размещены попарно с зазором между ними [заявка №200031220 / 9424, Украина, кл Н01М 10 / 12,01 марта 2000].

Применение двуокисно-свинцевого катода и циркониевого анода не обеспечивает максимального коэффициента использования активной массы вследствие избыточности токообразующей массы отрицательного электрода. В основу изобретения поставлена задача усовершенствования электрического аккумулятора путем применения положительного электрода из окиси свинца и отрицательного электрода с оксида циркония, которая улучшает удельные электрические и массогабаритные характеристики. Поставленная задача решается тем, что в аккумуляторе, который содержит положительные электроды и отрицательные электроды, размещенные попарно и разделены сепаратором, согласно изобретению, положительные электроды, изготовлены из окиси свинца, а отрицательные электроды изготовлены из оксида циркония. Использование положительных электродов из окиси свинца и отрицательных электродов из оксида циркония позволяет увеличить удельные электрические характеристики аккумулятора за счет уменьшения удельных расходов реагентов.

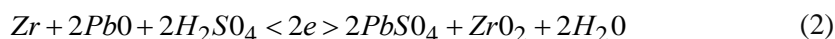
Согласно закону Фарадея общее количество электричества, которое генерируется электрохимической системой, связана с количеством прореагировавшей вещества соотношением: учитывающем число электронов, берущих участие в реакции, молярные массы окислителя и восстановителя, где число Фарадея, 96485 Кл/моль.

Для свинцового аккумулятора теоретическая емкость Q , которая определяется токообразующей реакцией;



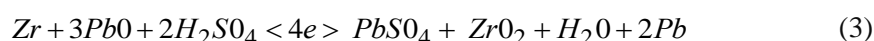
и расходом реагентов, составляет $Q = 4.32 \cdot 10^5$ Кл/моль

Для аккумулятора с циркониевым отрицательным электродом теоретическая емкость, которая определяется токообразующей реакцией;



и расходом реагентов, составляет $Q = 5.14 \cdot 10^5$ Кл/моль

Для аккумулятора с положительным электродом из окиси свинца и циркониевым отрицательным электродом теоретическая емкость, которая определяется токообразующей реакцией;



и расходом реагентов, составляет $Q = 12.27 \cdot 10^5$ Кл/моль.

Таким образом, применение в аккумуляторе положительного электрода из окиси свинца, а отрицательного электрода - из оксида циркония позволяет увеличить емкость аккумулятора в 2.84 раза и сократить расходы свинца в расчете на единицу емкости в 2 раза, улучшить массо – габаритные характеристики аккумулятора в 1.55 раза. Необычная стойкость циркония обеспечивает многократную регенерацию отрицательных электродов с минимальными технологичными затратами. Размещение циркониевых электродов между свинцовыми электродами при наличии дополнительной защиты общей конструкции аккумулятора обеспечивает для довольно значительного класса устройств возможность использования отработанного в ядерных реакторах конструкционного циркония, не имеющего наведенной радиации, не только значительно снижает стоимость аккумулятора, но и в значительной степени решает проблему утилизацию отходов демонтированных объектов атомной энергетики.

Также изменились и электрические характеристики аккумулятора,

1 вариант в классическом аккумуляторе (1):

– на катоде (+) = 1.685В, анод (-) = -0.356В, ЭДС (E) = E° катода – E° анода = 1.685 – (-0.356) = 2.04 В.

2 вариант цирконий – свинцовый кислотный аккумулятор (2)

– на катоде (+) = +0.67В, анод (-) = -1.553 В, ЭДС (E) = E° катода – E° анода = +0.67 – (-1.553) = 2.22 В.

3 вариант цирконий – свинцовый кислотный аккумулятор (3)

– на катоде (+) = +0.1455В, анод (-) = -1.553 В, ЭДС (E) = E° катода – E° анода = +0.1455 – (-1.553) = 3.01 В.

Как видим, и в этих вариантах вариант цирконий – свинцовый кислотный аккумулятор имеет значительные преимущества перед классическим свинцовым аккумулятором.

Выводы. В конечном итоге мы пришли к выводу, что силовые источники электропитания для современного электротранспорта все больше развиваются на основе литиевых аккумуляторов. Но в мире еще много автотранспорта, использующего в качестве энергии нефтепродукты и свинцовые аккумуляторы в качестве стартерных. И предлагаемый нами новый тип аккумулятора позволит смягчить переход огромного количества производств выпускающие старые типы свинцовых аккумуляторов на выпуск промежуточного альтернативного типа. И это позволит значительно улучшить электрические характеристики нового разработанного цирконий – свинцового кислотного аккумулятора, при сохранении оптимальной себестоимости и сохранению рабочих мест.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хрусталева Д. А. Аккумуляторы. – М.: Изумруд, 2003. – 224 с.: ил.
2. Патент декларационный. Аккумулятор. Украина, UA. №64863 А, 7 Н01М10/12. Бюл. № 3, 15.03.2004. авт. Пабат А. И., Проценко А. В., Пабат А. А., Проценко Д. А.

ДИНАМИКА МОДЕЛИ ДВУХКОЛЕСНОГО ТРАНСПОРТНОГО РОБОТА

Ащепкова Н. С., к.т.н.
Богданов В. А., аспирант
Ащепков С. А., студент

Украина, г. Днепр, Днепровский национальный университет им. Олеся Гончара

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/12072018/6037

ARTICLE INFO

Received: 05 May 2018
Accepted: 17 June 2018
Published: 12 July 2018

KEYWORDS

transport robot;
chassis;
kinematics;
dynamics;
drive

ABSTRACT

The urgency of creating two-wheeled transport is substantiated in the article and research results of a two-wheel balancing robot dynamics are presented. The model of a two-wheel arrangement of the chassis is considered, while the wheels have independent control and rotate without slipping; drive - electric. The mathematical model of the kinematics, dynamics and drive of a two-wheeled transport robot is compiled in the article. While making the kinematic model, geometric connections between the angle of the course, the angle of the wheel rotation and the Cartesian coordinates are obtained. While making a dynamic model, forces and moments that act on a single wheel are determined and those, that are brought to the center of mass. The mathematical model of the drive connects the values of the electric stator circuit of the motor with the moment of the wheel rotation, that controls voltage and the feedback parameters.

Citation: Ащепкова Н. С., Богданов В. А., Ащепков С. А. (2018) Dinamika Modeli Dvuhkolesnogo Transportnogo Robota. *World Science*. 7(35), Vol.5. doi: 10.31435/rsglobal_ws/12072018/6037

Copyright: © 2018 Ащепкова Н. С., Богданов В. А., Ащепков С. А. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Компактность и маневренность двухколесных транспортных средств привлекают внимание инженеров. Еще в 1935 г. была сконструирована машина «Gyrauto» итальянского инженера Эрнста Фракелли - один из первых аппаратов с двумя соосными колёсами [1]. В 2001 г. компанией Segway LLC было представлено транспортное средство, в котором центр масс корпуса (вместе со стоящим пассажиром) находится выше оси вращения колёс [1]. Такая компоновка позволила существенно сократить диаметр колёс и общие габариты аппарата. Однако, такая конструкция является статически неустойчивой, и для её стабилизации требуется надёжная система управления. В случае несрабатывания системы управления, человек, стоящий на платформе падает. Исследования динамики и управления двухколёсных транспортных средств приведены [2, 4, 5]. Множество представленных конструкций двухколёсных транспортных средств подтверждает актуальность исследований в этой области.

Серьёзной проблемой является задача стабилизации платформы и удержание двухколёсного робота в вертикальном положении на криволинейных и (или) ускоренных участках траектории. Кроме того, необходимо разработать алгоритмы управления для системы с двумя управляющими воздействиями при трёх степенях подвижности. Следовательно, исследование динамики двухколесного транспортного робота является актуальной научно – прикладной задачей.

Современный транспортный робот представляет собой синергию кинематической схемы, исполнительных приводов и системы управления. Математическая модель движения транспортного робота может быть представлена в виде взаимосвязанных моделей кинематики, динамики и привода [3].

Кинематическая модель. Рассмотрим плоское движение транспортного робота, представленного в виде платформы с двумя колёсами (рис.1), относительно неподвижной системы координат XOY . С центром масс робота O_o связана подвижная система координат $X_oO_oY_o$. Предположим, что колёса имеют независимое управление и вращаются без проскальзывания, расстояния между колёсами $O_oO_1 = O_oO_2 = a$.

Положение каждого колеса характеризуется декартовыми координатами точки K_i , углом курса φ и углом поворота колеса Ω_i (рис. 2). Движения колёс описываются уравнениями:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= 0.5d \cdot \omega_1 \cdot \text{Cos}\varphi, & \dot{x}_2 &= 0.5d \cdot \omega_2 \cdot \text{Cos}\varphi, \\ \dot{y}_1 &= 0.5d \cdot \omega_1 \cdot \text{Sin}\varphi, & \dot{y}_2 &= 0.5d \cdot \omega_2 \cdot \text{Sin}\varphi, \end{aligned} \tag{1}$$

где x_1, x_2, y_1, y_2 – координаты точек K_1 и K_2 ;

$\omega_1 = \dot{\Omega}_1$ и $\omega_2 = \dot{\Omega}_2$ – угловые скорости колёс;

d – диаметр колеса.

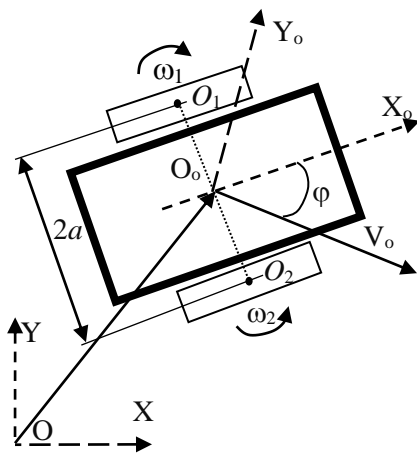


Рис. 1.

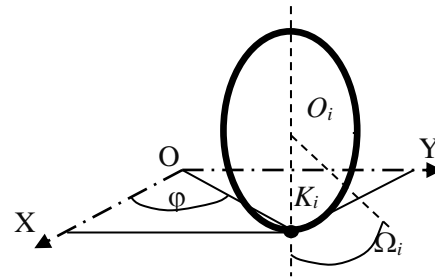


Рис. 2.

Уравнение связи:

$$V_o = 0.25d \cdot (\omega_1 - \omega_2), \quad \text{tg } \varphi = \frac{V_o}{R+a} = \frac{0.25d \cdot (\omega_1 - \omega_2)}{R+a}, \tag{2}$$

где $R = OO_2$ – радиус поворота робота;

a – конструктивный параметр модели.

Геометрические координаты центра масс робота можно определить как координаты середины отрезка O_1O_2 по формулам:

$$x_0 = \frac{x_1 + x_2}{2}, \quad y_0 = \frac{y_1 + y_2}{2}. \tag{3}$$

Дополним уравнения (1-3) уравнениями геометрических связей:

$$x_2 = 2a \cdot \text{Cos}\varphi + x_1, \quad y_2 = 2a \cdot \text{Sin}\varphi + y_1. \tag{4}$$

Совокупность уравнений (1-4) является кинематической моделью транспортного робота.

Динамическая модель. Для составления динамической модели движения робота используем метод Ньютона-Эйлера. Движения твёрдого тела в плоскости можно описать системой трёх дифференциальных уравнений:

$$m\ddot{x}_o = \sum F_x, \quad m\ddot{y}_o = \sum F_y, \quad J_o\ddot{\phi} = \sum M_o, \quad (5)$$

где m – масса робота;

J_o – тензор инерции транспортного робота относительно связанной системы координат $X_oO_oY_o$

Определим правые части уравнений (5):

$\sum F_x = 0.5(F_{1x} + F_{2x})$ – проекции сил F_1 и F_2 на ось x ;

$\sum F_y = 0.5(F_{1y} + F_{2y})$ – проекции сил F_1 и F_2 на ось y ;

$\sum M_o = a(F_1 - F_2)$ – момент сил F_1 и F_2 относительно центра масс робота.

Рассмотрим движение отдельного нагруженного колеса. Предположим, что к приводному колесу приложен вращательный момент M_{ki} , внешний момент M_i , момент трения качения M_{Tki} (рис. 3); внешними силами относительно колеса являются: вес колеса P_{ki} , нормальная реакция дороги N_{ki} , внешняя сила нагрузки F_i и сила трения T_{ki} . Рассмотрим случай, когда $N_{ki} \geq P_{ki}$.

Направим ось X_i вдоль горизонтального направления пути. Составим дифференциальные уравнения движения колеса при условии, $N_{ki} = P_{ki}$, $Y_{ki} = 0$:

$$\begin{aligned} m_{ki} \cdot \ddot{x}_{ki} &= F_i - T'_{ki} + T_{ki}, \\ J_{\Sigma i} \cdot \dot{\omega}_i &= (T_{ki} - T'_{ki}) \cdot r_k - M_{\Sigma i}, \\ M_{\Sigma i} &= M_{ki} - k \cdot N_{ki}, \end{aligned} \quad (6)$$

где $r_k = 0.5d$ – радиус колеса,

k – коэффициент сопротивления качению,

ω_i – угловая скорость колеса,

m_{ki} – масса колеса,

$J_{\Sigma i}$ – суммарный момент инерции колеса,

$M_{Tki} = k \cdot N_{ki}$.

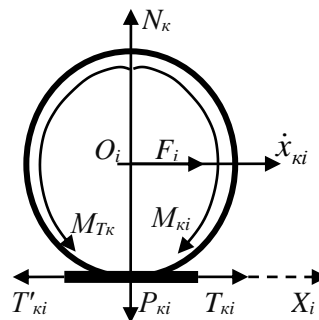


Рис. 3.

Момент M_{ki} создается электродвигателем, вращающим колесо через редуктор с передаточным соотношением η ($\eta < 1$),

$$\omega_g = \eta \cdot \omega_i,$$

$$J_{\Sigma i} = J_{ki} + \tilde{J}_{gi},$$

где ω_g – угловая скорость вращения ротора, $J_{ki} = \frac{m_{ki} \cdot r_k^2}{2}$ – момент инерции колеса,

$\tilde{J}_{gi} = \frac{J_{gi}}{\eta^2}$ – момент инерции ротора электродвигателя, приведенный к оси колеса.

Если колесо катится без скольжения, точка касания колеса с дорогой K_i является мгновенным центром скоростей, а \dot{x}_{ki} – скорость при вращении вокруг мгновенного центра скоростей, тогда:

$$T_{ki} = -r_k \cdot \omega_i, \text{ а } \ddot{x}_{ki} = -r_k \cdot \dot{\omega}_i. \quad (7)$$

Учитывая (7) с (6) находим T_{ki} и \ddot{x}_{ki} :

$$T_{ki} - T'_{ki} = \frac{m_{ki} \cdot r_k \cdot M_{\Sigma i} - J_{\Sigma i} \cdot F_i}{m_{ki} \cdot r_k^2 + J_{\Sigma i}}, \quad \ddot{x}_{ki} = \frac{F_i + T'_{ki} - T_{ki}}{m_{ki}} = \frac{r_k (M_{\Sigma i} + F_i \cdot r_k)}{m_{ki} \cdot r_k^2 + J_{\Sigma i}}. \quad (8)$$

Значение угловой скорости колеса ω_i определяется интегрированием (6) или (7).

Для того чтобы колесо двигалось без скольжения, должно выполняться условие $T_{ki} \leq f \cdot P_{ki}$, где f – коэффициент трения между колесом и дорогой; если $T_{ki} \geq f \cdot P_{ki}$ колесо будет пробуксовывать.

Силу F_i можно рассматривать как реакцию модели робота на i -ое колесо

$$F_i = T_{cpi} - T_{ki}, \quad (9)$$

где T_{cpi} – средняя движущая сила колеса $T_{cpi} = \sum_{i=1}^2 \frac{T_{ki}}{2}$.

Зная конструктивные параметры модели, по формулам (8-9) можно определить силы и моменты действующие на каждое колесо. Таким образом, вычисляются правые части системы уравнений (5). Совокупность уравнений (5, 8, 9) является динамической моделью двухколесного транспортного робота.

Математическая модель привода двухколесного транспортного робота. Уравнение цепи статора двигателя

$$L_{CT} \frac{dI_{CT}}{dt} + R_{CT} \cdot I_{CT} + C_{\Sigma} \cdot \omega_g = U_g,$$

где L_{CT} – индуктивность обмотки статора, R_{CT} – сопротивление обмотки статора, J_{CT} – ток обмотки статора, ω_g – угловая скорость вращения ротора, U_g – управляющее напряжение обмотки статора.

Вращающий момент двигателя $M_g = C_M \cdot J_{CT}$.

Уравнение вращающего момента для колеса $M_{ki} = \frac{\mu}{\eta} \cdot M_g$,

где μ – коэффициент полезного действия редуктора, η – коэффициент редукции ($\eta < 1$).

Уравнение движущей силы колеса $T_{ki} = \frac{m_M \cdot r_k \cdot M_{\Sigma i}}{m_M \cdot r_k^2 - 2 \cdot J_{\Sigma i}}$.

Уравнение ускорения робота $\ddot{x}_M = \frac{T_{\Sigma}}{m_M} = \frac{\sum T_{ki}}{m_M}$.

Уравнение линейной скорости колеса $\dot{x}_{Mki} = \int \ddot{x}_{Mki} dt$.

Уравнение угловой скорости колеса $\omega_i = -\frac{\dot{x}_{Mki}}{r_k}$.

Уравнение угловой скорости выходного вала двигателя $\omega_g = \frac{\omega_i}{r}$.

Уравнение обратной связи $U_{oc} = K_{oc} \cdot \omega_f$,

где U_{oc} – напряжение обратной связи;
 K_{oc} – коэффициент обратной связи;
 ω_f – фактическое значение угловой скорости.

При имитационном моделировании на базе Lego Mindstorms (рис.4), робот хорошо балансирует на ровных участках траектории и теряет устойчивость при резких маневрах. Представленная модель позволяет получить навыки конструирования и управления подобными транспортными средствами.



Рис. 5.

Дальнейшее исследование динамики двухколесного робота предполагает математическое моделирование ускоренного, равномерного и замедленного движения по криволинейной траектории, для уточнения параметров обратной связи и коррекции управляющих алгоритмов. Особое внимание при разработке реальных двухколесных транспортных роботов следует уделить механической или электрической стабилизации платформы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Belotelov, V. N. (2010) Dynamics and control of an autonomous mobile robot with two coaxial wheels. (p.125) Lomonosov M. V. Moscow National University
2. Bobtsov, A. A., Borgul, A. S., Zimenko, K. A., Pyrkin, A. A. (2011) Algorithm for managing an autonomous two-wheeled mobile robot "Motobot". Saint-Petersburg National University of informational technology, mechanics and optics journal, 5, 63-68.
3. Burdakov, S. F., Dyachenko, V. A., Timofeiev, A. N. (1986) Designing manipulators of industrial robots and robotic complexes. Moscow, 264.
4. Pavlovsky, V. E., Evgrafov, V. V., Pavlovsky, V. V., Petrovskaya, N. V. (2007) Dynamics, modeling, control of mobile robots. Theory and systems of control, 5, 171-176.
5. Martynenko, Y. G. (2005) Controlling the movement of mobile wheeled robots. Fundamental and applied mathematics (Vol. 11, 8 ed., pp.29-80)

ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЦІЙНОГО ТЕПЛООБМІНУ ТА ІНСОЛЯЦІЇ

Ковтун С. І., к.т.н., старший наук. співробітник

Іванов С. О., к.т.н., наук. співробітник

Декуша Л. В., д.т.н., провідний наук. співробітник,

Декуша О. Л., к.т.н., старший наук. співробітник

Воробйов Л. Й., к.т.н., провідний наук. співробітник

Україна, Київ, Інститут технічної теплофізики НАН України

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/12072018/6038

ARTICLE INFO

Received: 16 May 2018

Accepted: 25 June 2018

Published: 12 July 2018

KEYWORDS

heat radiation;
insolation;
radiometer;
pyranometer;
measurement.

ABSTRACT

The article is aimed at reviewing the structure, technical characteristics and peculiarities of the use of instruments for measuring the intensity of radiation heat transfer and insolation, which were created at the Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine. The structure and basic components of calorimetric devices for measuring thermal radiation, which based on battery transducers of heat flow as sensitive elements, are considered. An absolute radiometer RAP-12SR with liquid cooling was created. It contains two identical cells - working receiver and reference. The output signals of cells are included in a differential scheme, which provides compensation for external non-informative influences. The quasidifferential receiver of the radiation heat flux RAP-12KD contains two cells with different sizes - the working cell with required size and a significantly smaller referent cell. The output signal of referent cell is amplified to the required level by hardware. Created multi-channel pyranometer CP-U1 is designed to determine the insolation, depending on the angle of inclination to the horizon. The pyranometer SR-M1 is intended for long-term monitoring of insolation of external elements of facades of investigated objects or surfaces, oriented on the sides of the world. The basic metrological characteristics of the developed devices and their structure are given.

Citation: Ковтун С. І., Іванов С. О., Декуша Л. В., Декуша О. Л., Воробйов Л. Й. (2018) Zasoby Vymiruvannia Radiatsiinoho Teploobminu ta Insoliatsii. *World Science*. 7(35), Vol.5. doi: 10.31435/rsglobal_ws/12072018/6038

Copyright: © 2018 Ковтун С. І., Іванов С. О., Декуша Л. В., Декуша О. Л., Воробйов Л. Й. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. Теплове випромінювання – результат складних процесів взаємодії елементарних часток на атомарному рівні, інтенсивність яких зростає зі збільшенням температури. При нагріванні тіла з підвищенням його температури кількість випромінюваної енергії також зростає (пропорційно четвертому ступеню абсолютної температури). Випромінювання, яке визначається тільки температурою і оптичними властивостями тіла, називають тепловим випромінюванням.

Теплообмін випромінюванням обумовлений перетворенням внутрішньої енергії речовини в енергію випромінювання, поширенням її в просторі, і поглинанням тілом або середовищем, з якими воно контактує.

Теплообмін випромінюванням має широке застосування в багатьох галузях науки й техніки, і області його застосування безперервно розширюється. Характерною особливістю такого теплообміну

є те, що в ньому можуть брати участь тіла, які не контактують між собою безпосередньо. Завдяки цій властивості теплообміну випромінюванням Земля отримує теплоту від Сонця.

На сьогодні не існує універсального приладу для вимірювання густини теплового випромінювання у широкому діапазоні частоти та потужності. В залежності від умов дослідження, характеру випромінювання, інтегральної потужності, необхідно використовувати один із спеціалізованих засобів вимірювання. Такі засоби вимірювання називають приймачами теплового випромінювання.

Приймачі теплового випромінювання – засоби, які призначені для виявлення або вимірювання величини теплового випромінювання принцип роботи яких базується на перетворенні енергії випромінювання на інші види енергії (теплову, механічну, електричну, тощо). Оскільки незалежно від того, на якому принципі базується приймач теплового випромінювання, час протікання процесів переносу та релаксації значно перевищує період коливання світлового поля, тому приймачі реагують на інтенсивність теплового випромінювання, усереднену за періодами коливань електромагнітних хвиль.

Приймачі теплового випромінювання реагують на енергію, яку поглинув чутливий елемент приймача. Поглинена енергія призводить до нагрівання чутливого елемента і підвищення його температури, яку можна виміряти. Також можливе реєстрування викликаних нагріванням змін інших фізичних параметрів чутливого елемента, які однозначно пов'язані з підвищенням температури, наприклад, електропровідність, тиск газу, тощо [3].

Калориметричні прилади та системи для вимірювання радіаційного теплового потоку відрізняються геометричними та структурними особливостями. Основні різновиди таких приладів представлені на рис. 1 [4].

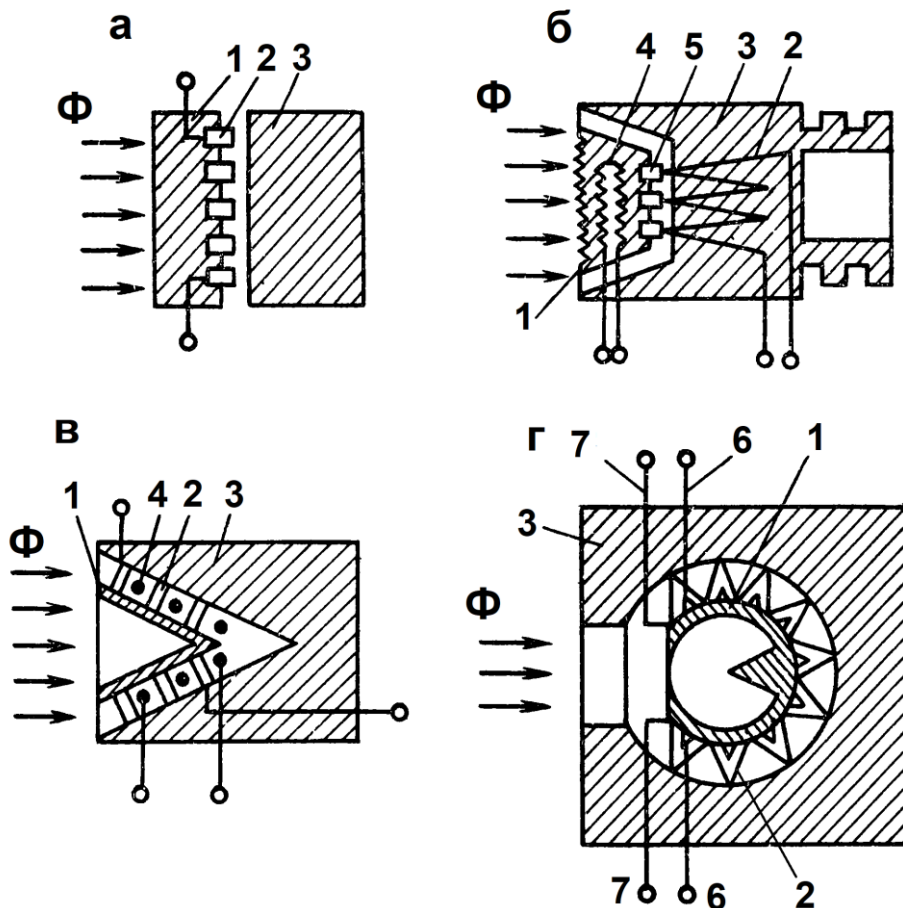


Рис. 1. Структура калориметричних приладів вимірювання теплового випромінювання [4].

1 – приймальний елемент; 2 – чутливий елемент (батарея термоелементів);
3 – пасивний термостат (масивний корпус); 4 – електронагрівник; 5 – втулки теплоізоляційного матеріалу; 6 – виводи електронагрівника; 7 – виводи батареї термопар.

Основними елементами структури калориметричних засобів вимірювання радіаційних теплових потоків є:

– вимірювальна комірка, призначена для поглинання радіаційного потоку. Оснащена покриттям, що має високу ступінь чорноти, або виконана у вигляді однієї з моделей абсолютно чорного тіла (АЧТ);

– чутливий елемент – термобатарея, гарячі спаї якої розміщені у приймальному елементі, а холодні – у термостаті. Термобатарея служить для вимірювання зміни температури приймального елемента під дією випромінювання;

– термостат (активний/пасивний), зазвичай представлений як масивний металевий корпус, який виконує подвійну функцію – зберігає сталою температуру від якої проводять відлік та забезпечує конструктивну цілісність приладу.

Для проведення калібрування методом заміщення потужності випромінювання потужністю електричного струму, деякі моделі приймачів додатково оснащують електронагрівником.

Приймальні елементи калориметричних пристроїв мають форму різних моделей АЧТ, наприклад, плоскої чорненої пластини (а); пластини з канавками трикутної форми (б); конуса (в); сфери зі зворотнім конусом (г). Можливі і інші прості та комбіновані форми – циліндр, комбінований циліндр з конусом або на півсферою, призма, клин, тощо [4].

Для вимірювання енергії сонячного випромінювання, одного з основних джерел енергії, які забезпечують життя на Землі, використовують такі спеціалізовані прилади:

піргеліометр – для вимірювання прямого сонячного випромінювання, яке падає на поверхню, перпендикулярну до падаючого випромінювання абсолютним методом;

піранометр – для вимірювання сумарної та розсіяної сонячної радіації, яка потрапляє на горизонтальну поверхню;

актинометр – для вимірювання інтенсивності прямого сонячного випромінювання за зміною температури поверхні з високим ступенем чорноти, яка поглинає.

Калориметричні прилади для вимірювання радіаційних теплових потоків застосовують у різних галузях науки і техніки, наприклад, у енергетиці, аерокосмічній галузі, при пожежних випробуваннях, дослідженнях енергії сонячного випромінювання і т.п. Виготовленням приладів для дослідження теплообміну випромінюванням займаються як науково-дослідні установи, так і великі міжнародні компанії, такі як Kipp & Zonen (Нідерланди) [5], FuehlerSysteme (Німеччина) [6], НТМ-Защита (Росія) [7] та інші. Деякі питання метрологічного забезпечення та експлуатації приладів для дослідження теплообміну випромінюванням розглянуті у роботах [8...10]. Інститут технічної теплофізики НАН України також проводить роботи зі створення вимірювальних засобів для експериментальних досліджень радіаційного теплообміну та інсоляції.

Метою даної роботи є огляд структури, технічних характеристик та особливостей застосування приладів для вимірювання інтенсивності радіаційного теплообміну та інсоляції, які створені в Інституті технічної теплофізики НАН України із застосуванням як чутливих елементів батарейних перетворювачів теплового потоку.

Результати досліджень. Для вимірювання теплового потоку отримали широке розповсюдження батарейні перетворювачі теплового потоку (ПТП) [11, 12], виготовлені із дротової спіралі одного термоелектродного матеріалу, на яку гальванічним способом нанесені окремі ділянки парного термоелектродного матеріалу. Такі перетворювачі застосовують як первинні перетворювачі в системах діагностики і моніторингу різноманітних об'єктів у енергетиці, будівництві та аерокосмічній техніці, та як чутливі елементи при побудові різноманітних вимірювальних засобів, в тому числі засобів вимірювання радіаційного теплового потоку. Основою такої батареї термоелементів є навита на стрічковий каркас з електроізоляційної плівки плоска спіраль, яка виготовлена з дроту основного термоелектродного матеріалу, з періодично нанесеним покриттям парного термоелектродного металу. При цьому межі переходу від основного термоелектрода до біметалевого є «спаями», які розміщені або уздовж обох ребер каркасної стрічки, або на центральних лініях поверхонь стрічки. При виготовленні ПТП спіраль термоелементів укладають у спеціальну матрицю або навивають на каркас і заливають електроізоляційним епоксидним компаундом з теплопровідним наповнювачем для придання йому форми монолітної пластини або циліндричної оболонки. Такий перетворювач є так званою «додатковою стінкою», на протилежних поверхнях якої розміщені спаї термоелементів. При наявності теплового потоку, що проходить крізь додаткову стінку, і відповідно, паралельно через всі елементи термобатареї, виникає перепад температури між спаями, внаслідок чого, в кожному з включених послідовно

термоелементів генерується електричний сигнал. Сумарний вихідний сигнал перетворювача пропорційний значенню сприйнятого теплового потоку.

Для вирішення завдань вимірювання потоку теплового випромінювання розроблено приймачі серії РАП-12. У цих приладах чутливий елемент виконаний у вигляді циліндричної оболонки зі спіралі термоелементів. Вимірювальна комірка у вигляді порожнини з каліброваним входним отвором малого діаметру дозволяє забезпечити високе і стабільне значення коефіцієнту поглинання та знизити питоме навантаження на чутливий елемент, і, відповідно, підвищити лінійність перетворення у широкому діапазоні значень входного потоку. Відмінною особливістю приймачів серії РАП є наявність вбудованого градуювального нагрівника, що розташовано між термобатареею і тепловим колектором, які утворюють порожнину приймача. Підтримання робочої температури приймача забезпечується шляхом застосування рідинного охолодження.

Для прецизійного вимірювання потужного теплового випромінювання застосовується абсолютний радіометр з рідинним охолодженням моделі РАП-12СР, при конструюванні якого використана диференціальна схема вимірювання. Така схема забезпечує компенсацію зовнішніх неінформативних впливів, оскільки вихідний сигнал формується як різниця сигналу робочого перетворювача, на який діє і вимірювана величина і зовнішні впливи, та сигналу перетворювача-референту, на який діють тільки зовнішні впливи. Даний радіометр експлуатується разом зі стандартним засобом вимірювання напруги постійного струму та циркуляційним термостатом, і використовується для вимірювання інтегрального (неселективного) теплового випромінювання, в тому числі сонячного. Конструкцію та зовнішній вигляд радіометра РАП 12СР представлено на рис. 2.

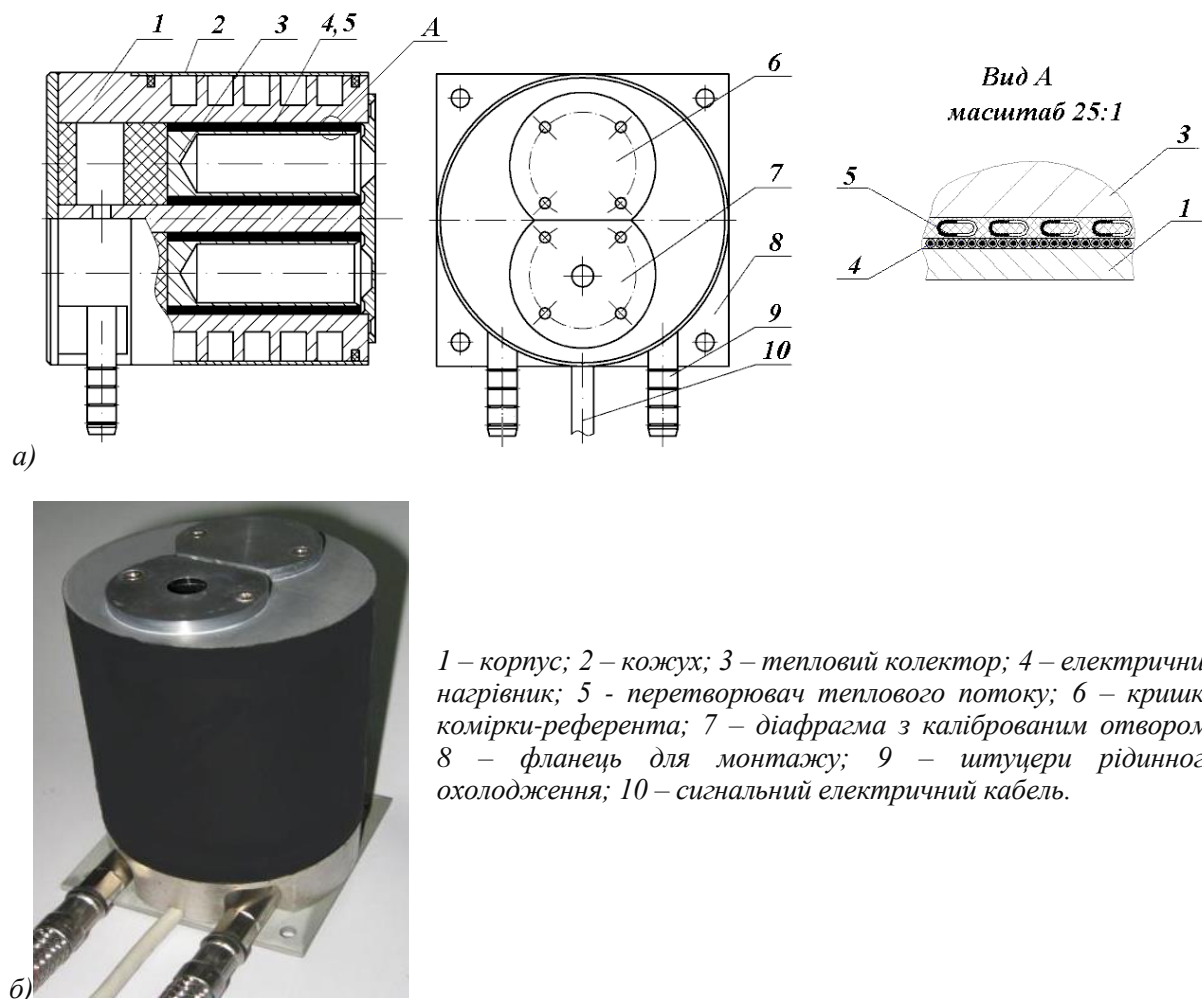


Рис. 2. Конструкція а) та зовнішній вигляд б) радіометра моделі РАП-12СР.

Реалізація диференціальної схеми вимірювання забезпечується шляхом оснащення радіометра двома теплотричними комітками, ідентичними за геометричними та теплофізичними параметрами. Комітки оточені високотеплопровідним металевим колектором з каналами для циркуляції рідини. Стала температура і циркуляція рідини в радіометрі забезпечується термостатом.

Обидві комітки радіометра закриті діафрагмою. Одна з коміток (робоча) оснащена діафрагмою з каліброваним отвором, та виконує функції моделі абсолютно чорного тіла. Друга комітка (референтна) закрита допоміжною діафрагмою без отвору, та служить для формування диференціального сигналу при вимірюванні. Кожна комітка оснащена власним перетворювачем теплового потоку виду допоміжної стінки [11, 12], який виконано у формі циліндра, що охоплює кожну комітку по всій глибині. Значення густини радіаційного теплового потоку q , який надходить на поверхню діафрагми радіометру, визначають за формулою:

$$q = K \cdot E_{вих} = K \cdot (E_1 - E_2), \quad (1)$$

де $E_{вих}$ – вихідний сигнал радіометру, мВ;

E_1 , E_2 – вихідні сигнали чутливих елементів робочої комітки та комітки-референту, мВ;

K – коефіцієнт перетворення, який визначається при калібруванні, Вт/(м²·мВ).

Похибка вимірювання густини теплового випромінювання із застосуванням радіометра РАП-12СР в діапазоні від 20 до 2000 Вт/м² становить $\pm 4\%$;

Застосування диференціального радіометра як складової частини багатопараметричних вимірювальних систем часто є незручним, оскільки в таких випадках існують жорсткі обмеження на габаритні розміри та геометрію радіометра. З урахуванням таких вимог створено квазидиференціальний приймач радіаційного теплового потоку РАП-12КД, зовнішній вигляд та структуру якого показано на рис. 3.

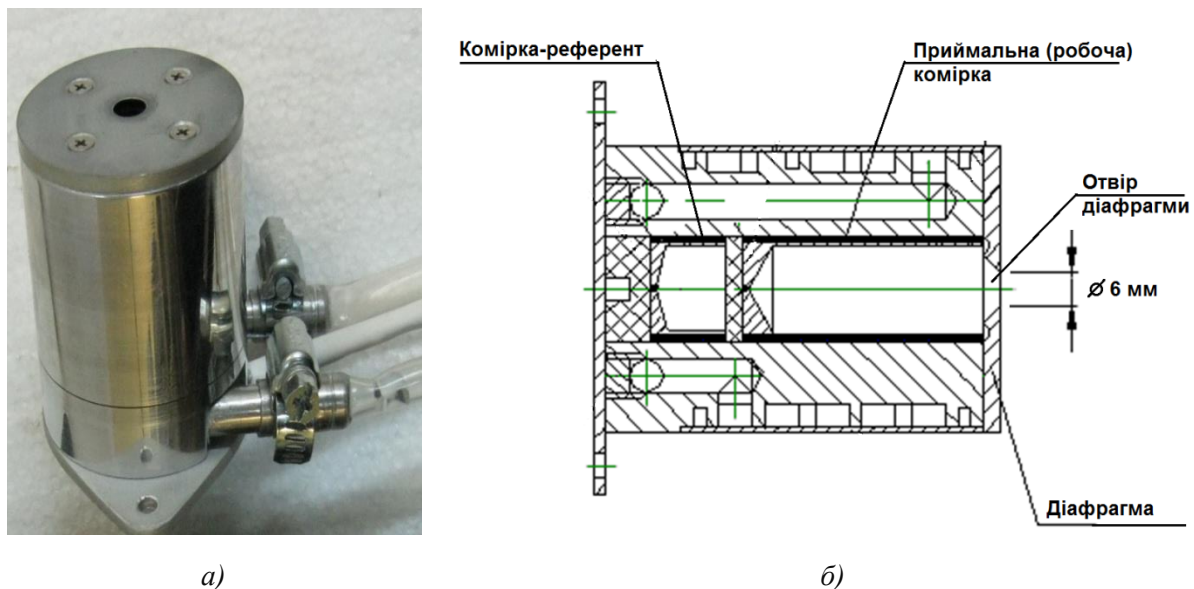


Рис. 3. Зовнішній вигляд а) та конструкція б) квазидиференціального радіометра моделі РАП 12КД

Особливістю квазидиференціального радіометра є наявність двох коміток, параметри яких суттєво відрізняються. Одна з коміток є робочою і має на одному торці діафрагму з каліброваним вхідним отвором, а на протилежному торці – поглинальний конус з високотеплопровідного матеріалу. Співвідношення довжини робочої комітки, її діаметру та діаметру вхідного отвору діафрагми вибрані так, щоб забезпечити коефіцієнт поглинання випромінювання порожнини не менше ніж 0,99. Друга комітка є референтною. Вона має такий же діаметр, як і робоча комітка, але її довжина в 4 рази менша. Також, комітка-референт не має діафрагми з отвором, питома чутливість перетворювача та питомі теплоємності на одиницю площі поверхні її структурних елементів (теплового колектору, поглинального конусу та

нагрівника) такі ж як робочої комірки, а загальна чутливість та теплоємності елементів комірки-референту приблизно у 4 рази менші ніж у відповідних елементів робочої комірки. Для забезпечення ідентичності реакції комірок на зовнішні динамічні впливи, до виходу перетворювача комірки-референту підключений широкосмуговий підсилювач, вихідний сигнал якого віднімається від сигналу перетворювача робочої комірки. Коефіцієнт підсилення, що дорівнює відношенню статичних коефіцієнтів перетворення чутливих елементів, визначається на етапі градування радіометра. Для квазидиференціального радіометру значення густини радіаційного теплового потоку q , який надходить на поверхню діафрагми радіометру, визначають за формулою:

$$q = K_{rad} \cdot (E_1 - K_n \cdot E_2), \quad (2)$$

де E_1 , E_2 – вихідні сигнали чутливих елементів робочої комірки та комірки-референту, мВ;
 K_{rad} – коефіцієнт перетворення радіометру, який визначається при калібруванні, Вт/(м²·мВ);
 K_n – коефіцієнт підсилення сигналу комірки-референту.

Похибка вимірювання теплового випромінювання з використанням квазидиференціального радіометра РАП-12КД в діапазоні $1 \div 20$ кВт/м² становить $\pm 6\%$, а в діапазоні $20 \div 100$ кВт/м² – $\pm 3\%$.

Засоби вимірювання серії РАП-12 впроваджені для діагностики та контролю теплового навантаження на об'єкти при випробуваннях матеріалів на вогнестійкість і швидкість поширення полум'я.

Окреме місце серед засобів визначення величини теплового випромінювання займають прилади для дослідження інсоляції. Експериментальні та розрахункові дані про інсоляцію використовують в будівельній галузі, промисловості, енергетиці, сільському господарстві, тощо. Починаючи з 19 століття проведено багато досліджень інсоляції, результати яких оприлюднені та увійшли у стандарти з кліматології, але у зв'язку зі змінами клімату на сьогоднішній день дані про інтенсивність сонячного випромінювання потребують уточнення, тому актуальним є визначення фактичного обсягу надходження сонячної радіації на поверхні будівель, геліоколекторів та інших об'єктів.

Для вирішення подібних завдань розроблено піранометри серії СР у двох варіаціях в залежності від способу застосування: СР-У1 (КУТ) та СР-М1 (КУБ).

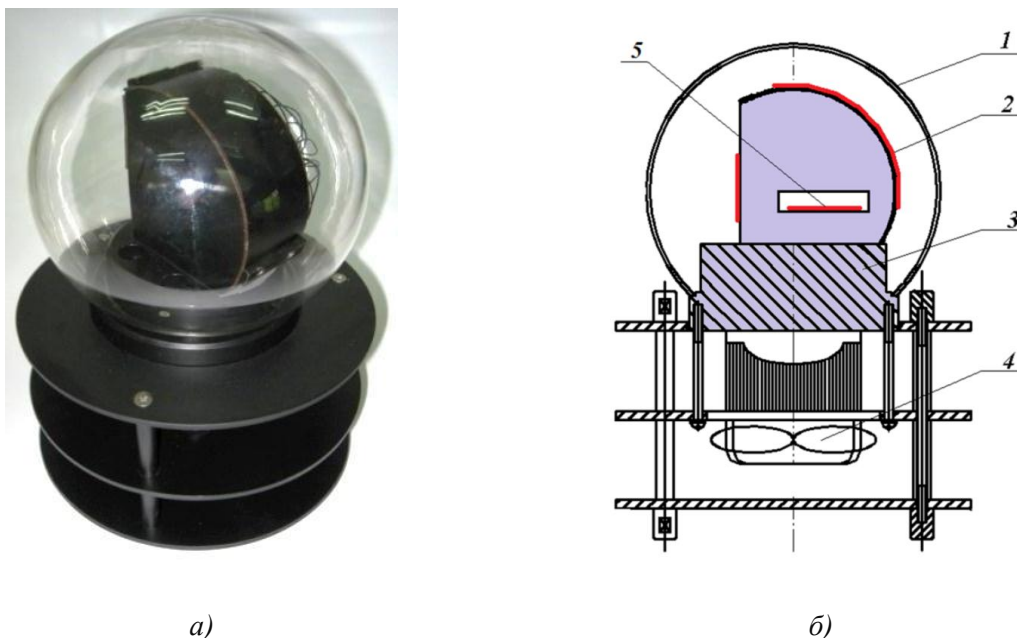


Рис. 4. Зовнішній вигляд а) та конструкція б) піранометра моделі СР-У1 (КУТ).
 1 – прозорий купол; 2 - багатосекційний ПТП; 3 – теплопровідний корпус-основа;
 4 – вентилятор системи конвективного охолодження; 5 – комірка-референт

Піранометр CP-Y1 (КУТ) призначений для визначення інсоляції в залежності від кута нахилу до горизонту. Зовнішній вигляд та конструкцію піранометра CP-Y1 (КУТ) представлено на рис. 4.

На поверхні з високотеплопровідного матеріалу корпусу-основи (теплого колектору) розташовані 10 перетворювачів теплового потоку з різним кутом нахилом до горизонту – від 0° до 90° з кроком у 10° . Зазвичай піранометр розміщують оберненим на південь і вимірюють потужність випромінювання від Сонця. Додатково піранометр CP-Y1 (КУТ) оснащений одинадцятим перетворювачем, який розташований на зворотній стороні корпусу-основи і вимірює потужність відбитого оточуючими об'єктами випромінювання, яке потрапляє на прилад зі зворотної сторони.

Примусове конвективне охолодження корпусу-основи здійснюється оточуючим повітрям за допомогою вбудованого вентилятору. Температура повітря і піранометра може змінюватися під час довготривалих вимірювань, що призводить до виникнення дрейфу у показах приладу. Дрейф пропорційний швидкості зміни температури корпусу протягом вимірювання та ефективній теплоємності перетворювача. Характерною особливістю запропонованих піранометрів є врахування впливу нагрівання приладу протягом вимірювання і компенсація такого впливу на кінцевий результат вимірювання. Це досягається шляхом використання комірки-референта, яка реалізована у вигляді ізольованої від сонячного випромінювання порожнини у колекторі піранометра з власним перетворювачем теплового потоку. Вихідний сигнал такої комірки також піддається впливу зміни температури піранометра, проте вона захищена від сонячного випромінювання, що дозволяє використовувати сигнал референта для компенсації складової температурного дрейфу сигналів робочих перетворювачів.

Піранометр CP-M1 (КУБ) призначений для довгострокового моніторингу інтенсивності сонячного випромінювання, яке потрапляє на будівлі та споруди та накопичення бібліотеки даних по інсоляції зовнішніх елементів фасадів досліджуваних об'єктів або поверхонь, орієнтованих за сторонами світу. Зовнішній вигляд та конструкцію піранометра CP-M1 (КУБ) представлено на рис. 5.

Загальна структура піранометра CP-M1 (КУБ) подібна до структури розглянутого вище піранометра CP-Y1 (КУТ), але верхня частина його теплового колектора виконана у вигляді куба, на п'яти гранях якого розміщені плоскі перетворювачі теплового потоку. Це дозволяє, при встановленні піранометру на місце дослідження, орієнтувати його грані, в залежності від поставлених завдань, як за сторонами світу, так і паралельно фасадам будівлі.

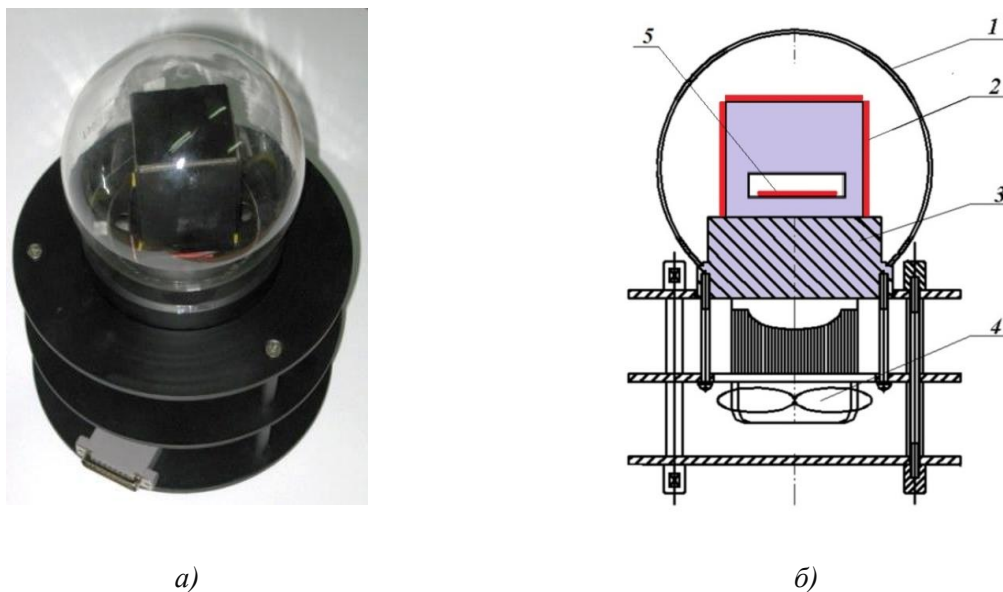


Рис. 5. Зовнішній вигляд а) та будова б) піранометра моделі CP (КУБ).
1 – прозорий купол; 2 – багатосекційний ПТП; 3 – теплопровідний корпус-основа;
4 – система конвективного охолодження; 5 – комірка-референт

Обидва розглянуті піранометри мають захисні прозорі куполи, які захищають перетворювачі від дії атмосферних осадів та конвективної складової теплообміну, однак потребують регулярного і делікатного догляду та очистки. Скло, з якого виготовлені куполи, частково відбиває та поглинає сонячне випромінення, що надходить на прилад. Відносна частка цих втрат враховується індивідуально для кожного з перетворювачів при калібруванні приладів.

Значення густини радіаційного теплового потоку q_i , який надходить на кожен i -ту пласку поверхню піранометрів CP-Y1 (КУТ) та CP-M1 (КУБ), визначають за формулою:

$$q_i = K_{i-kor} \cdot K_i \cdot E_i - K_{ref} \cdot E_2, \quad (3)$$

де E_1 , E_2 – вихідні сигнали робочого ПТП на поверхні i та ПТП – референту;

K_{ref} – коефіцієнт перетворення ПТП – референту;

K_i – коефіцієнт підсилення сигналу робочого ПТП поверхні i ;

K_{i-kor} – корегувальний коефіцієнт для поверхні i , який враховує коефіцієнти поглинання сонячного випромінення поверхнею ПТП та коефіцієнт пропускання скляного захисного купола.

Верхня межа діапазону вимірювання представлених піранометрів серії CP складає 1500 Вт/м², а основна приведена похибка вимірювань – $\pm 2\%$.

Висновки. Створено засоби диференціальної та квазідиференціальної калориметрії на базі перетворювачів теплового потоку типу допоміжної стінки, використання яких вирішує завдання контролю теплообміну випромінюванням в широкому діапазоні потужностей та моніторингу інсоляції об'єктів. Застосування диференціальної схеми побудови приладів дозволяє покращити метрологічні характеристики засобів вимірювання шляхом компенсації впливу різноманітних зовнішніх факторів та нагрівання приладів протягом вимірювання.

ЛІТЕРАТУРА.

1. Зигель Р., Хауэлл Дж. Теплообмен излучением. М: Мир, 1975. 934с.
2. Блох А. Г., Журавлев Ю. А., Рыжков Л. Н. Теплообмен излучением. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1991. 432 с.
3. Аксененко М. Д., Бараночников М. Л. Приемники оптического излучения. М.: Радио и связь. 1987. 296 с.
4. Ишанин Г.Г., Панков Э.Д., Андреев А.Л., Польщиков Г.В. Источники и приемники излучения. СПб.: Политехника. 1991. 240 с.
5. SMP6 Pyranometer, Kipp & Zonen,
a. URL: <http://www.kippzonen.com/Product/358/SMP6-Pyranometer>
6. Pyranometer GSM/O, FuehlerSysteme,
a. URL: <https://www.fuehlersysteme.de/pyranometer.html>
7. Радиометр теплового излучения «ИК-метр», НТМ-Защита,
8. URL: <https://ntm.ru/products/151/8016>
9. I. Mohammed, A. R. Abu Talib, M. T. H. Sultan, S. Saadon Temperature and heat flux measurement techniques for aeroengine fire test: a review. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 152. DOI: 10.1088/1757-899X/152/1/.
10. Murthy A. V., Tsai B. K., Saunders R. D. Radiative Calibration of Heat-Flux Sensors at NIST: Facilities and Techniques. Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology. 2000. Vol. 105, No. 2. P. 293–305.
11. Ballestrín J., Estrada C. A., Rodríguez-Alonso M., Pérez-Rábago C., Langley L. W., Barnes A. Heat flux sensors: Calorimeters or radiometers? Solar Energy. October 2006. Vol. 80. Issue 10. P. 1314–1320.
12. Грищенко Т.Г., Декуша Л.В., Воробьев Л.И., Бурова З.А., Декуша О.Л., Ковтун С.И. Теплометрия: теория, метрология, практика. Монография в 3-х книгах. Кн. 1. Методы измерения теплового потока. Киев: ИТТФ НАН Украины, 2017. 438 с.
13. URL: <http://er.nau.edu.ua:8080/handle/NAU/27263>
14. Воробийов Л. Й. Застосування батарейних перетворювачів теплового потоку у кондуктивних калориметрах. International academy journal Web of Scholar. - Warsaw, Poland: RS Global Sp. z O.O., 2018. № 2(20), Vol.1. P. 26-34.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВ В ПРИМІЩЕННІ ПРИ ПЕРЕРИВЧАСТОМУ ОПАЛЕННІ ЕЛЕКТРИЧНИМИ КОНВЕКТОРАМИ

Михалків Д. В., ст. викл.

Україна, Кривий Ріг, ДВНЗ «Криворізький національний університет»,
кафедра теплогазоводопостачання, водовідведення і вентиляції

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/12072018/6039

ARTICLE INFO

Received: 18 May 2018
Accepted: 20 June 2018
Published: 12 July 2018

KEYWORDS

intermittent heating;
heat up time;
cooling time;
warm air heating;
convection heating;
air temperature;
surface temperature;
heating system.

ABSTRACT

The article presents theoretical calculations and data of experimental studies of heat up time and cooling time of a building in the conditions of existing heating systems during the cold period of the year, using a mode of intermittent operation of the heating system, which is often adopted to reduce the energy consumption of buildings. With such a mode of operation of the heating system, the microclimate's settlement parameters are maintained by the system only for the time of operation of the building at the time of day and days of the week; during the off-hours the heating system does not work or maintains the minimum allowable temperature indices for a quick release to the normalized parameters or to prevent the freezing of the coolant in the hydraulic heating systems. The theoretical calculation is made for the six-story public building, provided that the heating principle is used. Experimental researches were carried out in the conditions of application of the system of electric radiator heating, which allowed to expand the measurement limits and determine the design temperatures in the premises at temperature indicators, during which the use of hydraulic heating system is an emergency dangerous. The calculation of the heat up time and cooling time of the building to the minimum set temperature with the complete disconnection of the heating system is considered, which is important in the periodic use of buildings. Based on the obtained experimental data, conclusions were made regarding the possibility and feasibility of using electric convectors for intermittent heating of buildings.

Citation: Михалків Д. В. (2018) Eksperymentalne Doslidzhennia Zminy Temperaturnykh Umov v Prymishchenni pry Pereryvchastomu Opalenni Elektrychnymy Konvektoramy. *World Science*. 7(35), Vol.5. doi: 10.31435/rsglobal_ws/12072018/6039

Copyright: © 2018 Михалків Д. В. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Постановка проблеми. Враховуючи фактичний режим непостійної експлуатації громадських та виробничих будівель або окремих їх приміщень для зменшення енергоспоживання в умовах існуючих систем опалення в холодний період року часто є потреба та фактично застосовується принцип переривчастого опалення, при якому розрахункові параметри мікроклімату підтримуються системою тільки на час експлуатації будівлі або окремих її приміщень за часом доби і днями тижня, в неробочий час система опалення відключається повністю або переходить в режим періодичної роботи задля підтримання мінімальної встановленої температури в приміщеннях.

Згідно рекомендацій [2] при проектуванні переривчастого опалення будівель або окремих приміщень економія теплової енергії може бути збільшена при підвищенні теплозахисту огорожуючої конструкції (зовнішніх та внутрішніх за умовами режиму експлуатації), при зменшенні теплової стійкості приміщень та за умови збільшення

встановленої теплової потужності системи опалення, що на сьогодні в повному об'ємі відображено також у вимогах діючих нормативних документів [1].

Згідно вимог [1] в холодний період року в опалюваних приміщеннях упродовж періоду їх невикористання у житлових будинках допускається, а у громадських, адміністративно-побутових та виробничих будівлях слід приймати температуру повітря нижчою не більше ніж на 4 °С від нормованої температури, але не нижче ніж 12 °С у житлових, громадських та адміністративно-побутових будівлях і не нижче ніж 5 °С у виробничих приміщеннях. Але фактично для зменшення енерговитрат в приміщеннях, особливо тих, де мають місце значні надходження теплової потужності від людей, освітлення, технологічного обладнання та процесів застосовують принцип переривчастого (періодичного) опалення, при цьому розрахункове зниження температури приміщення значно перевищують вищенаведені нормативні значення, проте мінімальні значення температури відновлюються до початку робочого режиму приміщення за умови достатньої потужності теплогенераторів та коректно розрахованої системи опалення.

При виконанні таких розрахунків та дослідженні роботи систем опалення періодичної дії особливий інтерес представляє визначення часу нагріву та остигання приміщень в залежності від встановленої потужності системи опалення, її виду та розподіл температур повітря та поверхонь в приміщенні при роботі системи в переривчастому режимі.

Мета роботи – визначення теоретичних залежностей та аналіз даних натурних експериментів щодо температурних режимів приміщень, що використовують системи опалення переривчастої дії, визначення часу нагріву та остигання приміщення від початкових до встановлених граничних розрахункових значень температури, визначення основних чинників впливу на швидкість охолодження будівлі, розподілу температур за висотою приміщення, визначення оптимального типу системи опалення для умов переривчастої роботи.

Результати досліджень. Для визначення теоретичного часу остигання будівлі в холодний період року при відключенні теплопостачання при регулярному (постійному) опаленні приймаємо, що всередині будівлі температура приймається постійною і рівною t , °С. В якості вихідного значення такої температури t , °С вибирається її осереднена величина.

До елементів, що акумулюють в собі тепло при роботі системи опалення, відносимо:

- повітря всередині будівлі;
- внутрішні огороження;
- зовнішні огороження;
- радіатори системи опалення;
- труби і арматура системи опалення;
- теплоносій (вода) в системі опалення.

Вихідне значення осередненої температури t_0 , °С, розраховується за формулою:

$$t_0 = t_3 + \frac{Q_0}{C_{p\Sigma}}, \quad (1)$$

де t_3 – температура зовнішнього повітря, що також приймається постійною, °С;

Q_0 – теплота, акумульована будинком при роботі системи опалення, Дж;

$C_{p\Sigma}$ – сумарна ізобарна теплоємність будинку, Дж/°С.

Q_0 і $C_{p\Sigma}$ визначаються за формулами:

$$Q_0 = \sum_i C_{pi} (t_{0i} - t_3), \quad (2)$$

$$C_{p\Sigma} = \sum_i C_{pi}, \quad (3)$$

де C_{pi} й t_{0i} – ізобарні теплоємності й вихідні температури різних елементів будинку, Дж/°С та °С відповідно.

Потрібно мати на увазі, що теплоємність зовнішніх огорожень входить у формули (2) і (3) з коефіцієнтом 1/2. Це пов'язане з тим, що температура по товщині їх розподілена приблизно лінійно від середньої температури будівлі до зовнішньої.

Втрати теплоти знаходимо як:

$$\Delta Q_{втрат} = \sum_i \frac{S_i}{R_i} (t - t_3) \Delta \tau, \quad (4)$$

де S_i – площі різних елементів зовнішніх огорожень, м²;

R_i – відповідні термічні опори, $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$;

Δt – деякий малий проміжок часу, протягом якого t не встигає помітно змінитися, с.
До згаданих елементів зовнішніх огорожень можна віднести:

- 1) стіни;
- 2) вікна;
- 3) перекриття під горищем і над підвалом.

Далі:

$$C_p \Sigma (t_{кінц} - t_{поч}) = \Sigma \frac{S_i}{R_i} (t_3 - t) \Delta \tau, \quad (5)$$

$$C_p \Sigma \frac{\Delta t}{\Delta \tau} = \Sigma \frac{S_i}{R_i} (t_3 - t). \quad (6)$$

Переходимо до ліміту при $\Delta \tau \rightarrow 0$

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{\Sigma \frac{S_i}{R_i}}{C_p \Sigma} (t_3 - t). \quad (7)$$

Одержали звичайне диференціальне рівняння першого порядку щодо температури за часом. Множник перед різницею температур у правій частині є деяким аналогом коефіцієнта теплопровідності.

Рішення отриманого рівняння [4]

$$t(\tau) = t_3 + (t_0 - t_3) \exp \left(- \frac{\Sigma \frac{S_i}{R_i}}{C_p \Sigma} \tau \right) \quad (8)$$

дає динаміку охолодження будинку за часом.

Остаточна формула для знаходження часу остигання τ' , с, до заданої температури t' , $^\circ C$, виходить із (8) шляхом елементарних перетворень

$$\tau' = - \frac{C_p \Sigma}{\Sigma \frac{S_i}{R_i}} \ln \left(\frac{t' - t_3}{t_0 - t_3} \right). \quad (9)$$

Для прикладу визначено процес остигання будівлі на прикладі будівельного факультету ДВНЗ «КНУ» після відключення системи опалення.

Розрахункові та вихідні дані наведені в табл.1 та табл. 2.

Таблиця 1. Характеристики елементів будинку

Найменування	C_{pi} , Дж/(кг·°C)	m_i , кг	t_{0i} , °C
1) повітря усередині будинку	1000	46300	18
2) внутрішні огороження	1100	5312000	18
3) зовнішні огороження	1100	5177000	18
4) радіатори системи опалення	540	15700	70
5) труби системи опалення	720	4700	70
6) вода в системі опалення	4190	4880	70

Таблиця 2. Характеристики елементів зовнішніх огорожень

Найменування	S_i , m^2	R_i , $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$
1) стіни й покрівля	5601	1,38
2) вікна	987	0,35
3) перекриття над підвалом	1596	1,76

Визначимо час зниження розрахункової температури будівлі при температурі зовнішнього повітря 0°C , -10°C , -20°C , -23°C при визначеному значенні $C_{p\Sigma} = 8,77 \cdot 10^9 \text{ Дж}/^{\circ}\text{C}$.

Розрахунок по (2) і (1) дає для середньої вихідної температури $t_0 = 18,19^{\circ}\text{C}$.

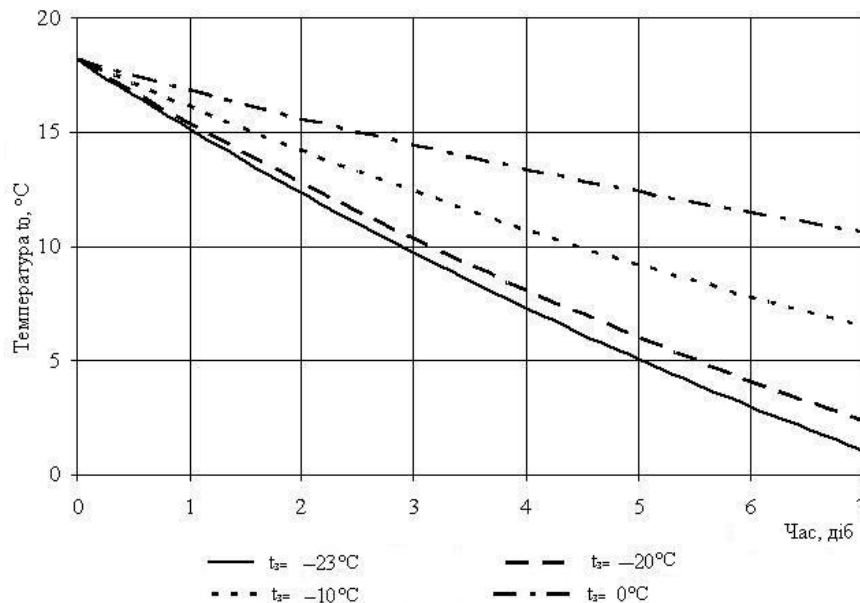


Рис. 1. Графік теоретичного розрахунку динаміки остигання дослідної будівлі в часі

Теоретично обчислимо час, за який будинок охолоне, наприклад, до $+5^{\circ}\text{C}$. Розрахунок за формулою (9) з використанням табл.2 дає $\tau' = 434802 \text{ с} \approx 5,03 \text{ діб}$.

Розглянемо динаміку процесу остигання будинку в часі. Графіки зміни температури будівлі побудовані за розрахунковими значеннями формули (9) для чотирьох значень температури зовнішнього повітря представлені на рис.1.

Зважаючи на отримані згідно теоретичного розрахунку значення часу остигання будівлі необхідно відзначити, що наведені розрахунки виконані за осередненою температурою будівлі, при цьому не врахована різниця в швидкості охолодження повітря всередині будівлі і огорожувальних конструкцій внаслідок відмінності в процесах теплообміну і теплотехнічних властивостях, зокрема вплив залежності швидкості зниження температури приміщення від площі скління, що не відображає суті процесу охолодження будівлі або приміщення без врахування зазначених умов. Також не враховано різниця в швидкості охолодження різних поверхів будівлі в залежності від їх висотного положення, орієнтації по сторонах світу, частки світлопрозорих огорожувальних конструкцій, що є значущими факторами при визначенні розрахункової температури приміщення (зокрема - повітря).

Відповідно до [6] при припиненні подачі тепла приміщення починає поступово охолоджуватися, спочатку різко знижується температура повітря, досягаючи рівня осередненої температури поверхонь, потім температура у всіх точках починає знижуватися одночасно, основні втрати тепла відбуваються через вікна. Наведені дані та припущення дозволяють стверджувати про недоцільність застосування наведеного вище теоретичного розрахунку часу остигання будівлі насамперед через домінуюче значення впливу саме швидкого зниження температури повітря в приміщенні як причини зниження також і температури поверхонь – насамперед підлоги.

Для перевірки відповідності та отримання експериментальних даних було поставлено натурний експеримент щодо динаміки зміни температур приміщення при переривчастій роботі системи опалення в реальних умовах.

Як досліджуване приміщення було використано поточну аудиторію №220 корпусу №6 ДВНЗ «Криворізький національний університет».

Розміри приміщення складають: довжина 9,05м, ширина 5,6м, висота 2,97м. Приміщення призначено для проведення поточних занять, максимальна кількість посадочних місць 33. Приміщення має одну зовнішню стіну з вікнами розміром 1,3x1,8м в кількості 6 шт, що складає близько 52% площі зовнішнього огороження, що характерно для начальних закладів.

Для реєстрації значень температури повітря використано цифровий 20-канальний логер даних, значення температур визначалися на відстані від підлоги 0,15м (Т1), 0,5м (Т2), 1м (Т3), 1,5м (Т4), 2,0м (Т5), 2,5м (Т6), 2,85м (Т7). Значення температури підлоги, стін та стелі вимірювалися за допомогою цифрового пірометра. Датчики температури повітря було змонтовано в середній зоні приміщення на вертикальному профілі в зоні відсутності впливу дихання людини та можливої прямої дії сонячної радіації. Вплив втрат теплоти на підігрів вентиляційного повітря було мінімізовано суцільною герметизацією приміщення з закриттям вентиляційних каналів та задуття віконних прорізів монтажною піною на час проведення досліджень.

Температура зовнішнього повітря вимірювалася датчиком Т8 розташованим на відстані 1,5м від стіни будівлі для зменшення впливу конвективних потоків від зовнішніх стін будівлі, для виключення дії сонячної радіації датчик температури зовнішнього повітря було змонтовано під захисним покриттям з екструдованого пінополістиролу завтовшки 20мм, розміром 0,2х0,2м. Результати вимірів автоматично реєструвалися логером даних кожні 20секунд по кожному каналу в пам'ять комп'ютера.

Система опалення являла собою тепло конвектори з вентиляторами. Для визначення необхідної встановленої потужності прийнята була розрахункова температура повітря, що дорівнювала 18°C на висоті 1м від підлоги приміщення.

Вимірювання проводилися 20.01.2018р. за відсутності опалення суміжних приміщень в будівлі учбового корпусу, початкова температура повітря складала +7..+7,5°C, температура підлоги +6,2..+6,8°C, температура стелі та стін знаходилася в межах +6,5..+7,1°C. Температура в суміжних приміщеннях +2,6...+4°C. Графік наведено на рис.2.

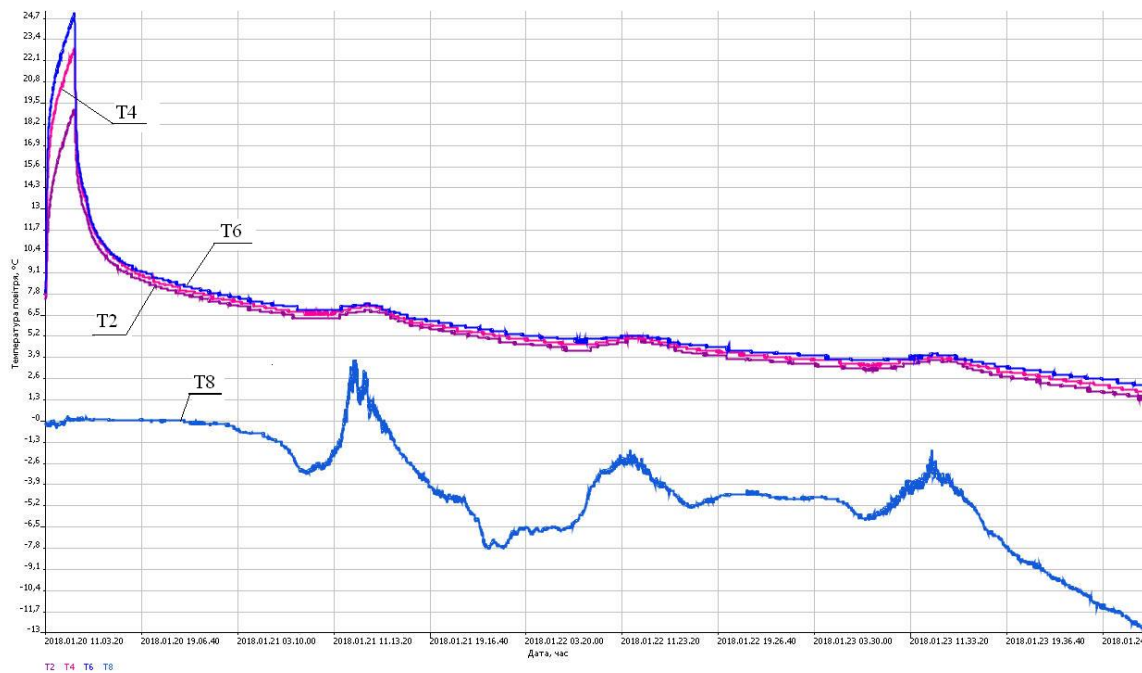


Рис. 2. Графік фактичної динаміки нагріву і остигання дослідного приміщення в часі

Початок роботи системи опалення відбувся 20.10.2018р. о 11.01, досягнення температури повітря +18°C на висоті 1м від підлоги (датчик Т3) відбулося о 11.43, відключення системи відбулося о 13.26 того ж дня. Впродовж періоду роботи системи опалення температура зовнішнього повітря складала близько 0°C. Після відключення опалювальних приладів температура поверхонь складала: підлога +7,6°C, стеля +10,2°C

Остигання приміщення спостерігалось з 20.01.2018р. по 10.30 24.01.2018р. За цей період можна спостерігати стрімке зниження температури до значення близько +9°C близько 18.00 20.01.2018р, що має відповідати осередненій температурі приміщення та наступне поступове практично лінійне зниження температури до значення близько +1,9°C о 10.30 24.01.2018р, тобто зазначення остигання будівлі відбулося впродовж 3,7 доби. Враховуючи температури зовнішнього повітря (близько 0°C) та початкову осереднену температуру приміщення близько +9°C на початок процесу спостерігаємо відмінність фактичних даних від теоретичних розрахунків згідно формули (9).

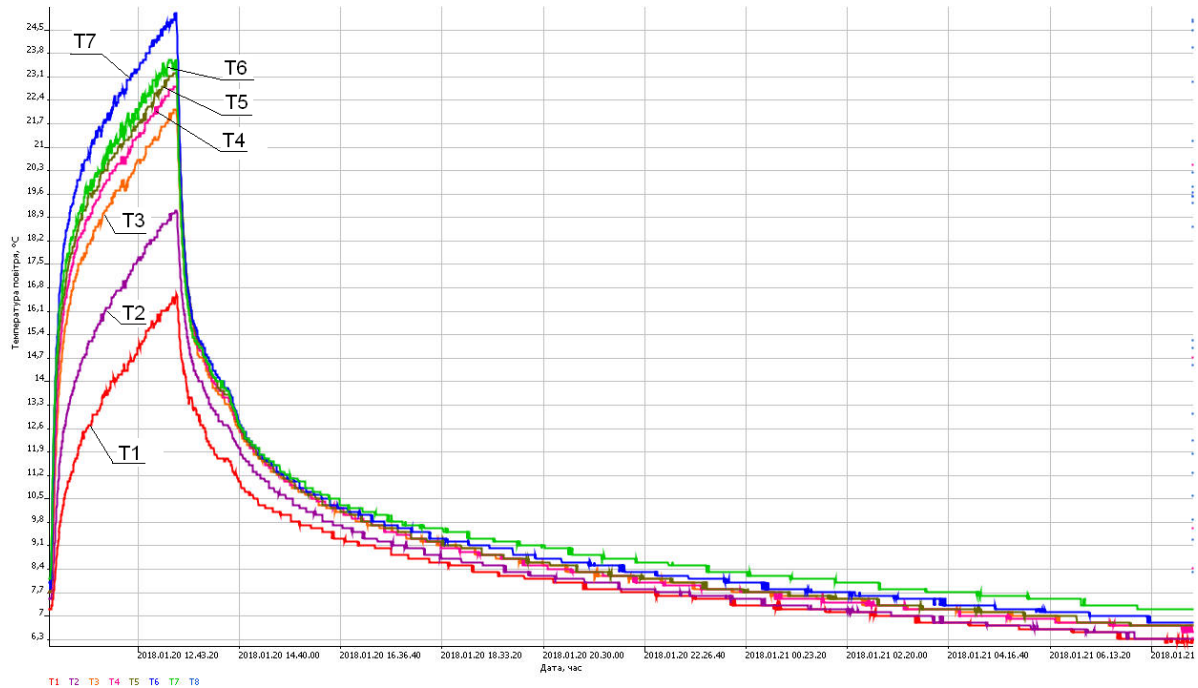


Рис. 3. Графік динаміки нагріву і остигання дослідного приміщення в часі за висотою приміщення

Аналізуючи процес остигання повітря в приміщенні згідно рис.3 можна зробити висновок про підтвердження відповідності процесу даним [6]. Необхідно звернути увагу на факт значної динаміки зниження температури повітря в приміщенні до осередненої температури за якої час зниження з $+20..+22^{\circ}\text{C}$ до $+9^{\circ}\text{C}$ відбувається приблизно за 4,5 години, а зниження з $+20..+22^{\circ}\text{C}$ до $+15^{\circ}\text{C}$ відбулося за 20 хвилин.

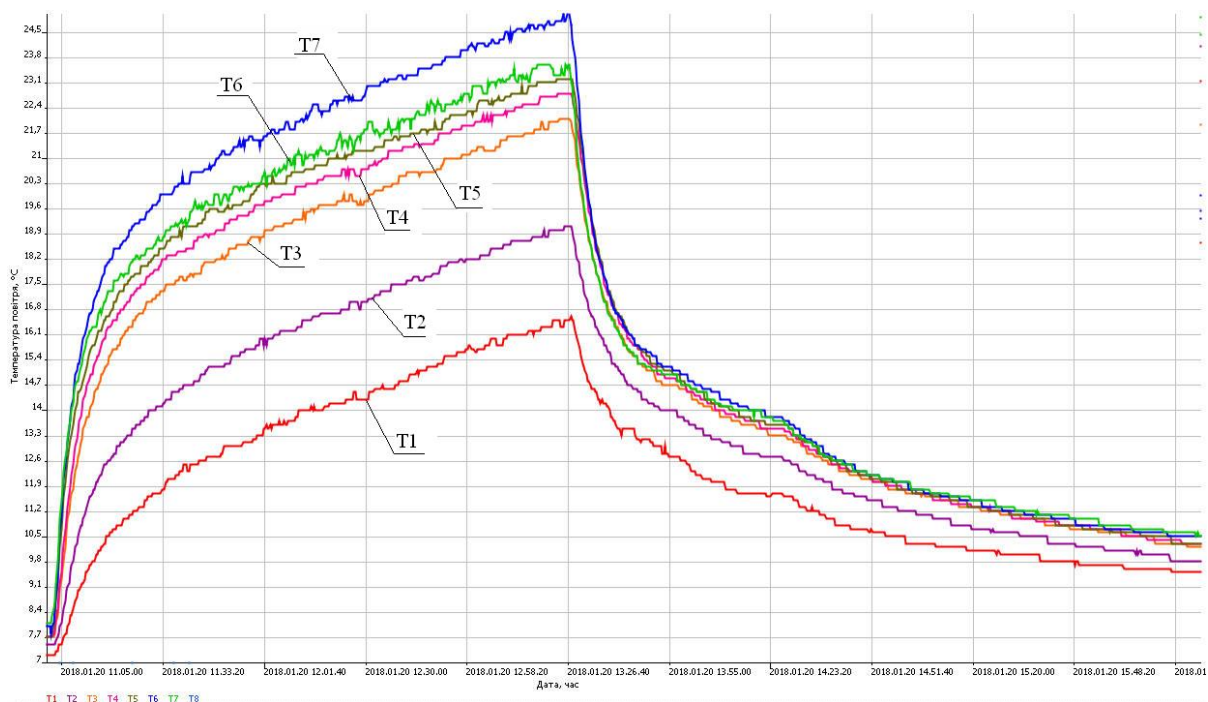


Рис. 4. Графік динаміки нагріву і початкового періоду остигання дослідного приміщення в часі за висотою приміщення

За результатами досліджень визначено також значну та нелінійну температурну стратифікацію за висотою приміщення, що наведено на рис.4. Так, по закінченню процесу нагріву на висоті від підлоги до 1м вона складає близько $5,6^{\circ}\text{C}/\text{м}$, на висоті від 1м до стелі відповідно близько $1,45^{\circ}\text{C}/\text{м}$, хоча кратність рециркуляційного повітрообміну електричних конвекторів застосованих в якості опалювальних приладів складала не менше 6,1 об/год.

Висновки. За результатами експериментальних досліджень отримано дані, з яких випливає значна невідповідність прийнятої в експерименті системи електричного опалення на базі конвекторів з примусовою конвекцією вимогам експлуатації в режимі переривчастого опалення через фактичну неможливість створення необхідних нормативних умов мікроклімату саме в зоні що обслуговується, насамперед через значну температурну стратифікацію в межах 1м від підлоги, що складає близько $5,6^{\circ}\text{C}/\text{м}$ в прийнятих умовах та невідповідності фактичної низької температури підлоги (близько $+7,6^{\circ}\text{C}$ після 4,5 годин роботи системи опалення від початкової $+6,2..+6,8^{\circ}\text{C}$) і нижньої зони приміщення в процесі роботи системи опалення санітарним нормам перебування людини для приміщень громадських будівель.

ЛІТЕРАТУРА

1. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. –[Чинний від 2014-01-01]– К.: Мінбудрегіон України, 2013. – 141 с. – (Національний стандарт України).
2. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление. Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И.Шиллера. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
3. Буляндра О. Ф. Технічна термодинаміка. – К.: Техніка, 2001. – 320с.
4. Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1977. – 344с.
5. Понтрягин Л. С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Наука, 1970. – 332с.
6. Богословский В. Н., Сканава А. Н. Отопление.– М.: Стройиздат, 1991.– 735 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРИКОТАЖНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ КАРДИОТОМИЧЕСКОГО РЕЗЕРВУАРА-РЕИНФУЗОРА

Паилодзе Н. О., к.т.н.

Вадачкория З. А., к.т.н.

Абесадзе Н. М., к.т.н.

Грузия, г. Кутаиси. Государственный университет Акакия Церетели

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/12072018/6040

ARTICLE INFO

Received: 04 May 2018

Accepted: 23 June 2018

Published: 12 July 2018

KEYWORDS

knitted filters;
knitwear of medical appointment;
blood filtration.

ABSTRACT

One of the main requirements for blood filters is porosity and filling the surface of the filter with threads. The obtained porosity indices allowed to reveal the variants with the largest number of pores, their smallest area and the largest ratio of the area of lumens to the sample area, which should guarantee the best filtration performance. It is established that the porosity depends on the length of the filaments in loops, outlines and weft extensions and on the density of interlaces, which is important to take into account when optimizing the parameters of the samples in order to achieve the highest filtration coefficient and filter performance.

Citation: Паилодзе Н. О., Вадачкория З. А., Абесадзе Н. М. (2018) Opredelenie Osnovnih Harakteristik Trikotajnih Filtrov dlya Kardiotomicheskogo Rezervuara – Reinfuzora. *World Science*. 7(35), Vol.5. doi: 10.31435/rsglobal_ws/12072018/6040

Copyright: © 2018 Паилодзе Н. О., Вадачкория З. А., Абесадзе Н. М. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Введение. Трикотаж медицинского назначения в каждом частном случае должен соответствовать требованиям, предъявляемым к тем или иным изделиям, в зависимости от того, где они применяются. В статье рассматривается вопрос определения пористости и поверхностного заполнения трикотажа, изготовленного для фильтров кардиотомического резервуара – реинфузора. Кардиотомический резервуар – реинфузор используется в аппаратах искусственного кровообращения и аппаратах для переливания и реинфузии крови.

Узел фильтрации и пеногашения реинфузор состоит из 3 слоёв:

- 1) грубого трикотажного фильтра – предохраняющего от загрязнения пеногаситель и тонкий фильтр от сгустков крови и отмерших клеток;
- 2) пеногасительного слоя в виде полимерной нити, покрытой пеногасящим агентом;
- 3) тонкого трикотажного фильтра, назначение которого – задерживать сгустки крови размером более 40 мк.

Методы и результаты исследования: Нами были разработаны трикотажные полотна новых структур для указанных фильтров. Исходя из основных требований к фильтровальным материалам, наиболее важными критериями оценки пригодности предложенных нами трикотажных полотен являются показатели, характеризующие их качество работы и производительность. Важнейшими показателями качества фильтровального материала, применяемого для переливания крови, являются водонепроницаемость и коэффициент фильтрации, которые определяются пористостью, во многом зависящей от структуры и параметров трикотажного полотна.

Эти характеристики обуславливают скорость фильтрации, чистку фильтрата и гидравлическое сопротивление. Как указано выше, основным показателем фильтровальных материалов является водопроницаемость. Связать водопроницаемость с параметрами трикотажных фильтров можно через показатели пористости и заполнения их поверхности нитями.

Определить поверхностное заполнение теоретически, путем рассмотрения строения трикотажа, принятых для исследования сложных переплетений, не представляется возможным. Это можно сделать экспериментально. Поверхностное заполнение и пористость взаимосвязаны следующим образом. Пористость трикотажа означает отношение площади всех просветов ΣS к площади образца, на котором эти просветы измерены

$$P = \frac{\Sigma S}{S} = \frac{S_0}{S} \cdot 100\%, \quad (1)$$

Поверхностное заполнение трикотажа нитями – величина обратная пористости. Из формулы видно, что одно и тоже значение пористости можно получить при различных значениях площади пор, S_0 зависит от площади пор и их количества.

Для фильтровального материала важны оба этих показателя. Необходимо, чтобы поры имели как можно меньшие размеры, а количество их было наибольшим. При этих условиях фильтрация будет наиболее производительна, а фильтрат чище.

Рассмотрев строение трикотажных переплетений, предложенных нами, можно убедиться, что даже при максимальной плотности практически невозможно изобразить модель переплетения с такой точностью, чтобы описать размеры отрезков нитей в петлях, набросках (накидах) и уточных протяжках аналитически, учесть все перекрытия одних отрезков другими и найти поверхностное заполнение и пористость.

Для определения фактической площади пор и их числа на единицу площади фильтровального материала, нами был применён способ, сочетающий проектирования образца на миллиметровую бумагу при большом увеличении, обводку контуров пор и подсчет площади просветов с дальнейшей статистической обработкой полученных результатов.

Нами были исследованы трикотажные полотна нескольких вариантов. Из каждого полотна было вырезано и исследовано по пять образцов. Число пор на 100 мм² определялось непосредственно с образцов при помощи проекционного аппарата. Размеры пор подсчитаны при проектировании с фотографий, отпечатанных при увеличении в 40 раз. При проектировании на миллиметровую бумагу дополнительное увеличение было в 25 раз.

Точность замера площади пор $\pm 0,0005$ мм². Полученные замерами средние результаты и значения пористости исследованных образцов трикотажа приведены в таблице 1.

Таблица 1. Средние результаты и значения пористости исследованных образцов трикотажа

#варианта	Общее число пор /просветов/ в образце площ.100мм ²	Количество больших пор	Площадь поры максимальная, мм ²	Размер поры с наибольшей площадью, мм	Пористость, %
1	2	3	4	5	6
1	508	356	0,031	0,176	52
2	664	268	0,025	0,158	48
3	700	280	0,023	0,152	50
4	1036	-	0,018	0,134	67
5	792	224	0,026	0,161	50
6	944	324	0,023	0,151	532
7	1456	728	0,013	0,114	72
8	620	130	0,046	0,212	78
9	672	156	0,041	0,202	70
10	780	-	0,020	0,141	45
11	544	-	0,033	0,181	53
12	682	-	0,024	0,154	51
13	704	-	0,021	0,144	43
14	690	-	0,026	0,161	50
15	708	244	0,032	0,179	57
16	576	-	0,022	0,148	46

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
17	516	-	0,015	0,122	35
18	864	348	0,017	0,130	37
19	952	-	0,012	0,109	39
20	700	280	0,013	0,114	37
21	680	222	0,015	0,122	35
22	650	235	0,030	0,170	47
23	635	230	0,029	0,165	40
24	640	228	0,028	0,160	39
25	1056	-	0,006	0,077	69
26	840	-	0,002	0,035	54
27	616	224	0,030	0,173	50
28	584	308	0,022	0,148	45
29	400	-	0,003	0,044	30

Результаты показывают, что даже используя одну разновидность трикотажа, можно менять показатели пористости в очень больших пределах. Число просветов на площади 100 мм² меняется в зависимости от переплетения и соотношения длин нитей в петлях от 400 до 1060.

Выводы: Как видно из таблицы, наибольшее число просветов имеют образцы 3,4,5,6,7. Некоторые из образцов не имеют больших пор.

Минимальные размеры пор имеют варианты 25,26 и 29, причем пористость выше у варианта 25 в связи с большим количеством просветов имеет место и у варианта 7, но этот вариант имеет и наибольшее число пор относительно большой площадью.

Варианты 1,9,11 и другие, имеющие поры более 0,025 мм² заведомо неприемлемы для мелкопористых фильтров. Но такой результат может быть получен и не из-за структуры переплетения, а из-за неоптимального соотношения длин нитей в петлях, набросках (накидах) и уточных протяжках, из-за малой плотности образцов. Об этом говорят результаты испытания образцов последних пяти вариантов, связанных одним переплетением, но имеющих существенно отличающиеся характеристики (варианты 25 и 29 по количеству пор, варианты 26, 27 по размеру пор или варианты 25, 29 по пористости). Сравнив результаты испытаний нами для дальнейшего использования были выбраны варианты 25, 26, 27, 29, графическая запись которых показана на рисунке 1.

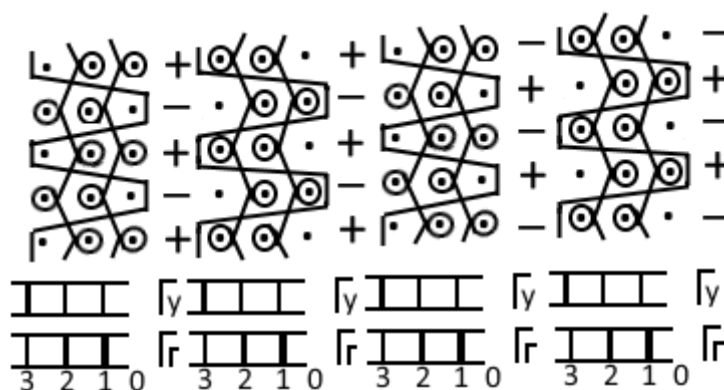


Рис. 1. Графическая запись вариантов 25, 26, 27 и 29

Метод определения пористости, предложенный нами, позволяет определить площадь пор, заполнение трикотажа нитями и вообще пористость даже самых плотных трикотажных полотен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гензер, М. С. Лечебный трикотаж. /М.: Легкая индустрия, 1975. 263. с.
2. Дроботун Н. В. Разработка методов оценки упруго-релаксационных свойств высокоэластичного трикотажа и проектирования медицинских изделий компрессионного назначения. Автореферат дисс. На соискание уч. степени к.т.н., Санкт-Петербург 2009
3. ГОСТ Р 51219-98. Изделия медицинские эластичные фиксирующие и компрессионные. Общие технические требования. Методы испытаний Текст. -Введ. 1999-01-19. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. - 20 с.

INJECTION MOLDING OF INTELLECTUAL POLYMER MATERIALS

Ivitskiy I. I., PhD

Ukraine, Kyiv

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/12072018/6041

ARTICLE INFO

Received: 19 May 2018

Accepted: 30 June 2018

Published: 12 July 2018

KEYWORDS

intellectual materials;

intellectual sensors;

injection molding.

ABSTRACT

Intrusion into the polymer composite products intelligent sensors allows for remote diagnostics and monitoring of these products directly during their operation. The article considers aspects of design of injection molding processing equipment. The designs of molds for introducing sensors into polymeric products were demonstrated.

Citation: Ivitskiy I. I. (2018) Injection Molding of Intellectual Polymer Materials. *World Science*. 7(35), Vol.5. doi: 10.31435/rsglobal_ws/12072018/6041

Copyright: © 2018 **Ivitskiy I. I.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Introduction. One of the types of polymeric materials is the materials that are capable of remote transmitting data on their properties for online monitoring. This is achieved by the introduction into polymer of intelligent sensors. They have the form of a structural totality of one or more measuring transformers of the magnitude that measured and controlled. Intelligent sensor produces an output signal suitable for the remote transmission, storage and usage in control systems, and possesses normalized characteristics [1, 2].

Research results. Injection molding machine performs of polymer melt injection in form until it is at a predetermined filling pressure. Thereafter intelligent sensor probe is introduced to a predetermined thickness and coordinate the product width is output probe from the mold cavity and the pressure is reduced to a predetermined value in the process and regulation is maintained a certain time, and then cooled without pressure, open form and the product removed (Fig. 1).

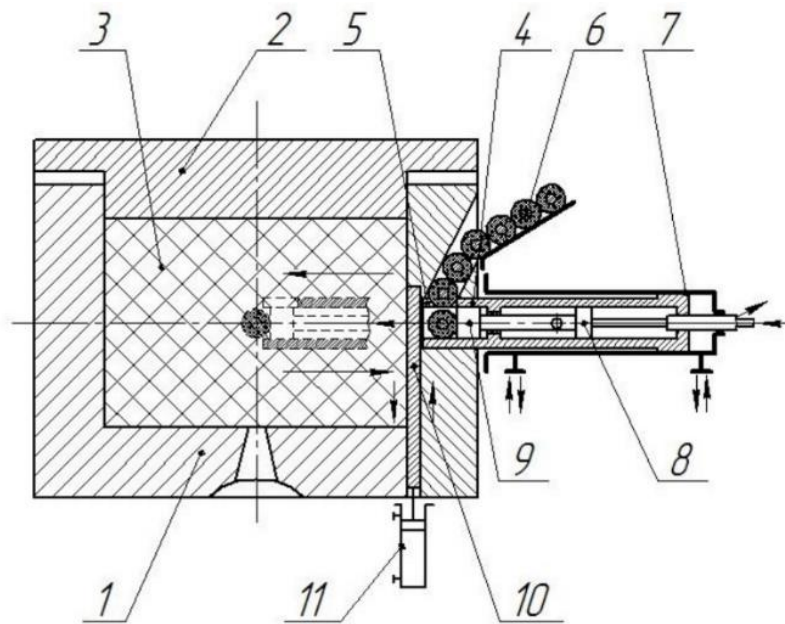


Fig. 1. Introduction of intelligent sensor by process of injection molding
 1 – die; 2 – punch; 3 – cavity; 4 – pusher; 5 – nozzle; 6 – intelligent sensor; 7, 8, 11 – drives;
 9 – pusher; 10 – gate valve

Form-forming elements in the form of a matrix and a punch move relative to each other (Fig. 2). Intelligent sensors, together with a mixture of polymer melt, are fed into the cavity of the loader. By means of a plunger of the injection mechanism, a mixture of the polymer melt together with the sensors is injected into the mold cavity.

The prepared portion of the polymer melt with a certain pressure is injected into the mold cavity. Further, the mixture of the polymer melt together with the embedded parts enters the working chamber of the injection mechanism plunger. At this moment, the pressure in the cavity is reduced.

The melt mixture of the polymer then passes through a check valve which prevents the main melt of the polymer from entering the mold cavity into the hole. The pressure in the forming cavity rises, so that the final pressing of the product takes place.

After a predetermined period of time, the mold is opened, the product is removed from the mold cavity, and the plunger is returned to its original position by the drive. Then the whole cycle repeats. Thus, a polymer product is formed with intelligent sensors that are located in a given volume zone without contact with its external surface.

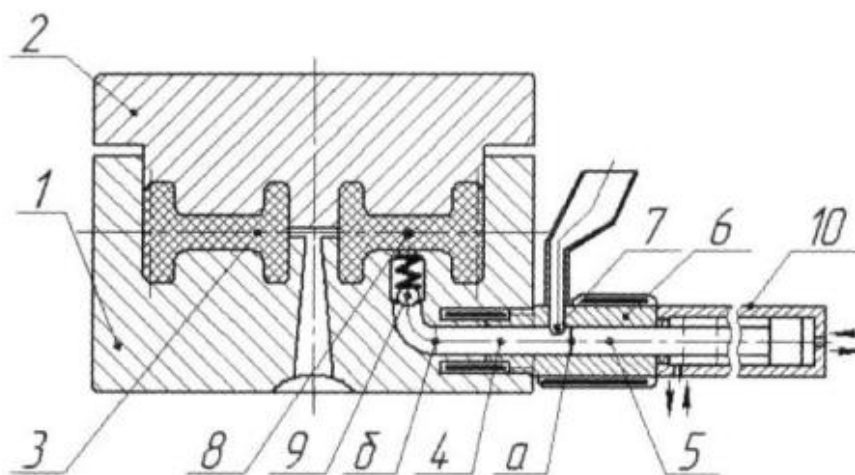


Fig. 2. Press form for manufacture of plastic details
 1 – die; 2 – punch; 3 – cavity; 4 – nozzle; 5 – pusher; 6 – injection mechanism; 7 – loader;
 8 – intelligent sensor; 9 – check valve; 10 – drive

Thanks to the use of this mold, insertion parts are provided, which can also be used as intelligent sensors, in any given area of plastic products

Intelligent sensors are usually inserted near the wall of processing equipment. In this regard, it is very important to consider wall effects in polymeric materials. A number of articles are devoted to the problems of wall effects [3-9]. The data obtained in these articles allows modeling the introduction of intelligent sensors taking into account wall effects. While ignoring the wall effects are possible fundamental errors in modeling.

Conclusions. The scope of the use of intelligent sensors in polymer composite materials is very wide. However, no technology and equipment for the automated dosing sensors in predetermined regions of polymer products during their manufacture [10-13].

The proposed methods and device for injection molding provide intelligent sensors in any given points of polymer products that will receive input signals from the sensors in real time.

REFERENCES

1. Методи та пристрої для виготовлення виробів з інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів / В. І. Сівецький, О. Л. Сокольський, І. І. Івіцький [та ін.] // Вісник НТУ «ХП». Механіко-технологічні системи та комплекси. – 2016. – №4(1176). – С. 95–101.
2. Modeling the electrostatic control over depth of the introduction of intelligent sensors into a polymer composite material / I. I. Ivitskiy, V. Sivetskiy, V. Bazhenov, D. Ivitska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 1. – N 5(85). – P. 4–9. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.91659
3. Ivitskiy I. I. Influence of a Lubricant on the Flow Parameters of a Molten Polymeric Material in Channels of Forming Devices / I. I. Ivitskiy, A. L. Sokolskiy, I. O. Mikulionok // Chemical and Petroleum Engineering. – 2017. – Vol. 53. – Nos. 1–2. – P. 84–88. DOI: 10.1007/s10556-017-0299-5
4. Sivetskiy V. I. Methods for Determining the Presence, Character and Value of Wall Effects in Flow of Polymer Material / V. I. Sivetskiy, O. L. Sokolskiy, I. I. Ivitskiy // Technology Audit and Production Reserves. – 2015. – №4. – P. 48–52. DOI: 10.15587/2312-8372.2015.43845
5. Sokolskiy A. L. Method of Accounting Wall Slip Polymer in Modeling Channel Processing Equipment / A. L. Sokolskiy, I. I. Ivitskiy // Modern Scientific Research and their Practical application. – 2014. – N 10. – P. 136–140.
6. Ivitskiy I. I. Polymer Wall Slip Modelling / I. I. Ivitskiy // Technology Audit and Production Reserves. – 2014. – N 3. – P. 8–11. DOI: 10.15587/2312-8372.2014.27927
7. Сокольський О. Л. Визначення в'язкості пристінного шару у формуючих каналах обладнання для переробки полімерів / О. Л. Сокольський, І. І. Івіцький, В. І. Сівецький, І. О. Мікульонюк // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2014. – №2(94). – С. 66–69.
8. Сокольський О. Л. Числове моделювання впливу пристінного шару на процес течії полімеру в переробному обладнанні / О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, І. О. Мікульонюк, І. І. Івіцький // Хімічна промисловість України. – 2013. – №6. – С. 34–37.
9. Двойнос Я. Г. Уточнена методика оброблення експериментальних даних капілярної віскозиметрії / Я. Г. Двойнос, О. Л. Сокольський, І. І. Івіцький // Вісник НТУУ «КПІ». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – 2015. – №1(14). – С. 51–54. Doi: 10.20535/2306-1626.1.2015.52311
10. Ivitskiy I. I. Simulation of Intelligent Sensors Dipping Into the Melting Polymer Composite / I. I. Ivitskiy, O. L. Sokolskiy, V. M. Kurilenko // Technology Audit and Production Reserves. — 2016. — Vol 5, N 3(31). — P. 22—26. Doi: 10.15587/2312-8372.2016.81236
11. Sivetskiy V. I. Automation of intelligent sensor injection inlet in polymer moldings by using vector controlled electric drive / V. I. Sivetskiy, O. M. Khalimovskyy, O. L. Sokolskiy, I. I. Ivitskiy // Electrical and Computer Engineering (UKRCON) : International conference, May 29-June 2 2017 p. : Conference proceedings. – Kyiv, 2017. – P. 534–537. DOI: 10.1109/UKRCON.2017.8100297
12. Bazhenov V. G. Mathematical Model Electro Capacitive Methods of Nondestructive Testing / V. G. Bazhenov, I. I. Ivitskiy, D. K. Ivitska // SWorld Journal. – 2017. – Issue 13. – P. 185–189. DOI: 10.21893/2227-6920.2017-13.006
13. Simulation of nanomodified polymers testing by the electric capacitive method / V. Bazhenov, A. Protasov, I. Ivitskiy, D. Ivitska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 4. – N 5(88). – P. 4–9. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.108460

FEATURES OF BIODIESEL PRODUCTION FROM WASTE OILS AND TECHNICAL ANIMAL FATS

¹*Mushtruk M., assoc. prof., PhD*

¹*Vasylyv V., assoc. prof., PhD*

²*Mukoid R., assoc. prof., PhD*

²*Boiko P., assoc. prof., PhD*

²*Bondar M., assoc. prof., PhD*

¹ Kyiv, Ukraine, National University Life and Environmental Sciences of Ukraine

² Kyiv, Ukraine, National University of Food Technologies

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/12072018/6042

ARTICLE INFO

Received: 11 May 2018

Accepted: 26 June 2018

Published: 12 July 2018

KEYWORDS

feedstock oil;
waste cooking oil;
alternative energy;
biodiesel production;
esterification process,
transesterification process.

ABSTRACT

Biodiesel (fatty acid methyl esters), which is derived from triglycerides by transesterification with methanol, has attracted considerable attention during the past decade as a renewable, biodegradable, and nontoxic fuel. Several processes for biodiesel fuel production have been developed, among which transesterification using alkali-catalysis gives high levels of conversion of triglycerides to their corresponding methyl esters in short reaction times. This process has therefore been widely utilized for biodiesel fuel production in a number of countries.

The characteristics of biodiesel have made the pursuit of high quality biodiesel production attractive. Utilization of waste cooking oil is a key component in reducing biodiesel production costs up to 60–90%. Researchers have used various types of homogeneous and heterogeneous catalyzed transesterification reaction for biodiesel production. The main hurdle to the commercialization of this system is the cost of lipase production. As a means of reducing the cost, the use of whole cell biocatalysts immobilized within biomass support particles is significantly advantageous since immobilization can be achieved spontaneously during batch cultivation, and in addition, no purification is necessary. Consequently, the study of the transformation of waste of vegetable and animal fats is promising and has great potential for industrial application.

Citation: Mushtruk M., Vasylyv V., Mukoid R., Boiko P., Bondar M. (2018) Features of Biodiesel Production from Waste Oils and Technical Animal Fats. *World Science*. 7(35), Vol.5. doi: 10.31435/rsglobal_ws/12072018/6042

Copyright: © 2018 **Mushtruk M., Vasylyv V., Mukoid R., Boiko P., Bondar M.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Introduction. Waste cooking oil has always been an environment problem in food factories. Converting the feedstock oil into biodiesel will reduce this problem. This project will not only save environment but also cost.

Literature review. Biodiesel is an alternative diesel fuel derived from vegetable oils or animal fats. The main components of vegetable oils and animal fats are triglycerides or also known as ester of fatty acid attached to glycerol. One of the main driving force for biodiesel widespread is the greenhouse gas emission (CO₂ being the major one). The term feedstock oil refers to vegetable oil has been in food production and which is no longer viable for its intended use. Feedstock oil arises from many different sources, including domestic, commercial and industrial. Feedstock oil is a potentially problematic waste stream which requires proper management. The disposal of feedstock oil can be problematic when disposed incorrectly.

Any fatty acid sources may be used to produce biodiesel. Therefore, any animal or plant lipid should be ready substrate for the production of biodiesel. The use of edible vegetable oils and animal fats for biodiesel production has recently been of great concern because they compete with food

material- the food versus fuel dispute. There are concern that biodiesel feedstock may compete with food supply in the long term. From an economic point of view; the production of biodiesel is very feedstock sensitive. The cost of feedstock accounted for 88% of total estimated production cost. In all cases, more than 80% of the production cost is associated with the feedstock, such as recycled cooking oils. Reusing of these waste greases not only reduce the burden of the government in disposing the waste, maintaining public sewers, and treating the oily wastewater, but also lower the production cost of biodiesel significantly.

This project is aimed to develop a simple small plant to process the waste cooking oil to biodiesel and use it in the factory [1, 2-6].

Feedstock Waste Cooking Oil. Biodiesel can be produced from any material that contains fatty acids, be they linked to other molecules or present as free fatty acids. Thus various vegetable fats and oils, animal fats, waste greases, and edible oil processing wastes can be used as feed stocks for biodiesel production. The choice of feedstock is based on such variables as local availability, cost, government support and performance as a fuel. The primary feedstock is a vegetable oil or animal fat, biodiesel is generally considered to be renewable. Since the carbon in the oil or fat originated mostly from carbon dioxide in the air, biodiesel is considered to contribute much less to global warming than fossil fuels. Diesel engines operated on biodiesel have lower emissions of carbon monoxide, unburned hydrocarbons, particulate matter, and air toxics than when operated on petroleum-based diesel fuel [3].

Biodiesel from waste cooking oil (feedstock oil) can reduce the cost of biodiesel production since the feedstock costs constitutes approximately 70-95% of the overall cost of biodiesel production [6]. Although biodiesel cannot entirely replace petroleum-based diesel fuel, there are at least five reasons that justify its development.

- It provides a market for excess production of vegetable oils and animal fats.
- It decreases, although will not eliminate, the country's dependence on imported petroleum.
- Biodiesel is renewable and does not contribute to global warming due to its closed carbon cycle. A life cycle analysis of biodiesel showed that overall CO₂ emissions were reduced by 78 % compared with petroleum-based diesel fuel [7].
- The exhaust emissions of carbon monoxide, unburned hydrocarbons, and particulate emissions from biodiesel are lower than with regular diesel fuel. Unfortunately, most emissions tests have shown a slight increase in oxides of nitrogen (NO_x). When added to regular diesel fuel in an amount equal to 1–2%, it can convert fuel with poor lubricating properties, such as modern ultra-low-sulfur diesel fuel, into an acceptable fuel.

Methodology. Fig. 1 describes the steps, processes and methods used to produce biodiesel product. This process started from free fatty acid to determine acid value and step of process. Second process is drying to remove water in FAME and last process is properties physical to determine contents of FAME.

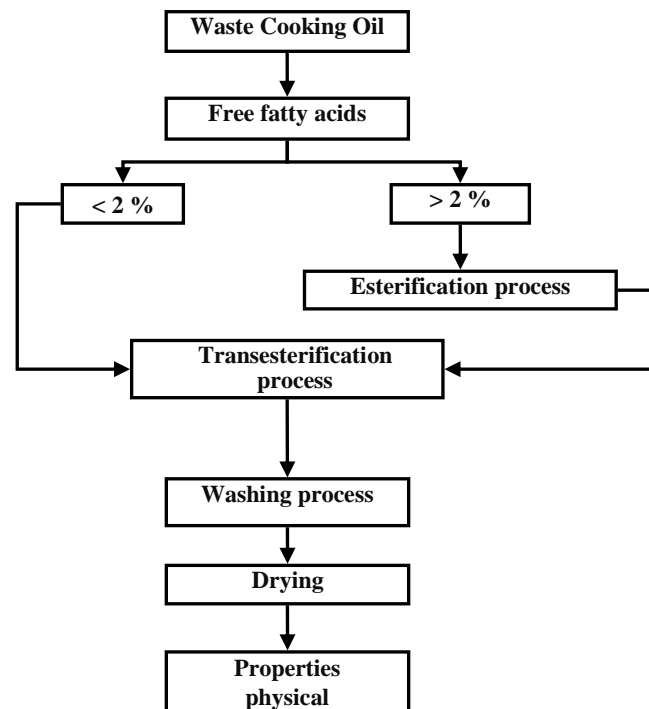


Fig. 1. Flow Chart to Produce Biodiesel from feedstock oil

Feedstock Waste Cooking Oil. Based on Fig. 1 it is recognized that the production of waste cooking oil will be the function of the frying temperature and length of use as well as the material used for frying. In this experiment, feedstock oil were collected from a local Factory, which produced chip cracker as well as continental foods.

The used oil sample was taken from the fryer which is used for frying potatoes and other vegetables based food items. Twenty-five liters of oil samples were collected from a collecting drum in which the waste cooking oil was collect once in every days for approximately 1 weeks. The oil sample is assumed to be representative as it is collected from the oil stored for 8-10 weeks from several batches of waste oil. The temperature observed during frying was in the range of 130°C to 175°C. This temperature is comparable with the temperature (140°C-180°C) for preparing French fries [8-15]. However, it was found difficult to read the temperature in boiling oil which gives approximately 5-10% error. Depending on the quantity of food used for frying, the oil was discarded sometimes at the end of each day and sometimes once in two or three days.

Free Fatty Acids. Flow chart in Fig. 1 shows the relation between FFA and process. Which FFA less than 2 %, the process can directly to transesterification process and while FFA more than 2% it need to start from esterification process to reduce FFA. The acid value of the waste cooking oil was determined in order to estimate the free fatty acid content and give an idea of how much acid catalyst and methanol would be needed to push the acid esterification chemical towards methyl ester production. In earlier published research it was recommended that 0.5 - 1.5% (based on the weight of free fatty acid in the oil) of pure (95-98%) sulphuric acid should be used as a catalyst. Acid value titration method was used according to BP monograph [9-18].

Processing in Biodiesel. Biodiesel has two main stage process is esterification and transesterification process. Separation was used to separate two layer between catalyze and oil. Washing process to produce the neutral biodiesel and remove catalyzes glycerol, soap and methanol.

1) *Esterification.* Based on flow chart in Fig. 1 esterification is one of process in biodiesel. It work to reduce FFA if FFA more than 2%. An acid-catalyzed esterification process before the base-catalyzed transesterification process will eliminate most of the free fatty acids from the vegetable oil. Sulphuric acid (95 – 98%) is used by 1% in esterification process depend from waste cooking. In these experiments the sulphuric acid was first mixed with methanol before adding to the waste cooking oil. After adding the methanol/sulphuric acid and waste cooking oil the agitator speed were used to mix the solvents until they became murky. This was then heated to about 60° C for 2 hours. A higher temperature or a faster stirring rate may push the acidic esterification equation to convert free fatty acid to methyl ester.

2) *Separation 1.* Separation needed 3 hour to get the top methanol and bottom oil layers of the biodiesel. Two layers could clearly be seen in the successful basic esterification biodiesel. The top layer was mainly methanol. The bottom layer was mainly triglyceride product esterification after remove the water. These processes to reduce free fatty acid until below 2%. The density of the methanol is less than the bottom triglyceride.

3) *Transesterification.* Transesterification process work as to reduce viscosity in biodiesel. This process can be directly if FFA less than 2% show in fig. 1. Sodium hydroxide was used as catalyst in this process. The amount of catalyst had an impact in the conversion of esters during the transesterification process. The reaction was carried out using 1% of catalyst concentration. Before transesterification process Sodium hydroxide was first mixed with methanol together in one container before adding to the waste cooking oil. After adding the methanol / sodium hydroxide and waste cooking oil the agitator speed were used to mix the solvents until they became murky. This was then heated to about 60° C for 2 hours.

4) *Separation 2.* Transesterification process and any methanol evaporation the resultant biodiesels were left to lie for at least 8 hours. Separations were used to separate the top (methyl ester) and bottom (glycerol) layers of the biodiesel samples. Two layers could clearly be seen in the successful basic transesterification biodiesel samples. The top layer was mainly composed of free fatty acid methyl esters. The bottom deposit was mostly made up of glycerol, salts, soap, other impurities and excess methanol as it is a very polar compound i.e. it partitions more with polar glycerol as opposed to the non-polar methyl esters.

5) *Washing.* The top methyl ester layer was separated and removed from every production sample. The water washing process was then used on some of the biodiesel batches. Once separated from the glycerin the biodiesel is sometimes purified by washing gently with warm water to remove residual catalyst or soaps, dried, and sent to storage. In some processes this step is unnecessary. This is normally the end of the production process resulting in a clear amber-yellow liquid with a viscosity

similar to petro diesel. In some systems the biodiesel is distilled in an additional step to remove small amounts of color bodies to produce a colorless biodiesel.

Result and discussion. Esterification Process. Fig. 2 shows the separation between methanol and triglycerin:

- At the top will be presence methanol and at the bottom show triglycerin;
- involves the reaction of alcohol (such as methanol) with fatty acids as catalyzed to reduce the levels of FFA in the low-cost feedstocks to an acceptable range;
- reaction between acids and alcohols in the presence of strong acid catalyst;
- produce ester and water free fatty acid of material must be less than 2 %.



Fig. 2. Esterification process results

It needs to use methanol and Sodium Hydroxide as catalyst (fig. 3) show two layer separation between glycerol and FAME:

- at the top will be presence FAME and the at bottom is glycerol;
- reduce the high viscosity of triglyceride (TG);
- methanol and catalyst produce methyl ester and glycerol involves the reaction of alcohol (methanol) with oil.

Transesterification Process



Fig. 3. Transesterification process result

Washing & Distillation Process

Fig. 4 shows separation between water and FAME.

- To remove small amounts of colour bodies to produce a colourless biodiesel it need washing many time



Fig. 4. Washing and distillation process

Biodiesel

- To obtain pure methyl esters (Biodiesel/ FAME)
- To remove soap, catalyst, methanol and other pollutants of biodiesel, using water
- If the washing is not complete, it will be repeated by esterification and transesterification or washing.



Fig. 5. Biodiesel and feedstock oil

- Biodiesel can show in fig. 5 which left is raw material and right is biodiesel.
- The percentage of biodiesel around 68-70% can be produce.
- Increase in the molar ratio the conversion of feedstock oil to FAME decrease.
- At the same time, the waste can be converted to useable energy, pollution due to waste cooking oil can be avoided, and energy can be continuously saved and renewed.

Drying. After washing water still have inside biodiesel. Fig. 6 show oven for drying biodiesel. Then the water must be removed from the biodiesel using drying at 120 °C for 24 hour.

Physical Properties. Properties are one of method to determine the standard of biodiesel. Biodiesel can check using density, viscosity, flash point, acid value and water content.

Equipment for testing kinematic viscosity and Standard method for kinematic viscosity is Kinematic viscosity DSTU 6081:2009, 40 °C, requirement: 1.9 – 6.0 mm²/s. Kinematic viscosity: “the resistance to flow of a fluid under gravity”. The kinematic viscosity is equal to the dynamic viscosity/density the kinematic viscosity is a basic design specification for the fuel injectors used in diesel engines. Too high a viscosity and the injectors do not perform properly. Dynamic viscosity – ‘ratio between applied shear stress and rate of shear of a liquid.’ Density – “the mass per unit volume of a substance at a given temperature.” The viscosity of biodiesel can be predicted ± 15 % using the esters composition determined using DSTU 6081:2009. The viscosity apparatus to run D 445 is not critical to the QC laboratory, but it is valuable as a quick assay method for estimating the degree of completion for a reaction batch [18-20].

Equipment for testing combustion in biodiesel using method DSTU 6081:2009 - Flash point, closed cup, requirement 130 °C min. The flash point is defined as the “lowest temperature corrected to a barometric pressure of 101.3kPa (760 mm Hg), at which application of an ignition source causes the vapors of a specimen to ignite under specified conditions of test.”

Testing for acid value using method DSTU 6081:2009 – Acid number, requirement 0.80 mg KOH/g. The acid number is “The quantity of base, expressed as milligrams of potassium hydroxide per gram of sample, required to titrate a sample to a specified end point.” The acid number is a direct measure of free fatty acids in B100. The free fatty acids can lead to corrosion and may be a symptom of water in the fuel. Usually, for a base catalyzed process, the acid value after production will be low since the base catalyst will strip the available free fatty acids. However, the acid value may increase with time as the fuel degrades due to contact with air or water. This test should be performed regularly as a part of the producer QC program.

This testing is very important in biodiesel. Before biodiesel are use in the engine water content must be follow the standard to avoid damage. The standard EN 14214 method D2709 is max 0.005%.

Conclusions. The biodiesel was prepared from waste cooking oil sample collected from a local factory in Malaysia. The biodiesel was characterized for its physical and fuel properties using ASTM standard methods for biodiesel fuel quality assurance The composition of final biodiesel was determined by physical properties such as density, viscosity, flash point, water content and acid value. From the tests, the flash point was found to be 97°C, water and sediment was 0.02%, total acid number was 0.29 mgKOH/g, viscosity at 40°C was 4.2 mm²/sec and density 0.82g/cm. Out of 5 properties tested, all of them met the DSTU criteria for fuel standard. Production of biodiesel from waste cooking oils for diesel substitute is particularly important because the increasing cost of oil extracted from petroleum source and also it is good for enviroment. Waste cooking oil can be an important source for biodiesel production in Malaysia it is ready available and environment.

REFERENCES

1. Муштрук, М. М. (2016). Виробництво дизельного біопалива з відпрацьованих олій. *Научные труды SWorld*, 2(1), 11-14.
2. Сухенко, Ю. Г., Литвиненко, О. А., Сухенко, В. Ю., Муштрук, М. М., & Бойко, Ю. І. (2012). Використання гідродинамічної кавітації у виробництві дизельного біопалива.
3. Mushtruk M., Suxenko J., Suxenko V. Intensyfikacja procesu preobrazowania zhirov v dizel'noe biotoplivo //Motrol. Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. – 2012. – Т. 14. – №. 3.
4. Сухенко Ю. Г., Муштрук М. М., Поліченко Д. Т. Сучасні технології і обладнання для синтезу дизельного біопалива //Научные труды SWorld. – 2015. – Т. 5. – №. 2. – С. 13-17.
5. Sukhenko Y. G., Mushtruk M. M. Biodiesel production from vegetable oils //Научные труды SWorld. – 2015. – Т. 2. – №. 3. – С. 38-41.
6. Муштрук М. М. Виробництво дизельного біопалива та оцінка якісних показників //Научные труды SWorld. – 2016. – Т. 2. – №. 1. – С. 14-18.
7. Сухенко Ю. Г., Муштрук М. М. Способи виробництва дизельного біопалива //Мир науки и инноваций. – 2016. – Т. 2. – №. 1. – С. 19-21.
8. Mushtruk M. M., Sukhenko Y. G., Sukhenko V. Y. Mathematical modeling transformation fats in diesel biofuel //Науковий вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК. – 2012. – №. 170-1. – С. 203-211.
9. Сухенко Ю. Г., Муштрук М. М. Вплив концентрації метанолу на швидкість перетворення жирівмісної сировини у дизельне біопаливо //Мир науки и инноваций. – 2016. – Т. 2. – №. 1. – С. 32-34.
10. Сухенко Ю. Г., Муштрук М. М. Вплив вільних жирних кислот і води на ступінь перетворення жирів в рідке біопаливо //Мир науки и инноваций. – 2016. – Т. 2. – №. 1. – С. 25-28.
11. Сухенко Ю. Г., Муштрук М. М., Остапишен М. Б. Каталітичні системи для виробництва рідкого біопалива з рослинних і тваринних жирів //Научные труды SWorld. – 2015. – Т. 5. – №. 2. – С. 9-13.
12. Муштрук М., Сухенко Ю., Сухенко В. Дизельне біопаливо з жирівмістних відходів птахопереробних підприємств //Техніка і технології АПК. – 2013. – №. 10. – С. 34-36.
13. Sukhenko Y. G., Mushtruk M. M., Topalov V. V. Biodiesel Production Based on Waste Cooking Oil //Научные труды SWorld. – 2015. – Т. 5. – №. 2. – С. 21-28.
14. Муштрук М., Сухенко Ю., Сухенко В. Відходи харчових і переробних виробництв АПК–джерело біопалива //Продовольча індустрія АПК. – 2014. – №. 1. – С. 10-14.
15. Муштрук М. М. Виробництво дизельного біопалива з жирівмістних відходів методом перестерифікації етанолом //Научные труды SWorld. – 2016. – Т. 2. – №. 1. – С. 22-27
16. Муштрук, М.М. Виробництво дизельного біопалива з технічних тваринних жирів [Текст] / М.М. Муштрук, Ю.Г. Сухенко, В.Ю Сухенко // Техніка і технології АПК. — 2013. — №. 4 (43) – С. 17 – 20.
17. Сухенко Ю.Г. Биотопливо из отходов предприятий ресторанного хозяйства/ Ю.Г. Сухенко, М.М.Муштрук, О.В. Глоба // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 2 (39). С. 17-21.
18. Муштрук, М. М. Обґрунтування характеристик обладнання для виробництва рідкого біопалива з технічних тваринних жирів [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / М. М. Муштрук. — К., 2014. – 234 с
19. Муштрук М. М., Муштрук Н. М. Исследование процесса производства дизельного биотоплива из растительных масел и животных жиров //Актуальные научные исследования в современном мире. – 2017. – №. 10-1-1. – С. 37-42.
20. Муштрук М. М. Виробництво рідких Біопалив з використанням кавтаційного реактора //Научные труды SWorld. – 2016. – Т. 2. – №. 1. – С. 27-30.

USE OF TECHNOLOGIES OF OZONE IN MANUFACTURE OF FOOD PRODUCTS

^{1,3}*Tabatadze L. V., Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor*

^{2,3}*Shvelidze V. V., Doctor of Physical Sciences, Professor*

¹*Georgia, Tbilisi, Sokhumi State University*

²*Georgia, Tbilisi, Iv. Javakhishvili Tbilisi State University*

³*Georgia, Tbilisi, Technical Innovation Center "Savelimisoni"*

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/12072018/6043

ARTICLE INFO

Received: 18 May 2018

Accepted: 27 June 2018

Published: 12 July 2018

KEYWORDS

ozone;
ozonogenerator;
food production;
sugar production;
dairy industry.

ABSTRACT

The scientific group of the Sukhumi State University, TSU and the Scientific and Technical Innovation Center "Savelimisoni" have developed a combined solar-energy device with ozone and ultraviolet radiation with special technical and economic characteristics. Ozone is widely used in various areas of the national economy, in medicine, in the food industry.

In the article by the research team is described ozogenerators of various modifications and capacities, by what it's possible the disinfection some of the specific objects, which was developed for use in the production of dairy products and in sugar production technologies.

The ozonogenerator "Samani-4", which can apply the high bactericidal effects of ozone, was used at various stages of sugar production. The ozone developed from the generator "Samani-1" was used in the dairy industry. The introduction of ozone into the technological cycle of food production increases the efficiency of the process at different stages, improves the quality of the product, reduces the cost of chlorine and other filter materials.

Citation: Tabatadze L. V., Shvelidze V. V. (2018) Use of Technologies of Ozone in Manufacture of Food Products. *World Science*. 7(35), Vol.5. doi: 10.31435/rsglobal_ws/12072018/6043

Copyright: © 2018 Tabatadze L. V., Shvelidze V. V. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Introduction. Ozonization as an effective of dry low-temperature disinfection and sterilization of equipment, any premises, enclosed volumes, products and air method has found wide application. Application of ozonization allows to replace steam and chemical treatment of vessels, tanks, equipment for energy saving purposes. Ozone promotes the sterile storage of dry-salted fur-fur raw materials and finished products. Primary for the preservation of plant raw materials in the food industry.

By supplying different kinds of bacteria, ozone allows to increase the shelf life of milk, canned juices and mineral water. Disinfection treatment of water and packaging is one of the most important stages in the production of beverages. The use of ozone in the dairy industry can delay the process of sour milk.

In spite of the few research reports and publications published in the beginning of the 20th century, ozone was already successfully used in several large installations in Europe. Van Lauer and Trokiet described (as far as 1928) the methods of using ozone in breweries. I. R. Tenney in 1972 again paid attention at the possibilities of using ozone in the food industry. The main reason for the small spread of these methods was the technical short comings of the ozonogenerators.

Research results. According to the famous institutions of epidemiology and microbiology E. coli, st. albus, Ps. Fluorescent, in the process of cultivation of culture and various surface microphones, ozone concentration 106-124 mg/m² in 30 minutes will receive high levels of

disinfection. The widespread use of ozone in our country was hindered because we didn't have the reliable generator for receiving required concentration ozone.

The scientific team of Sokhumi State university, TSU and the company "Savelemisioni" have developed the ozogenerator with various modification and options, through which it is possible to disinfect the objects much cheaper.

Electricity consumption is just 5 watts / hours compared to its world analogs in comparison to cheap analogues 3,5 times. The hybrid of the new ozogenerator is tested and is underway. Because of devices attractive technical - economic characteristics using different areas it has many consumers and has been successfully used in our country, the enterprise: in mineral water Likani enterprise, in Natakhtari meat ben, in Tbilisi 4 bakery, Orkhevi food processing factory and etc.. Total 18 foodstuffs in Georgia

With ozogenerator "Samani-4" developed by the scientific group, was adopted the ozone with high bactericidal effect for using at a different stages of sugar production. Effect of ozone effectiveness induces an inactivation of all types microorganisms. Ozonation causes:

- a. Separates carbon dioxide, methane and hydrogen, resulting what reduces the foaming.
- b. The juice is saturated with high-molecular polysaccharides (dextrans, pectines), which are applied for filtration and purification of juice.
- c. The number of sapons increases.

The ozone produced by the "Samani-4" generator, with a high bactericidal effect, was used at different stages of sugar production and is much more effective than chlorine. Effect of ozone efficiency induces inactivation of all types of microorganisms. With the Ozonation causes:

- a. releases carbon dioxide, methane and hydrogen, which leads to a reduction of the foam content.
- b. The juice saturated with high-molecular polysaccharides (dextrans, pectins), which filters and purifies the juice.
- c. Increases the number of vapors.

Table 1. Diffusion quality of juice

Quality indicators	Before Processing with ozone	Afterozone Processing	Privileges
1. Coloring visually (outer edge)	Dark, gray, pitch, contains foam	Whitish, milky, does not contain foam	Increases filtration ability, no need to suppress foam
2. Filtering ability ml/min	100 ml 28-30 min	100 ml 8-10 min	Grows 2-4 times
3. Dry substances (%)	14,4-16,9	14,1-16,2	Decreases by 0,3-0,7%
4. Good quality (%) on sugar dry substances	74,5-80,5	82,0-89,4	Increase of Good quality by 7,5-8,9 %
5. pH	7,1-7,8	5,5-6,2	
6. Sugar %	11,6-12,6	12,6-13,3	Increases by 0,7-1%
7. Using foam suppression	Using	is not	There is no need Demand for foam
8. Formaline separation	Using	is not	There is no need Demand for Formaline
9. Gas emissions	Is	is not	Improves storage microflora
10. Non existence of Sapons	Is	is not	

In Sante Milk factory was conducted the test of the ozogenerator 1 combined with superficial sterilization of the technological equipment and air purification. From the 9 heat of the unwanted plant in 8 was found an intestinal scratching bacteria. During 20 minutes after the injection, the intestinal bacteria were not observed.

Table 2. Place and time of treatment

Area m ²	Room cube/m	Processing time, minute	Time Staff, minutes
20	60	20	15
40	120	30	20
60	180	50	30
100	300	70	50

Conclusions. Consumed electricity consumption decreases 3.5 – 4 times in sugar production by the use ozogenerator "samanin – 4"

The economical effectiveness of the proposed method is:

1. Increase the yield of sugar at diffusion stage 1 tons of products produced 7.5 kg;
2. Increase the yield of sugar as a result of its concentration in diffuse juice. At the stage of diffusion, 1 tons of products produced 5.5 kg;
3. Increase the yield of sugar at the expense of juice cleaning effect 1 ton of product produces 0,25 kg;
4. Saving as a result of excluding foam suppression and formalin use;
5. Saving as a result of decrease in energy expenditure;
6. Saving as a result of filter effectiveness.

The findings of the research show that ozogenerator "Saman-1" can be successfully used in the processing of different types of milk production techniques.

This constructor is a new generation hybrid option. The sunny countries of the south as United Arab Emirates, Qatar are especially interested in it. We have business contacts with them and are negotiating for joint projects.

REFERENCES

1. Baron, E. S. 1953. The Role of Radical of Oxygen in Reaction Produced By Ionizing Radiation. Ann Arbour Science Publishing Corporation, London.
2. Литинский Г. А. Современные методы дезинфекции в пищевой промышленности и перспективы их применения в условиях Молдавию – Кишнев, 1993, - с.6
3. Kim J-G., A.E Yousef and S Dave. 1999. Application of Ozone for Enhancing the Microbiological Safety and Quality of Foods: A Review. J Food Prot 62(9): 1071-1087.
4. Khadre, M. A., Yousef, A. E. and Kim, J.-G. 2001. Microbiological aspects of ozone applications in food: a review, Journal of Food Science, 66(9): 1242–52.
5. Zeynep B. Guzel-Seydima, Annel K. Greneb, A. C. Seydima. Use of ozone in the food industry Lebensm.-Wiss. u.-Technol. 37 (2004) 453–460. USA
6. Tiwari, B. K., Brennan, C. S., Curran, T., Gallagher, E., Cullen, P. J. and Donnell, C. P. O. 2010. Application of ozone in grain processing, Journal of Cereal Science 51(3): 248-255.
7. Tabatadze L., Shvelidze V., Gakhokidze R. Using an ozogenerator „Samani - 2" in livestock. Works Georgian Technical University, №1 (503) 2017, 11-16.
8. Tabatadze L. Using ozogenerator, „Samani - 2" for disinfecting books. Works Georgian Technical University, №3 (505) 2017.
9. Tabatadze L., Shvelidze V., Shengelia N. Use of "Samani - 1" ozogenerator in the Agricultural sector. Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences Proceedings, 2016, vol. XI – XII, pp. 12-15.
10. Vithu Prabha, Rahul deb basma, Ranjit Singhl, Aditya Madan Ozone Technology in Food Processing. Trends in Biosciences 8 (16), 2015. 4031-4047

WORLD SCIENCE

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws

№ 7(35)
Vol.5, July 2018

MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC EDITION

Indexed by:



Passed for printing 07.07.2018. Appearance 12.07.2018.

Typeface Times New Roman.

Circulation 300 copies.

RS Global Sp. z O.O., Warsaw, Poland, 2018