

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

მომავალკვარტალური გამოცემა
QUARTERLY PUBLICATION
ЕЖЕКВАРТАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ

ISSN 1512-0996

Certificate
ICI Journals master List



ურომები
WORKS
ТРУДЫ
N2(508)



თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2018

დაარსებულია 1924 წელს.
პერიოდულობა - 4 ნომერი წელიწადში.

საქართველოს ჟექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული ანის ყოველკვარცაღური მუდგოდისციპლინური რეფერირებადი პერიოდული გამოცემა, რომელიც რეგისტრირებულია საერთაშორისო ელექტრონულ მონაცემთა ბაზაში - Index Copernicus International.

ყველა უფლება დაცულია. ამ კრებულში გამოქვეყნებული ნებისმიერი სტატიის (ჟექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) გამოყენება ანც ერთი ფონდითა და საშუალებით (ელექტრონული თუ მექანიკური) არ შეიძლება გამომცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

ავტორი (ავტორები) პასუხისმგებელია სტატიის შინაარსზე და საავტორო უფლებებისა და სამეცნიერო ეთიკის საყოველთაოდ მიღებული სხვა ნორმების დაცვაზე.

სტატიის ავტორის (ავტორების) პოზიციის შეიძლება არ ემთხვეოდეს საგამომცემლო სახლის პოზიციას.

საგამომცემლო სახლი „ჟექნიკური უნივერსიტეტი“ გულწრფელი მადლიერებით მიიღებს ყველა კონსტრუქციულ შენიშვნას, წინადადებას და გამოიყენებს საქმიანობის შემდგომი სრულყოფისათვის.

მოგვწერეთ:
sagamomcemlosakhli@yahoo.com

© საგამომცემლო სახლი „ჟექნიკური უნივერსიტეტი“, 2018

ISSN 1512-0996



9 771512 099004

შთაშვანი რეზიუმე

ა. ფრანგიშვიდი

შთაშვანი რეზიუმის მოხაზილებები:

დ. კდიმიაშვიდი

ბ. გასიცაშვიდი

სურამაქციო კოლეგია:

ა. აბრადავა, გ. აბრამიშვიდი, ა. აბშიდავა,
თ. ამბროლაძე, ე. ბარათაშვიდი, თ. ბაცივაძე,
ჯ. ბერიძე, ს. ბიელეცკი (პოდონეთი),
პ. ბიელივი (სლოვაკეთი), თ. გაბადაძე,
ჯ. გახოკიძე, თ. გელაშვიდი, ა. გიგინეიშვიდი,
გ. გობში (გერმანია), ად. გრიგორიშვიდი,
ედ. ელიზბარაშვიდი, ს. ესაძე, ვდ. ვარდოსანიძე,
უ. ბვიდაძე, თ. ბუმბურიძე, პ. ბუნკელი (ავსტრია),
დ. თავხელიძე, პ. თოდუა (რუსეთი), ი. კვესელავა,
ფ. კვიციანი, ა. კვევადივი (ესტონეთი), ბ. კვიციანი,
თ. ღომინაძე, ი. ღომიძე, ა. მამადისი (საბერძნეთი),
მ. მაცაბერიძე, თ. მეგრელიძე, მ. მესხი,
ა. მონონელიძე, დ. მძინარიშვიდი, დ. ნაწროშვიდი,
ნ. ნაცვლიშვიდი, შ. ნემსაძე, დ. ნობაძე,
გ. საღუქვაძე, ქ. ქოქრაშვიდი, ე. ქუთელია,
ა. შარვაშიძე, ს. შმიდტი (გერმანია),
პ. შეროერი (გერმანია), მ. ჩხვიძე,
ბ. წვერიაძე, თ. ჯაგოდნიშვიდი, თ. ჯიშკარიანი,



Verba volant,
scripta manent

Founded in 1924.

Published in quarterly editions.

Collection of Academic Works of Georgian Technical University is a multidisciplinary quarterly refereed periodical included in Index Copernicus International.

All rights reserved. No material appearing in this publication (texts, images, illustrations and other visual) can in any form or by any means (electronic or manual) be used by other parties without prior written consent of the publisher.

Infringement of copyright is punishable by law.

Author (authors) is (are) responsible for content of the article as well as protection of copyright and compliance with generally accepted norms of academic ethics.

Judgements of the author (authors) and the publishing house may vary.

Publishing House “Technical University” is open to constructive feedback and ideas for the purpose of continuous improvement.

Contact us:

sagamomcemlosakhli@yahoo.com

Editor in Chief

A. Prangishvili

Deputy Editors in Chief

L. Klimiashvili

Z. Gasitashvili

Editorial Board:

A. Abzalava, G. Abramishvili, A. Abshilava,
T. Ambroladze, E. Baratashvili, T. Batsikadze, J. Beridze,
S. Bielecki (Poland), P. Bielik (Slovakia), M. Chkheidze,
E. Elizbarashvili, S. Esadze, T. Gabadadze,
J. Gakhokidze, O. Gelashvili, A. Gigineishvili,
G. Gobsch (Germany), Al. Grigolishvili, T. Jagodnishvili,
T. Jishkariani, A. Keevalik (Estonia), Z. Kiknadze,
K. Kokrashvili, E. Kutelia, I. Kveselava, T. Kvitsiani,
T. Lominadze, I. Lomidze, A.G. Mamalis (Greece),
M. Matsaberidze, L. Mdzinarishvili, T. Megrelidze,
M. Meskhi, A. Motznelidze, D. Natroshvili,
N. Natsvlishvili, Sh. Nemsadze, D. Nozadze,
G. Salukvadze, H. Stroher (Germany), H. Sunkel
(Austria), S.M. Schmidt (Germany), A. Sharvashidze,
D. Tavkhelidze, P. Todua (Russia), Z. Tsveraidze,
Vl. Vardosanidze, O. Zumburidze, U. Zviadadze.

© Publishing House “Technical University”, 2018

ISSN 1512-0996



Verba volant,
scripta manent

Учрежден в 1924 году.
Периодичность – 4 номера в год

Сборник научных трудов Грузинского технического университета является ежеквартальным мультидисциплинарным реферируемым периодическим изданием, которое зарегистрировано в международной базе электронных данных - Index Copernicus International.

Защищены все права. Любую опубликованную в данном сборнике статью (текст, фото, иллюстрации) невозможно использовать ни одной из форм или средствами (электронными или механическими) без письменного разрешения издателя.

Нарушение авторских прав наказуемо законом.

Автор (авторы) несет ответственность за содержание статьи и защиту всеобщих принятых норм научной этики и авторских прав.

Мнение автора (авторов) статьи может не совпадать с мнением Издательского дома.

Издательский дом «Технический университет» с благодарностью учтет все конструктивные замечания, предложения и использует их для совершенствования дальнейшей деятельности.

Пишите:

sagamomcemlosakhli@yahoo.com

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

А.И. Прангишвили

ЗАМ. ПРЕДСЕДАТЕЛЯ:

Л.Д. Климиашвили

З.А. Гаситашвили

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

А.Г. Абралава, Г.С. Абрамишвили, А.В. Абшилава,
Т.А. Амброладзе, Е.Ш. Бараташвили, Т.В. Бацикадзе,
С. Биелецки (Польша), П. Биелик (Словакия),
Дж.Л. Беридзе, Вл.Г. Вардосанидзе, Т.Г. Габададзе,
Дж.В. Гахокидзе, О.Г. Гелашвили,
А.В. Гигинеишвили, Г. Гобш (Германия),
Ал.Р. Григолишвили, Т.А. Джагоднишвили,
Т.С. Джишқариани, У.И. Звиададзе, О.Г. Зумбуридзе,
Г. Зункел (Австрия), И.С. Квеселава, Т.А. Квициани,
А. Кеевалик (Эстония), З.Г. Кикнадзе,
К.А. Кокрашвили, Е.Р. Кутелия, И.Б. Ломидзе,
Т.Н. Ломинадзе, А. Мамалис (Греция),
М.И. Мацаберидзе, Л.Д. Мдзинаришвили,
Т.Я. Мегрелидзе, М.А. Месхи, А.Н. Моцонелидзе,
Д.Г. Натрошвили, Н.В. Нацвлишвили,
Ш.А. Немсадзе, Д.А. Нозадзе, Г.Г. Салуквадзе,
Д.Д. Тавхелидзе, П. Тодуа (Россия), З.Н. Цвераидзе,
М.М. Чхеидзе, А.М. Шарвашидзе,
С. Шмидт (Германия), Г. Штроер (Германия),
Э.Н. Элизбарашвили, С.Ю. Эсадзе

© Издательский дом «Технический университет», 2018

ISSN 1512-0996



შინაარსი

ენერგია

დ. ჯაფარიძე, კ. უნგიაძე. საქართველოში ელექტროენერგიის იმპორტის ეფექტიანობის პრობლემატიკა ანალიზი.....11

საინჟინრო საქმე

ი. ლომიძე, გ. ხელიძე. ნაკადის კავიტაციური და აბრაზიული ზემოქმედება საშუალო-დაწნევიანი ფრენისის ჰიდროტურბინის გამდინარე ნაწილის ელემენტებზე.....25

ი. ინაშვილი, ი. დენისოვა. ჩამდინარე წყლებში კონსოლიდირებული ნაწილაკების დაღეჭვის კანონზომიერებები.....31

გ. დვინევაძე, ნ. გიორგაძე, ვ. ჭუმბურიძე. სკოლის მართვის ავტომატიზებული სისტემის კონცეფცია.....38

თ. მეგრელიძე, თ. ისაკაძე, გ. გუგულაშვილი. პროპანზე მომუშავე აბსორბირებული მაცივარი.....47

თ. მეგრელიძე, თ. ისაკაძე, გ. გუგულაშვილი. ინოვაციური კონსტრუქციის მაცივარ-აბენტების ევაპორატორი მანქანა.....54

ლ. მახარაძე. ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების სადაწნეო მილსადენი მატისტრალების სიმტკიცეზე გაანგარიშების შესახებ მათში განვითარებული ჰიდროდინამიკური პროცესების გათვალისწინებით.....60

ფარმაცოლოგია, ტოქსიკოლოგია და ფარმაცევტიკა

გ. პატარიძე, ნ. გელოვანი, მ. მაისურაძე. ჩვეულებრივი კაკლის (JUGLANS REGIA) და თხილის (CORYLUS) ნაყოფების, გობრის (CUCURBITA) და ნესვის (CUCUMIS MELO) თესვების სამკურნალო მნიშვნელობა ქართული ხალხური წყაროების მიხედვით.....66

რ. მელქაძე. ახალი ადაპტობენური პრეპარატი..... 79

რ. მელქაძე. ბიოაქტიური ღანამატის – „GRAIL“-ის ტოქსიკოლოგია..... 89

ავტორთა საძიებელი 104

რეცენზენტთა საძიებელი 105

ავტორთა საშუალებოვ 106

CONTENTS

ENERGY

D. Japaridze, K. Ungiadze. FORECAST ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF ELECTRICITY IMPORTS IN GEORGIA	11
---	----

ENGINEERING

I. Lomidze, G. Khelidze. CAVITATION AND ABRASING EFFECT OF A FLOW ON FLOW RANGE ELEMENTS OF THE MEDIUM-PRESSURE FRANCIS TURBINE.....	25
--	----

I. Inashvili, I. Denisova. PATTERNS OF SEDIMENTATION OF THE CONSOLIDATED PARTICLES IN THE WASTEWATER.....	31
---	----

G. Gvinepadze, N. Giorgadze, V. Chumburidze. THE CONCEPT OF AN AUTOMATED SCHOOL MANAGEMENT SYSTEM.....	38
--	----

T. Megrelidze, T. Isakadze, G. Gugulashvili. PROPANE-OPERATED ABSORPTION REFRIGERATOR.....	47
---	----

T. Megrelidze, T. Isakadze, G. Gugulashvili. REFRIGERANT EVACUATION MACHINE OF INNOVATIVE DESIGN	54
---	----

L. Makharadze. ABOUT THE STRENGTH ANALYSIS OF PRESSURE PIPELINE OF HYDROTRANSPORT SYSTEMS TAKING INTO ACCOUNT INFLUENCE OF ONGOING HYDRODYNAMIC PROCESSES.....	60
--	----

PHARMACOLOGY, TOXICOLOGY AND PHARMACEUTICS

G. Pataridze, N. Gelovani, M. Maisuradze. THE MEDICINAL VALUE OF JUGLANS REGIA AND CORYLUS YIELDS, CUCURBITA AND CUCUMIS MELO SEEDS ACCORDING TO GEORGIAN FOLK SOURCES	66
--	----

R. Melkadze. NEW ADAPTOGENIC PREPARATION.....	79
R. Melkadze. TOXICOLOGY OF BIOACTIVE ADDITIVE "GRAIL".....	89
AUTHOR'S INDEX	104
REVIEWER'S INDEX	105
GUIDE FOR AUTHORS.....	112

СОДЕРЖАНИЕ

ЭНЕРГИЯ

Д.А. Джапаридзе, К.М. Унгиадзе. ПРОГНОЗНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИМПОРТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ГРУЗИЮ.....	11
---	-----------

ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО

И.Б. Ломидзе, Г.К. Хелидзе. КАВИТАЦИОННОЕ И АБРАЗИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОТОКА НА ЭЛЕМЕНТЫ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ СРЕДЕНАПОРНОЙ ГИДРОТУРБИНЫ ФРЕНСИСА	25
И.Д. Инашвили, И.А. Денисова. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОСЕДАНИЯ КОНСОЛИДИРОВАННЫХ ЧАСТИЦ В СТОЧНЫХ ВОДАХ	31
Г.Ш. Гвинепадзе, Н.А. Гиоргадзе, В.В. Чумбуридзе. КОНЦЕПЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШКОЛОЙ	38
Т.Я. Мегрелидзе, Т.А. Исакадзе, Г.Л. Гугулашвили. АБСОРБЦИОННЫЙ ХОЛОДИЛЬНИК, РАБОТАЮЩИЙ НА ПРОПАНЕ.....	47
Т.Я. Мегрелидзе, Т.А. Исакадзе, Г.Л. Гугулашвили. МАШИНА ДЛЯ ЭВАКУАЦИИ ХЛАДОАГЕНТОВ ИННОВАЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ.....	54
Л.И. Махарадзе. О РАСЧЕТЕ НА ПРОЧНОСТЬ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОТЕКАЮЩИХ В НИХ	60

ФАРМАКОЛОГИЯ, ТОКСИКОЛОГИЯ И ФАРМАЦЕВТИКА

Г.Г. Патаридзе, Н.Дж. Геловани, М.Г. Майсурадзе. МЕДИЦИНСКАЯ ЦЕННОСТЬ ПЛОДОВ: ГРЕЦКОГО ОРЕХА (JUGLANS REGIA), ФУНДУКА (CORYLUS), СЕМЯН ТЫКВЫ (CUCURBITA) И ДЫНИ (CUCUMIS MELO) В СООТВЕТСТВИИ С ГРУЗИНСКИМИ НАРОДНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ	66
--	-----------

Р.Г. Мелкадзе. НОВЫЙ АДАПТОГЕННЫЙ ПРЕПАРАТ.....	79
Р.Г. Мелкадзе. ТОКСИКОЛОГИЯ БИОАКТИВНОЙ ДОБАВКИ “GRAIL”	89
ПЕРЕЧЕНЬ АВТОРОВ	104
УКАЗАТЕЛЬ РЕЦЕНЗЕНТОВ	105
К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ	115

UDC 382.5+621.31

SCOPUS CODE 2102

საქართველოში ელექტროენერჯიის იმპორტის ეფექტიანობის პროგნოზული ანალიზი

დ. ჯაფარიძე ელექტროენერჯეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75

E-mail: d.japaridze@gtu.ge

კ. უნგიაძე ელექტროენერჯეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75

E-mail: kakhber.ungiadze@mail.ru

რეცენზენტები:

თ. მუსელიანი, სტუ-ის ენერჯეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ელექტროენერჯეტიკის და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: museliani@yahoo.com

გ. კიკნაველიძე, სტუ-ის ენერჯეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ელექტროენერჯეტიკის და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: zurab.kiknavelidze@gmail.com

ანოტაცია. პროგნოზირების თანამედროვე მათემატიკური მეთოდების, რეგრესული ანალიზის, მრავალფაქტორიანი მოდელის და ხელსაწყოების ნეირონული ქსელების გამოყენებით შესრულებულია საქართველოში ელექტროენერჯიის წარმოება-მოსხმარების საშუალოვადიანი პროგნოზირება. დადგენილია, რომ საშუალოვადიან პერიოდში 2018-2022წწ. ქვეყანაში ელექტროენერჯიის მოსხმარება აჭარბებს წარმოებას. ელექტროენერჯიის იმპორტის მოცულობების დაზუსტების მიზნით, ავტორგერესული მეთოდით ჩატარებულია მისი საშუალოვადიანი პროგნოზი. საქართველოში 2018-2022 წლებში ელექტროენერჯიის წარმოების ზრდის ტემპის გათვალისწინებით და ექსპერტული ანალიზით, დაზუსტებულია იმპორტზე მოთხოვნის პროგნოზული მოცულობები. ელექტრო-

ენერჯიის იმპორტის ეფექტიანობა შეფასებულია 2011-2017წწ. განხორციელებული იმპორტის და ადგილზე თბოსადგურების სიმძლავრეების მაქსიმალური გამოყენებით ელექტროენერჯიის წარმოების ზრდის ხარჯზე იმპორტის ჩანაცვლების შედეგებით ტექნიკურ-ეკონომიკური ანალიზის შედეგების საფუძველზე. მეცნიერული კვლევებით დადასტურებულია, რომ თბოსადგურებზე ელექტროენერჯიის წარმოების გაზრდით შესაძლებელია იმპორტის მკვეთრი შემცირება და მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ეფექტის მიღება.

საკვანძო სიტყვები: ავტორგერესული მეთოდი; ელექტროენერჯიის იმპორტი; ნეირონული ქსელები; რეგრესული ანალიზი; საშუალოვადიანი პროგნოზი.

შესავალი

საქართველოსთვის, რომელიც შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში განიცდის ელექტროენერჯის დეფიციტს, განსაკუთრებულ აქტუალობას იძენს ელექტროენერჯის იმპორტის პროგნოზული ანალიზი და მისი ოპტიმალური დაგეგმვა. ამ საქმეში წინა პლანზე იწევს ადგილობრივი სიმძლავრეების შესაძლებლობების მაქსიმალური გამოყენებით, ელექტროენერჯის წარმოების ზრდით, იმპორტზე დამოკიდებულების შემცირება. ამასთან აუცილებელია მეცნიერული ანალიზის საფუძველზე დადგინდეს ადგილობრივი წარმოების ინტენსიურობის გაზრდით იმპორტის შემცირების ისეთი ზღვარი, რომელიც მთლიანობაში აამაღლებს ქვეყნის ენერგეტიკული სექტორის ეფექტიანობას, შეინარჩუნებს ენერგოსისტემის ფუნქციონირების მდგრადობას, ეკონომიკურ ეფექტთან ერთად უზრუნველყოფს სოციალურ ეფექტიანობასაც.

იმის გათვალისწინებით, რომ დასმული პრობლემა საქართველოში სრულყოფილად არ არის

შესწავლილი, ღრმა მეცნიერული კვლევის საფუძველზე უნდა ჩატარდეს იმპორტის ეფექტიანობის პროგნოზული ანალიზი და მიღებული შედეგების მიხედვით შემუშავდეს, ქვეყანაში ელექტროენერჯის წარმოების არსებული სიმძლავრეების შესაძლებლობების ეფექტიანი გამოყენებით ელექტროენერჯის იმპორტის შემცირების კომპლექსური პროგრამა და მისი ჩანაცვლების ოპტიმალური სქემა.

ძირითადი ნაწილი

დასმული ამოცანის გადასაწყვეტად ჩატარებულია საქართველოში ელექტროენერჯის იმპორტის ეფექტიანობის პროგნოზული ანალიზი, რისთვისაც მოძიებულია ქვეყანაში ელექტროენერჯის წარმოება-მოხმარების და იმპორტის 2011-2017წწ. სტატისტიკური მონაცემები [1], რომელიც ასახულია 1-ელ ცხრილში.

ცხრილი 1

საქართველოში ელექტროენერჯის წარმოება-მოხმარების და იმპორტის 2011-2017წწ სტატისტიკური მონაცემები

ელექტროენერჯია	მლნ.კვტ.სთ.	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
წარმოება	მლნ.კვტ.სთ.	10105	9698	10059	10370	10833	11574	11531
მოხმარება	მლნ.კვტ.სთ.	10383	10086	10345	11006	11292	12693	13067
იმპორტი	მლნ.კვტ.სთ.	471	615	484	852	699	479	1497

კორელაციული ანალიზით [2] დადგენილია ელექტროენერჯის წარმოება-მოხმარებაზე მოქმედი ფაქტორები:

- ელექტროენერჯის სამომხმარებლო ტარიფი;
- ელექტროენერჯის ექსპორტი;
- შეშის მოხმარება;
- ბუნებრივი აირის საყოფაცხოვრებო მოხმარება;
- ბუნებრივი აირის სამომხმარებლო ტარიფი;

- ექსპლუატაციაში მყოფი ავტომანქანების რაოდენობა;
- ჰიბრიდული, აირზე და ელექტროენერჯიაზე მომუშავე ავტომანქანების რაოდენობა;
- ბენზინის ფასი;
- დიზელის ფასი;
- მშპ-ის რეალური ზრდის ტემპი;
- ეროვნული ვალუტის საშუალო წლიური გაცვლითი კურსი;

- ურბანიზაციის დონე;
- მოსახლეობის რაოდენობა, ტურისტების რაოდენობა.

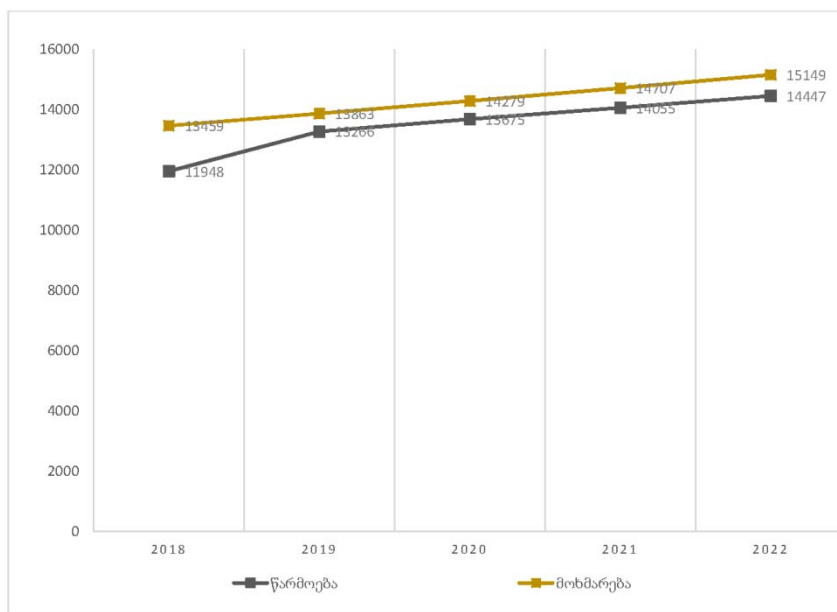
[3] შრომის ავტორების მიერ დამუშავებული მეთოდიკით, თანამედროვე მათემატიკური მეთოდების, რეგრესულ-ფაქტორული ანალიზის და ნეირონული ქსელების გამოყენებით, ჩატარებულია

ელექტროენერჯის წარმოება-მოხმარების საშუალოვადიანი პროგნოზი, რეგულირებადი ტრენდით ექსპონენციალური გამოთანაბრების მეთოდით [4] განსაზღვრულია საქართველოში ელექტროენერჯის წარმოება-მოხმარების მოცულობის, ზედა და ქვედა ზღვრები. კვლევის შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში და გრაფიკის სახით ასახულია მე-2 სურათზე.

ცხრილი 2

საქართველოში ელექტროენერჯის წარმოება-მოხმარების პროგნოზული მაჩვენებლები

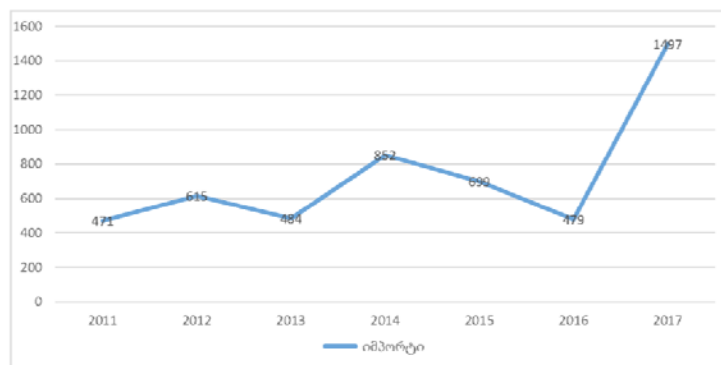
ელექტროენერჯია	ზომის ერთეული	ზღვარი	2018	2019	2020	2021	2022
წარმოება	მლნ.კვტ.სთ.	ზედა	12426	13797	14222	14617	15025
		საბაზისო	11948	13266	13675	14055	14447
		ქვედა	11470	12735	13128	13493	13869
მოხმარება	მლნ.კვტ.სთ.	ზედა	13997	14418	14850	15295	15755
		საბაზისო	13459	13863	14279	14707	15149
		ქვედა	12921	13308	13708	14119	14543



სურ. 1. საქართველოში ელექტროენერჯის წარმოება-მოხმარების საშუალოვადიანი პროგნოზული სიდიდეების ცვალებადობის დინამიკა

როგორც გრაფიკიდან (სურ. 1) ჩანს საქართველოში ელექტროენერჯის მოხმარება ჭარბობს წარმოებას და მოსალოდნელია ამ ტენდენციის 2022 წლამდე გაგრძელება.

1-ელი ცხრილის მონაცემების საფუძველზე აგებულია საქართველოში 2011-2017წწ. ელექტროენერჯის იმპორტის ცვალებადობის გრაფიკი, რომელიც მოცემულია მე-2 სურათზე.



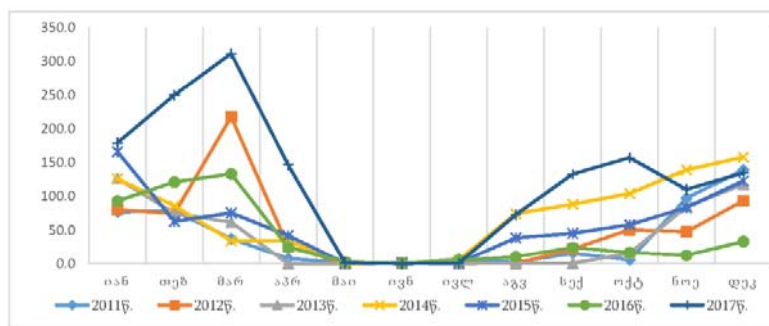
სურ. 2. საქართველოში ელექტროენერჯის იმპორტის 2011-2017წწ. ცვალებადობის დინამიკა

საქართველოში ელექტროენერჯის იმპორტის და სპეციალური ანალიზი. ანალიზის შედეგები სეზონურობის დადგენის მიზნით 2011-2017 წწ. ასახულია მე-3 ცხრილში და მე-4 სურათზე. სტატისტიკური მონაცემების [1] მიხედვით ჩატარ-

ცხრილი 3

ელექტროენერჯის იმპორტის სტატისტიკური მონაცემები (თვეების მიხედვით) 2011-2017 წწ

იმპორტი	ზომის ერთეული	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი
2011წ.	მლნ. კვტ.სთ.	77,0	78,7	37,6	7,8	1,9	0,1	7,4	2,3	15,7	6,0	97,3	139,1
2012წ.	მლნ. კვტ.სთ.	80,5	74,4	217,6	26,0	0,3	0,8	0,6	0,2	22,0	50,9	47,6	93,6
2013წ.	მლნ. კვტ.სთ.	126,6	75,2	61,9	0,0	0,0	0,5	0,0	0,8	0,9	15,6	85,0	117,8
2014წ.	მლნ. კვტ.სთ.	125,7	86,2	34,4	34,4	0,0	0,7	6,3	74,5	88,4	104,2	139,3	157,9
2015წ.	მლნ. კვტ.სთ.	166,1	63,1	75,6	42,1	0,9	1,6	1,3	38,6	45,4	58,1	83,4	122,9
2016წ.	მლნ. კვტ.სთ.	93,1	121,1	133,3	24,7	2,7	0,9	5,3	10,5	24,2	16,9	12,7	33,5
2017წ.	მლნ. კვტ.სთ.	179,0	249,7	311,4	146,5	1,6	0,0	1,1	72,9	132,9	157,1	110,2	134,7



სურ. 3. საქართველოში 2011-2017 წწ. ელექტროენერჯის იმპორტის ცვალებადობის დინამიკა (თვეების მიხედვით)

ანალიზის შედეგები მკაფიოდ გვიჩვენებს, რომ საქართველოში ელექტროენერჯის იმპორტი ატარებს სეზონურ ხასიათს. შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში ელექტროენერჯის იმპორტი მნიშვნელოვნად აჭარბებს გაზაფხული-ზაფხულის თვეებში შემოტანილი ელექტროენერჯის მოცულობას.

იმისათვის, რომ სრული წარმოდგენა გექონდეს საშუალოვადიან პერიოდში საქართველოში ელექტროენერჯის იმპორტის მოთხოვნაზე, მე-3 ცხრილში მოყვანილია 2011-2017 წლებში საქართველოში განხორციელებული ელექტროენერჯის იმპორტის შესახებ, სტატისტიკური მონაცე-

მების შესაბამისად. ავტორეგრესული მოდელით [3] შესრულებულია იმპორტის საშუალოვადიანი პროგნოზი და რეგულირებადი ტრენდით ექსპონენციალური გამოთანაბრების მეთოდით დადგენილია ზედა და ქვედა ზღვრები. ზოგადად პროგნოზირების ავტორეგრესული მოდელი [3] გამოსახულია შემდეგი ფორმულით:

$$Y_t = a_1 y_{t-1} + a_2 y_{t-2} + \dots + a_n y_{t-n} + b \quad (1)$$

სადაც Y_t არის ენერგორესურსის საპროგნოზო სიდიდე y_{t-1} ; y_{t-2} – ენერგორესურსების საპროგნოზო სიდიდეზე მოქმედი ფაქტორების წინა 2 წლის მაჩვენებლები; a_1 ; a_2 ... a_n – რეგრესიის კოეფიციენტები, რომელიც გვაჩვენებს, სხვა ფაქტორების ფიქსირებული მნიშვნელობის დროს, შესაბამისი ფაქტორის გავლენის დონეს საპრო-

გნოზო მაჩვენებელზე; b – თავისუფალი წევრია.

ფორმულა(1)-ით 1-ელი ცხრილის მონაცემებით კომპიუტერული პროგრამა EXCEL-ის მეშვეობით განსაზღვრულია a_1 ; a_2 და b -ს მნიშვნელობები. შესაბამისად საქართველოში ელექტროენერჯის იმპორტის საშუალოვადიანი პროგნოზის გამოსახულებამ მიიღო სახე:

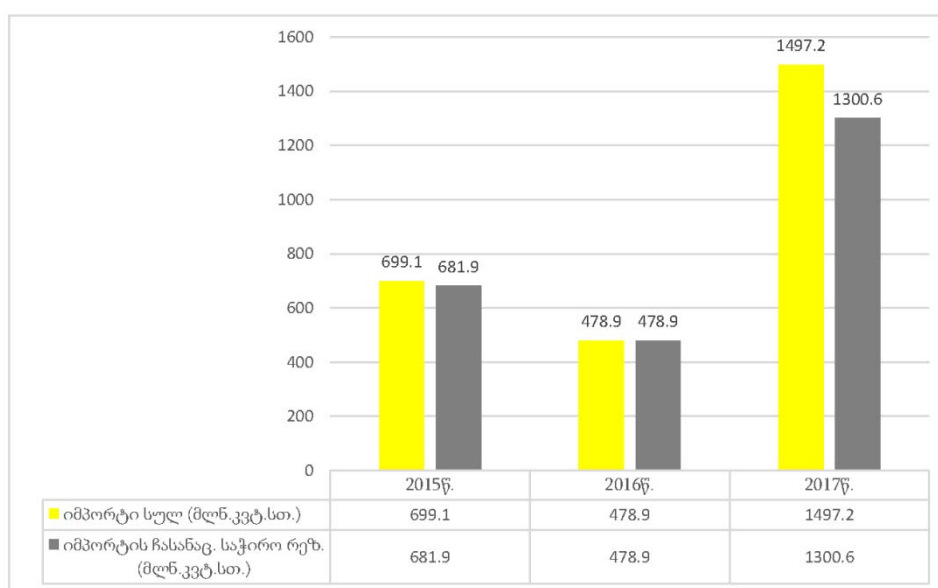
$$Y_{2018} = -0,04*1497+0,3*479+1063,9=1147,72 \quad (2)$$

გამოსახულება (2)-ით და 1-ელი ცხრილის მონაცემებით შესრულებულია საქართველოში ელექტროენერჯის იმპორტის საშუალოვადიანი პროგნოზი, დადგენილია ზედა და ქვედა ზღვრები. შედეგები შეტანილია მე-4 ცხრილში და გრაფიკის სახით წარმოდგენილია მე-4 სურათზე.

ცხრილი 4

საქართველოში ელექტროენერჯის იმპორტის პროგნოზული მაჩვენებლები 2018-2022 წწ

ელექტროენერჯია	ზომის ერთეული	ზღვარი	2018	2019	2020	2021	2022
იმპორტი	მლნ.კვტ.სთ.	ზედა	1193,6	1304,6	1343,2	1222,0	1278,2
		საბაზისო	1147,7	1254,4	1291,5	1175	1229
		ქვედა	1101,8	1204,2	1239,8	1128,0	1179,8



სურ. 4. საქართველოში ელექტროენერჯის იმპორტის საშუალოვადიანი პროგნოზი ზედა და ქვედა ზღვრების ჩვენებით

იმპორტის პროგნოზული მაჩვენებლების დაზუსტების მიზნით, საქართველოს ენერჯეტიკის სამინისტროს მონაცემების საფუძველზე [7] დეტალურად შესწავლილ იქნა ქვეყანაში 2018-2022 წწ. ელექტროენერჯიის გენერაციის ობიექტების მშენებლობის მიმდინარეობა, დაზუსტდა 2022 წლამდე მათი ექსპლუატაციაში შესვლის გრაფიკი და

განისაზღვრა მათ მიერ ელექტროენერჯიის წარმოების შესაძლებლობები. ცალკე გაანალიზდა ამჟამად მოქმედი თბოელექტროსადგურების მიერ ელექტროენერჯიის გამომუშავების ზრდის პერსპექტივები. თვალსაჩინოების მიზნით კვლევის შედეგები შეტანილია მე-5 ცხრილში.

ცხრილი 5

საქართველოში გენერაციის ახალი ობიექტების ექსპლუატაციაში შესვლის შედეგად დამატებითი ელექტროენერჯიის გამომუშავების მაჩვენებლები 2019-2022 წწ

ენერგორესურსი	ზომის ერთეული	წარმოება	2019	2020	2021	2022
ელექტროენერჯია	მლნ.კვტ.სთ.	ზედა თეორიულად შესაძლებელი	1 365,5	2 370,5	2 872	3 212,1
		ქვედა თეორიულად შესაძლებელი	1 092,7	1 896,4	2 298,4	2 574,2

ელექტროენერჯიის იმპორტის ეფექტიანობის შესაფასებლად განხორციელებულია 2015-2017-ში იმპორტირებული ელექტროენერჯიის შესყიდვაზე გაწეული ხარჯების და ადგილზე ელექტროენერჯიის წარმოების გაზრდით მის ჩანაცვლებაზე საჭირო აუცილებელი ხარჯების შედარებითი ანალიზი. ჩატარებული კვლევის შედეგებიდან ირკვე-

ვა, რომ საქართველოში ელექტროენერჯიის წარმოების გაზრდა შესაძლებელი იყო თბოსადგურების სიმძლავრეების გამოყენების ხანგრძლივობის გაზრდით. თბოელექტროსადგურების ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლები მოცემულია მე-6 ცხრილში.

ცხრილი 6

თბოელექტროსადგურების ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლები

დასახელება	თბოსადგურების ტარიფი თეთრი/კვტ.სთ.		სიმძლავრე (მგვტ)	ელ.ენერჯიის გამომუშავების შესაძლებლობა მლნ.კვტ.სთ. (1დღე)	უზრუნველყოფილი გარანტირებული სიმძლავრე წლის განმავლობაში (დღე)	გაზის ხვედრითი ხარჯი მ³/კვტ.სთ.
გარდაბნის თბოსადგური	2015წ.	6,659	231	5,54	61	0,197
	2016წ.				300	
	2017წ.	8,056			300	
	2018წ.	8,012				

ჯიფაუერი	2015წ. (იან.-აგვ.)	7,397	80	1,92	335	0,285
	2015წ.(აგვ.-დეკ.)	7,534				
	2016წ.	8,460				
	2017წ.	10,537				
	2018წ.	9,431				
თბილსრესი (ბლ.№3;№4 ჯამური)	2015წ.(იან.-აგვ.)	7,319	272	6,52	278	0,311
	2015წ.(აგვ.-დეკ.)	10,194				
	2016წ.	11,303				
	2017წ.	10,963				
	2018წ.	11,511				
მტკვარი ენერჯექტივა (ბლ.№9)	2015წ.(იან.-აგვ.)	7,229	250	6	296	0,276
	2015წ.(აგვ.-დეკ.)	10,871				
	2016წ.	10,748				
	2017წ.	11,358				
	2018წ.	11,512				

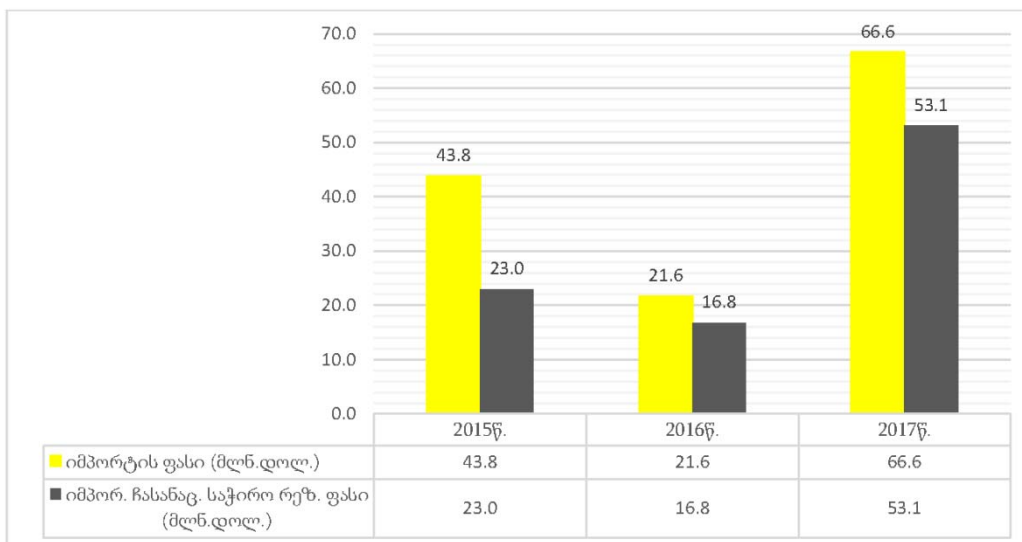
მე-5 ცხრილში ასახული ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლებიდან გამომდინარე, ამ ელექტროსადგურებში ელექტროენერჯის წარმოების შესაძლებლობების გათვალისწინებით ჩამოყალიბდა 2015-2017წლებში იმპორტირებული ელექტრო-

ენერჯის ადგილობრივი წარმოების ელექტროენერჯით ჩანაცვლების სქემა და შეფასდა ამ სქემის ეფექტიანობა. ანგარიშის შედეგები შეტანილია მე-7 ცხრილში და გრაფიკის სახით მოცემულია მე-5, მე-6 სურათებზე.

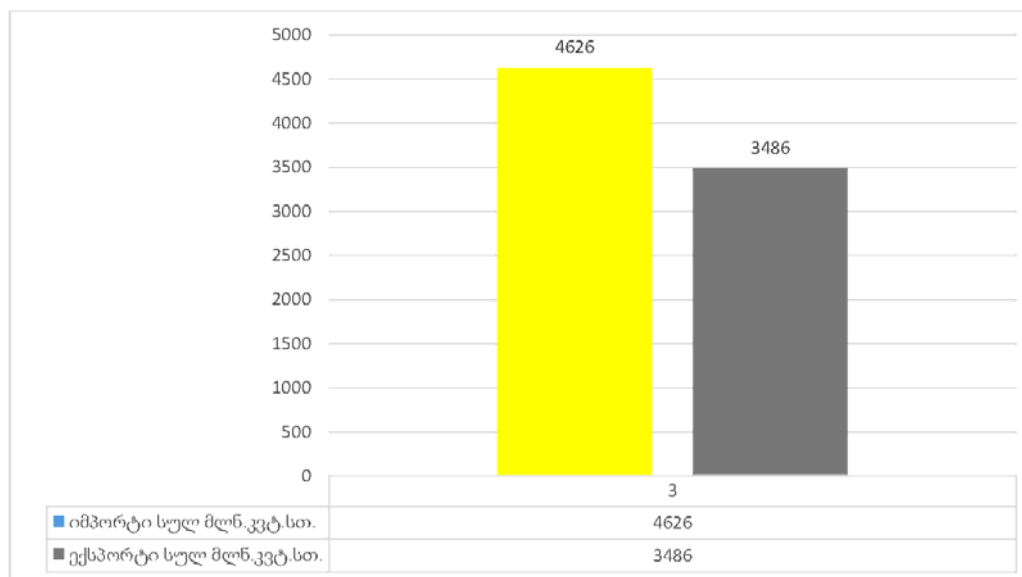
ცხრილი 7

საქართველოში ელექტროენერჯის იმპორტის, ადგილობრივად წარმოებული ელექტროენერჯით ჩანაცვლების ეფექტიანობის ზოგადი მაჩვენებლები

დასახელება	2015წ.	2016წ.	2017წ.
იმპორტი სულ (მლნ.კვტ.სთ.)	699,1	478,9	1497,2
იმპორტის ფასი (მლნ.დოლ.)	43,8	21,6	66,6
იმპორტის ჩასანაცვლებლად საჭირო რეზერვი (მლნ.კვტ.სთ.)	681,9	478,9	1300,6
იმპორტის ჩასანაცვლებლად საჭირო რეზერვის ფასი (მლნ.დოლ.)	23,0	16,8	53,1



სურ. 5. საქართველოში ელექტროენერჯის იმპორტის ადგილობრივი წარმოებით ჩანაცვლების სქემა (2015-2017წწ.)



სურ. 6. საქართველოში ელექტროენერჯის იმპორტის ადგილობრივი წარმოებით ჩანაცვლების ეფექტიანობის მაჩვენებლები (2015-2017წწ.)

მოყვანილი ცხრილიდან და გრაფიკებიდან ცალსახად შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა იმის შესახებ, რომ ელექტროენერჯის იმპორტის ადგილობრივი წარმოებით ჩანაცვლება ეფექტიანია, როგორც ეკონომიკურად ისე ტექნიკურად.

მე-6 ცხრილში მოცემულია იმპორტირებული და იმპორტის ჩასანაცვლებლად საჭირო ელექტროენერჯის საშუალო შეწონილი ტარიფების შედარებითი ანალიზი (2015-2017წწ.).

იმპორტირებული და იმპორტის ჩასანაცვლებლად საჭირო ელექტროენერჯიის საშუალო შეწონილი ტარიფების შედარებითი ანალიზი (2015-2017წწ.)

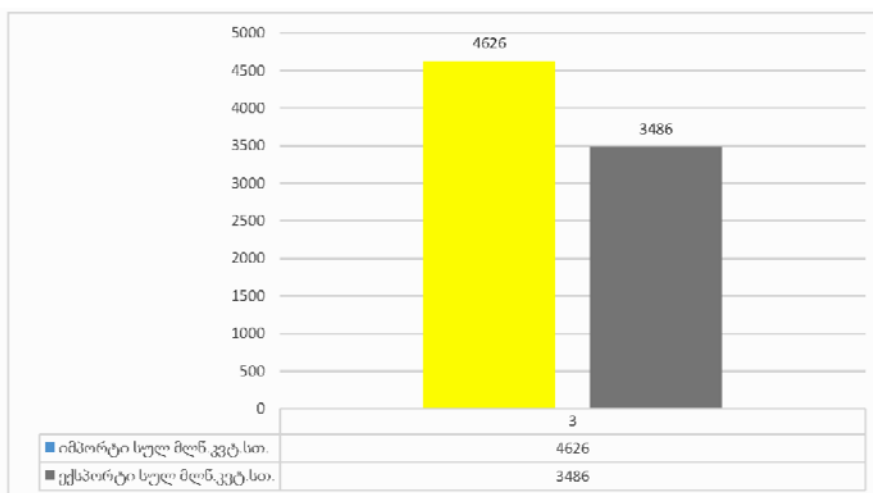
წელი	იანვ	თებერ	მარტ	აპრ	მაისი	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემ	დეკ
ვალუტის კურსი 2015წ	1,9469	2,0912	2,1938	2,2611	2,322	2,2608	2,2608	2,3243	2,4019	2,393	2,4019	2,3989
იმპორტ. საშ. ტარ. 2015წ. ცენტი	6,42	6,55	6,72	7,37	6,15	6,17	6,06	6,36	6	5,88	5,81	5,82
იმპორტ. შეწ.ტარ. 2015წ ცენტი	6,26	6,26	6,26	6,26	6,26	6,26	6,26	6,26	6,26	6,26	6,26	6,26
თბოსად. მიერ დამატებით გამოძუმ. ელ.ენერჯიის საშ.შეწ. ტარ. 2015წ. ცენტი	3,37	3,37	3,37	3,37	3,37	3,37	3,37	3,37	3,37	3,37	3,37	3,37
ვალუტის კურსი 2016წ	2,4384	2,4829	2,3717	2,2651	2,1861	2,1989	2,3363	2,3163	2,3125	2,3619	2,4773	2,6547
იმპორტ. საშ. ტარ. 2016წ. ცენტი	5,97	4,48	2,84	5,2	5,98	6,18	2,33	5,2	4,9	5,2	5,5	5,2
იმპორტ. შეწ.ტარ. 2016წ ცენტი	4,91	4,91	4,91	4,91	4,91	4,91	4,91	4,91	4,91	4,91	4,91	4,91
თბოსად. მიერ დამატებით გამოძუმ. ელ.ენერჯიის საშ.შეწ. ტარ. 2016წ. ცენტი	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51
ვალუტის კურსი 2017წ	2,7026	2,6373	2,4661	2,4156	2,4276	2,4115	2,3996	2,3976	2,4686	2,5063	2,6748	2,6084
იმპორტ. საშ. ტარ. 2017წ. ცენტი	4,97	3,46	3,92	4,59	5,91	0,00	6,80	4,93	4,84	5,21	4,80	4,80
იმპორტ. შეწ.ტარ. 2017წ ცენტი	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52
თბოსად. მიერ დამატებით გამოძუმ. ელ.ენერჯიის საშ.შეწ. ტარ. 2017წ. ცენტი	4,08	4,08	4,08	4,08	4,08	4,08	4,08	4,08	4,08	4,08	4,08	4,08

საქართველოში მთლიანობაში ელექტროენერჯიის იმპორტის ეფექტიანობის შესაფასებლად, ჩატარებულია 2012-2017წლებში ამ პროცესის გან-

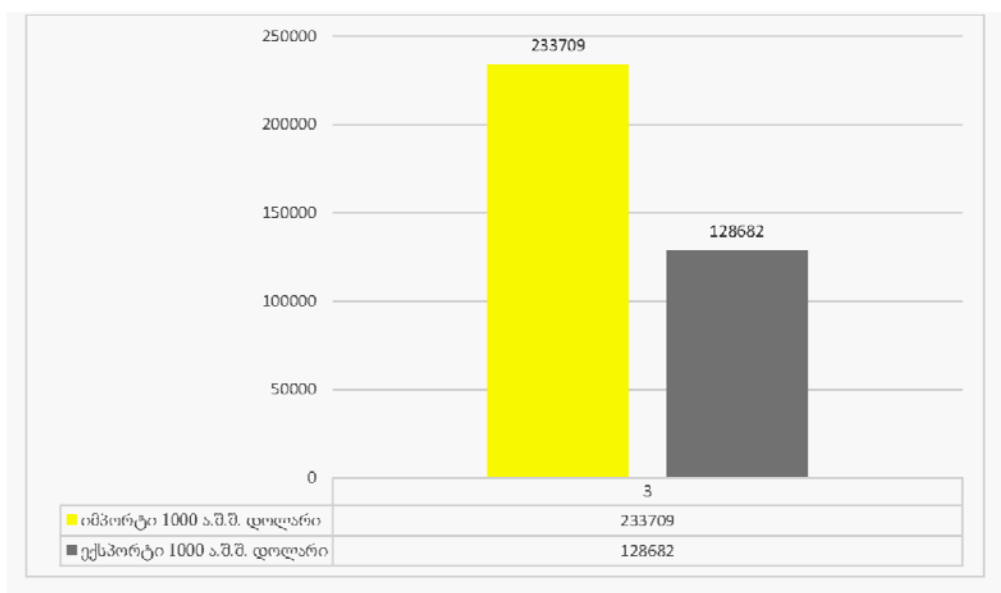
ხორციელების შედარებითი ეკონომიკური ანალიზი. ანალიზის შედეგები მოცემულია მე-8 ცხრილში და მე-7, მე-8 სურათებზე.

საქართველოში ელექტროენერჯის ექსპორტ-იმპორტის შედარებითი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები 2012-2017 წწ

იმპორტის ფასი (1000 აშშ. დოლარი)													
წელი/თვე	იანვარი	თებერვალ	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	ჯამი
2012	4548	4542	13350	1617	16	49	37	13	1432	3362	2995	690	32650
2013	7649	4698	3755	0	0	34	0	54	71	1023	5436	7579	30300
2014	7642	5591	2236	2257	0	49	540	4839	5857	7070	8826	6099	51007
2015	10658	4139	5086	3105	57	99	81	2452	2725	3412	4850	7156	43819
2016	5557	5422	3791	1284	164	58	124	544	1185	876	700	174	19879
2017	8894	8647	12223	6729	95	0	78	3596	6435	8181	529	646	56053
იმპორტი სულ მლნ. კვტ.სთ.													233709
წელი/თვე	იანვარი	თებერვალ	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	ჯამი
2012	80	74	218	26	0	1	1	0	22	51	48	94	615
2013	127	75	62	0	0	0	0	1	1	16	85	118	484
2014	126	86	34	34	0	1	6	74	88	104	139	158	852
2015	166	63	76	42	1	2	1	39	45	58	83	123	699
2016	93	121	133	25	3	1	5	10	24	17	13	33	479
2017	179	250	311	147	2	0	1	73	133	157	110	135	1497
იმპორტის ტარიფი (აშშ/კვტ.სთ)													4626
წელი/თვე	იანვარი	თებერვალ	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	საშუალო
2012	0,057	0,061	0,061	0,062	0,062	0,058	0,060	0,060	0,065	0,066	0,063	0,007	0,057
2013	0,060	0,063	0,061	0,000	0,066	0,071	0,000	0,072	0,081	0,066	0,064	0,064	0,056
2014	0,061	0,065	0,065	0,066	0,000	0,075	0,086	0,065	0,066	0,068	0,063	0,039	0,060
2015	0,064	0,066	0,067	0,074	0,061	0,062	0,061	0,064	0,060	0,059	0,058	0,058	0,063
2016	0,060	0,045	0,028	0,052	0,060	0,062	0,023	0,052	0,049	0,052	0,055	0,052	0,049
2017	0,050	0,035	0,039	0,046	0,059	0,000	0,068	0,049	0,048	0,052	0,048	0,048	0,045
ექსპორტის ფასი (1000 აშშ. დოლარი)													
წელი/თვე	იანვარი	თებერვალ	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	ჯამი
2012	0	0	0	408	4446	6812	5648	975	336	0	40	1	18665
2013	0	0	0	3552	4638	2209	0	0	799	2844	0	0	14043
2014	0	0	0	0	6059	5536	13112	1291	0	1337	2110	0	29445
2015	0	0	1240	1551	5305	7338	6273	1095	1206	1099	955	0	26063
2016	1	0	0	0	6289	8232	6479	1307	6	10	0	0	22324
2017	75	1	2	7	6759	2467	7389	1432	4	8	0	0	18143
ექსპორტი სულ მლნ. კვტ.სთ.													128682
წელი/თვე	იანვარი	თებერვალ	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	ჯამი
2012	0	0	0	12	126	221	139	26	4	0	1	0	528
2013	0	0	0	114	146	75	0	0	26	89	0	0	450
2014	0	0	0	0	162	119	198	19	0	20	27	59	604
2015	0	0	28	43	144	185	166	24	25	25	20	0	660
2016	0	0	0	0	190	212	130	27	0	0	0	0	559
2017	1	0	0	0	200	230	222	32	0	0	0	0	685
ექსპორტის ტარიფი (აშშ/კვტ.სთ)													3486
წელი/თვე	იანვარი	თებერვალ	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	ჯამი
2012	0,000	0,000	0,000	0,034	0,035	0,031	0,041	0,038	0,075	0,000	0,076	0,077	0,407
2013	0,000	0,000	0,000	0,031	0,032	0,029	0,000	0,000	0,031	0,032	0,040	0,027	0,221
2014	0,000	0,000	0,065	0,000	0,037	0,047	0,066	0,068	0,000	0,066	0,077	0,000	0,426
2015	0,041	0,000	0,044	0,036	0,037	0,040	0,038	0,046	0,049	0,043	0,048	0,000	0,421
2016	0,045	0,000	0,000	0,041	0,033	0,039	0,050	0,048	0,060	0,062	0,042	0,000	0,420
2017	0,075	0,060	0,067	0,060	0,034	0,011	0,033	0,045	0,063	0,075	0,000	0,000	0,523



სურ. 7. ელექტროენერჯის იმპორტ-ექსპორტის მოცულობა 2012-2017წწ. (მლნ.კვტ.სთ.)



სურ. 8. ელექტროენერჯის იმპორტ-ექსპორტზე გადახდილი თანხები 2012-2017წწ. (1000 აშშ დოლარი)

მე-9 ცხრილში ასახული მონაცემებით დასტურდება, რომ 2012-2017 წლებში საქართველოში ელექტროენერჯის იმპორტის რაოდენობამ ჯამურად შეადგინა 4626 მლნ.კვტ.სთ. და გადახდილი იქნა 233,7 მლნ.დოლარი ანუ 1 კვტ.სთ. იმპორტირებული ელექტროენერჯის ღირებულებამ შეადგინა 5,05 ცენტი, ხოლო იგივე პერიოდში ელექტროენერჯის ექსპორტის რაოდენობა იყო 3486 მლნ.კვტ.სთ., საიდანაც ქვეყანამ მიიღო 128,7 მლნ.დოლარი და 1 კვტ.სთ. ექსპორტირებული ელექტროენერჯის ფასმა შეადგინა 3,7 ცენტი,

რაც მეტკველებს იმაზე რომ, იმპორტირებული ელექტროენერჯის ფასი გაცილებით აღემატება ექსპორტირებული ელექტროენერჯის ფასს, ეს კი იწვევს დიდი ოდენობის უცხოური ვალუტის ქვეყნიდან გადინებას. ყოველივე აღნიშნული უარყოფითად მოქმედებს ქვეყნის ეკონომიკაზე.

დასკვნა

1. რეგრესული ანალიზის, მრავალფაქტორიანი მოდელის და ხელოვნური ნეირონული ქსელების გამოყენებით, შესრულებულია საქართველოში

ელექტროენერჯის წარმოება-მოხმარების საშუალოვადიანი პროგნოზირება. ანალიზმა აჩვენა, რომ ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდის ტემპი აჭარბებს მისი წარმოების ზრდის ტემპს, შესაბამისად საშუალოვადიან პერიოდში აუცილებელია ელექტროენერჯის იმპორტი.

2. ავტორგერესული მეთოდით განხორციელებულია ელექტროენერჯის იმპორტის საშუალოვადიანი პროგნოზი. 2018-2022წწ. გენერაციის ახალი ობიექტების ექსპლუატაციაში შესვლის შედეგად ელექტროენერჯის წარმოების ზრდის გათვალისწინებით, ექსპერტული ანალიზის საფუძველზე დაზუსტებულია იმპორტზე მოთხოვნის პარამეტრები.

3. პრობლემის შესწავლისადმი კომპლექსური მიდგომით, ელექტროენერჯის წარმოებაში გენერაციის არსებული სიმძლავრეების შესაძლებლობების მაქსიმალური გამოყენების ხარჯზე იმპორტის ჩანაცვლების ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტიანობის შედარებითი ანალიზის საფუძველზე განხორციელებულია საქართველოში ელექტროენერჯის იმპორტის ეფექტიანობის პროგნოზული შეფასება. მეცნიერული კვლევის შედეგად დადას-

ტურებულია, რომ ადგილზე ელექტროენერჯის წარმოებაში თბოსადგურების სიმძლავრეების მაქსიმალურად გამოყენება შესაძლებელს გახდის ელექტროენერჯის იმპორტის მინიმუმამდე დაყვანას და არსებითი ეკონომიკური ეფექტის მიღებას.

4. საქართველოში 2012-2017 წწ. ელექტროენერჯის ექსპორტ-იმპორტის ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტიანობის შედარებითი ანალიზით დადგინდა, რომ 1კვტ.სთ. იმპორტირებული ელექტროენერჯის საშუალო შეწონილი ღირებულება 26,7%-ით სჭარბობს ექსპორტირებული ელექტროენერჯის საშუალო შეწონილ ღირებულებას. ელექტროენერჯით ვაჭრობაში უარყოფითმა საღდომ თითქმის 30% შეადგინა.

5. საქართველოში ელექტროენერჯის იმპორტის პროგნოზული მაჩვენებლების დასაზუსტებლად ჩატარებული კვლევით დადგინდა, რომ 2018-2022 წლებში ელექტროენერჯის გენერაციის მშენებარე ობიექტების დადგენილ ვადებში ექსპლუატაციაში შესვლის შემთხვევაში 2019-2020 წლებში საქართველო შეიძლება გახდეს ელექტროენერჯის ექსპორტიორი ქვეყანა.

ლიტერატურა

1. URL: <http://esco.ge/ka/energobalansi> (in Georgian).
2. Japaridze D., Magradze T. Medium-term forecast of electricity generation in Georgia. Scientific-analytical journal "Saqartvelos ekonomika". №7-8. 2008. (in Georgian).
3. Japaridze D., Giorgishvili N. Medium-term forecast and planning of electricity balance in Georgia. (in Georgian).
4. Rimer M. I., Kasatov A. D., Matienko M. M. Economic assessment of investment. Piter Publ., St. Petersburg. 2007. (in Russian).
5. URL: <http://www.lari.ge/index.php?do=currency/chart&code=USD> (in Georgian).
6. URL: <http://www.geostat.ge/> (in Georgian).
7. URL: <http://www.energy.gov.ge/> (in Georgian).

UDC 382.5+621.31
SCOPUS CODE 2102

FORECAST ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF ELECTRICITY IMPORTS IN GEORGIA

D. Japaridze Department of Electric Power and Electromechanics, Georgian Technical University, 75 M. Kostava str., 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: d.japaridze@gtu.ge

K. Ungiadze Department of Electric Power and Electromechanics, Georgian Technical University, 75 M. Kostava str., 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: kakhber.ungiadze@mail.ru

Reviewers:

T. Museliani, Professor, Department of Electric Power and Electromechanics, Faculty of Power Engineering and Telecommunication, GTU

E-mail: museliani@yahoo.com

G. Kiknavelidze, Professor, Department of Electric Power and Electromechanics, Faculty of Power Engineering and Telecommunication, GTU

E-mail: zurab.kiknavelidze@gmail.com

ABSTRACT. Medium-term forecast of electricity production-consumption in Georgia has been performed by using the modern mathematical methods of forecasting, regressive analysis, multifactor model and artificial neural networks. It is established that in the medium term, 2018- 2022, consumption of electricity in the country significantly exceeds the production. Based on autoregressive method was carried out medium-term forecast to specify the volume of electricity imports. Considering increase in electricity generation in Georgia in 2018-2022 and according to the expert analysis, predicted volumes of demand for import are specified. The efficiency of electricity imports is estimated on the basis of comparative technical and economic analysis of relevant indicators for 2011-2017, carried out import and its replacement with electricity generated by thermal power plants. Conducted scientific research proved that the increase of electricity production at thermal power plants makes it possible to significantly reduce imports obtaining essential economic effect.

KEY WORDS: Autoregressive method; electricity imports; medium-term forecast; neural networks; regressive analysis.

UDC 382.5+621.31
SCOPUS CODE 2102

ПРОГНОЗНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИМПОРТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ГРУЗИЮ

Джапаридзе Д.А. Департамент электроэнергетики и электромеханики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: d.japaridze@gtu.ge

Унгиадзе К.М. Департамент электроэнергетики и электромеханики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: kakhaber.ungiadze@mail.ru

Рецензенты:

Т. Муселиани, профессор Департамента электроэнергетики и электромеханики факультета энергетики и телекоммуникации ГТУ

E-mail: museliani@yahoo.com

Г. Кикнавелидзе, профессор Департамента электроэнергетики и электромеханики факультета энергетики и телекоммуникации ГТУ

E-mail: zurab.kiknavelidze@gmail.com

АННОТАЦИЯ. Применением современных математических методов, регрессионным анализом, многофакторной моделью и искусственными нейронными сетями выполнено среднесрочное прогнозирование производства и потребления электроэнергии в Грузии. Установлено, что в среднесрочной перспективе 2018-2022 гг. потребление электроэнергии в стране превышает производство. Для уточнения объема импорта электроэнергии авторегрессионным методом был проведён его среднесрочный прогноз. Учитывая увеличение производства электроэнергии в Грузии в 2018-2022 гг. и согласно экспертному анализу, уточнены прогностические объемы спроса на импорт. Эффективность импорта электроэнергии оценена на основе научного сравнительного анализа технико-экономических показателей 2011-2017гг., осуществлённого импорта и его замещения выработанной электроэнергией тепловыми электростанциями. Научными исследованиями доказано, что с увеличением выработки электроэнергии на тепловых электростанциях возможно резкое сокращение импорта и получение существенного экономического эффекта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: авторегрессионный метод; импорт электроэнергии; нейронные сети; регрессионный анализ; среднесрочный прогноз.

განხილვის თარიღი 25.01.2018

შემოსვლის თარიღი 18.04.2018

ხელმოწერის დასაბუჯად 05.06.2018

UDC 626/627

SCOPUS CODE 2201

ნაკადის კავიტაციური და აბრაზიული ზემოქმედება საშუალოდაწნევიანი ფრენისის ჰიდროტურბინის გამდინარე ნაწილის ელემენტებზე

- ი. ლომიძე ჰიდროენერგეტიკისა და მაგისტრალური სამილსადენო სისტემების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: i_lomidze@hotmail.com
- გ. ხელიძე ჰიდროენერგეტიკისა და მაგისტრალური სამილსადენო სისტემების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: giakhelidze@yahoo.com

რეცენზენტები:

- თ. ჯიშკარიანი, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის თბოენერგეტიკისა და ენერგოეფექტურობის დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: tengish@yahoo.com
- გ. გიგინეიშვილი, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის თბოენერგეტიკისა და ენერგოეფექტურობის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: gogiging@yahoo.com

ანოტაცია. ჰიდროტურბინის გამდინარე ნაწილის ელემენტების ცვეთა წარმოდგენილია როგორც გარსშემომდენი ნაკადის კავიტაციური და აბრაზიული ფაქტორების ერთობლივი ზემოქმედების შედეგი. მაგალითის სახით განხილულია ალაზანიჰესი I-ის საშუალოდაწნევიანი (H=35,0 მ) ჰორიზონტალური ფრენისის ჰიდროტურბინა, სადაც ადგილი ჰქონდა მუშა თვლის ფერსოს ლაბირინთული შემჭიდროების, ფრთების შესასვლელი ნაწიბურების და ჰიდროტურბინის უკანა ხუფის შემჭიდროების, მიღტუნას და კორპუსის დაზიანებას. დაზიანებული ზედაპირების და დაზიანების ხასიათის შესწავლის შედეგად დად-

გენილ იქნა, რომ მოცემულ შემთხვევაში აბრაზიული ეროზია არის სკავიტაციის მაპროვოცირებელი ფაქტორის. აბრაზიული ცვეთის საწინააღმდეგო პრაქტიკული ღონისძიების სახით რეკომენდებულია დაპროექტების წინასწარ სტადიაზე ჰიდროტურბინის მკვებავ წყალში არსებული მინერალების სისაღის განსაზღვრა და მისი აუცილებელი გათვალისწინება ჰიდროტურბინის გამდინარე ნაწილის ელემენტების ზედაპირების დაპროექტებისას.

საკვანძო სიტყვები: აბრაზიული ცვეთა; კავიტაცია; ჰიდროტურბინის გამდინარე ნაწილი.

შესავალი

განვითარებული კავიტაციური მოვლენების არსებობა ჰიდროტურბინის გამდინარე ნაწილის ელემენტებში იწვევს მისი დეტალების კავიტაციურ რღვევას. კავიტაციური რღვევის ინტენსიურობა დამოკიდებულია კავიტაციის სახეობის, მისი განვითარების ხარისხის და ჰიდროტურბინის კავიტაციურ რეჟიმში მუშაობის ხანგრძლივობისაგან [1]. ჰიდროტურბინის მკვებავ წყალში შეწონილი ნაწილაკების არსებობა განაპირობებს მუშა ორგანოების აბრაზიულ ცვეთას [2], [3], რომლის ინტენსიურობას განსაზღვრავს ნაკადში შეწონილი ნაწილაკების კონცენტრაცია, მისი გრანულომეტრიული და მინერალოგიური შედგენილობა, ნაწილაკების ფორმა, ნაწილაკების შემცველი ნაკადის ჰიდროტურბინის მუშა ორგანოებზე ზემოქმედების ხანგრძლივობა და მასალის სახეობა, რომლისგანაც დამზადებულია ჰიდროტურბინის გამდინარე ნაწილის ელემენტები. ნაკადის ერთობლივი კავიტაციური და აბრაზიული ზემოქმედების ნეგატიური ტექნიკურ-ეკონომიკური შედეგები გამოიხატება ჰიდროტურბინის მ.კ. კოეფიციენტის და სიმძლავრის შემცირებით, აგრეთვე ცვეთის შედეგების აღმოფხვრისათვის რემონტთან დაკავშირებული მნიშვნელოვანი შრომითი, მატერიალური და დროის დანახარჯებით.

ფრენისის ჰიდროტურბინებისთვის კავიტაციის სამი ტიპია დამახასიათებელი [1]: პროფილური, ხერხელიანი და ადგილობრივი. პროფილური კავიტაციის ზემოქმედებით ძირითადად მუშა თვლის ფრთების ზურგის (არამუშა) მხარე ზიანდება, უმეტეს შემთხვევაში ეროზიის ზონა მუშა თვლის ქვედა ფერსოს სიახლოვეს არის განლაგებული. ხერხელიანი კავიტაცია აღიძვრება მუშა თვლის ქვედა ფერსოს და მიმმართველი აპარატის ქვედა რგოლს შორის ღრეჩოში [4]. რღვევას ექვემდებარება ქვედა აფერსოს ზედა ტორსი და მის საპირისპიროდ მდებარე მიმმართველი აპარატის ქვედა

რგოლის სიბრტყე. ადგილობრივ კავიტაციას ადგილი აქვს მუშა თვლის მორგეში განმტვირთავი ხერხების ზონაში.

ძირითადი ნაწილი

ჩვენი ინტერესია ნაკადის კავიტაციური და აბრაზიული ზემოქმედების ურთიერთგავლენის შესწავლა კონკრეტული საშუალოდაწნევიანი ჰიდროტურბინის მაგალითზე, რომლის სახით განვიხილავთ ალაზანი 1 ჰესის ფრენისის ჰიდროტურბინას.

ალაზანიძესი 1-ის საანგარიშო დაწნევაა 35,0 მ, წყლის ხარჯი - 20 მ³/წმ, დადგმული სიმძლავრე - 6064,0 კვტ. ჰესის შენობაში დამონტაჟებულია ორი HL820-WJ-115 მარკის ფრენისის ტიპის ჰორიზონტალურიღვიანი ჰიდროტურბინა, თითოეული შემდეგი საპროექტო პარამეტრებით: საანგარიშო დაწნევა 35,0 მ, წყლის ხარჯი 10,0 მ³/წმ, სიმძლავრე 3159 კვტ, სინქრონული ბრუნთა რიცხვი 428,6 ბრ/წთ, მუშა თვლის დიამეტრი 1150,0 მმ. ჰესი ექსპლუატაციაშია 2011 წლის ნოემბრიდან.

საგაზაფხულო წყალდიდობისათვის მზადების ფარგლებში მოეწყო ჰიდროტურბინის უძრავი და მოძრავი შემჭიდროებების და მათ შორის საპარო ღრეჩოების, წინა და უკანა ხუფების უუხანგავი ფოლადის მოპირკეთების რევიზია. ჰიდროტურბინაზე საცეცი ინსტრუმენტით ჩატარებული ნატურული გაზომვების შედეგად გამოვლინდა შემჭიდროებების შორის ღრეჩოების სიდიდის გაზრდილი მნიშვნელობები.

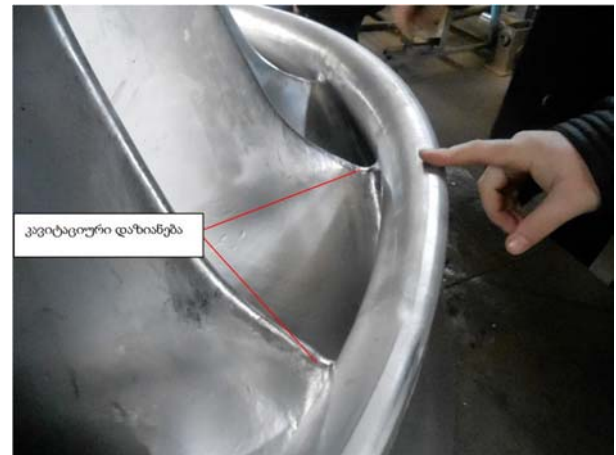
მუშა თვლის შესწავლამ აჩვენა, რომ: დაზიანებულია მუშა თვლის ფერსოს ლაბირინთული (სავარცხლისებური) შემჭიდროება (სურ. 1), ფრთების შესასვლელ ნაწიბურებზე აღინიშნება კავიტაციური დაზიანება (სურ. 2). დაზიანებული აღმოჩნდა ჰიდროტურბინის უკანა ხუფის შემჭიდროება (1), მილტუნა (2) და კორპუსი (3) (სურ 3).



სურ. 1

მუშა თვლის ფერსოს ლაბორინთული შემჭიდროების და ტურბინის უკანა ხუფის ხერცელური შემჭიდროების დაზიანების სიღრმემ შესაბამისად შეადგინა: 4,0 მმ და 6,0 მმ.

ჰიდროტურბინის გამდინარე ტრაქტის დეტალების დაზიანების ხასიათის მიხედვით შეიძლება ითქვას, რომ სახეზეა ხერცელური კავიტაცია, რომელიც წარმოიქმნება გამდინარე ტრაქტის დეტალებს შორის ღრეჩოებში წნევათა სხვაობის არსებობისას. ზემოთ მითითებული იყო, რომ ფრენისის ჰიდროტურბინაში ხერცელური კავიტაცია აღიძვრება მუშა თვლის ფერსოს და მიმმართველი აპარატის ქვედა რგოლს შორის ღრეჩოში, ამასთან დაზიანებას ექვემდებარება ფერსოს ზედა ტორსი (იხ. სურ. 2) და მის საპირისპიროდ მდებარე მიმმართველი აპარატის ქვედა რგოლის სიბრტყე (იხ. სურ. 3). ეს უკანასკნელი პორიზონტალურ ფრენისის ჰიდროტურბინებში ჰიდროტურბინის უკანა ხუფის სახით არის წარმოდგენილი. ხერცელური კავიტაციის წარმოშობა ქვიშის მაღალი შემცველობის მქონე წყალზე მომუშავე ჰიდროტურბინებში დაკავშირებულია ლაბორინთული შემჭიდროებების ცვეთასთან, რაც განსაკუთრებით თვალსაჩინოა ჰიდროტურბინის დაწვევის გაზრდისას. მაგალითად, ბაქსანის ჰესის ფრენისის ჰიდროტურბინის (საანგარიშო დაწვევა 90,0მ) მუშა თვალზე ეროზიის სიღრმემ შეადგინა 6 მმ [1].



სურ. 2

მუშა თვლის გარსშემომდენ ნაკადში მყარი ნაწილაკების მაღალმა კონცენტრაციამ ხელი შეუწყო მუშა თვლის გარსშემოდენილი ზედაპირების აბრაზიულ ცვეთას, რაც გამოიხატა ფრთების სიგლუვის დაკარგვაში და ამ ზედაპირზე გრიგალების წარმოქმნაში, რომლებიც ინტენსიური კავიტაციის წყაროა. მეორე მხრივ, მყარი ნაწილაკების მაღალი კონცენტრაციის და მუშა თვლის ფერსოზე და მის საპირისპიროდ მოწყობილი ლაბორინთული შემჭიდროებების აბრაზიული ეროზიის შედეგად მუშა თვლის ფერსოს და უკანა ხუფს შორის ღრეჩოში განვითარდა ხერცელური კავიტაცია, რამაც გამოიწვია ღრეჩოს სიღრმის გაზრდა და შესაბამისად გაზრდილ ღრეჩოში მუშა თვლის გვერდის ავლით გაზრდილი წყლის ხარჯის ნაწილის გადინება.



სურ. 3

ყოველივე სსენებულის გამო შემცირდა ჰიდროტურბინის მოცულობითი მ.ქ. კოეფიციენტის და შესაბამისად ჰიდროტურბინის სრული მ.ქ. კოეფიციენტის სიმძლავრე. როგორც ვხედავთ, მოცემულ შემთხვევაში ნაკადის აბრაზიული ზემოქმედება აღმოჩნდა კავიტაციის განვითარების მაპროვოცირებელი ფაქტორი, რაც მნიშვნელოვანია თუ მხედველობაში მივიღებთ იმას, რომ საქართველოში ჰესების უმრავლესობა მდებარეობს ან მათი მოწყობა მოიაზრება მდინარეთა სამთო უბნებზე, სადაც ნაკადი მყარი ნაწილაკების მაღალი კონცენტრაციით გამოირჩევა. მითითებული ჰესები უმთავრესად დერივაციული ტიპისაა – მაღალდაწნევიანი, რაც თავის მხრივ კიდევ უფრო ზრდის აბრაზიული ფაქტორის როლს. აღნიშნული დასტურდება ჩვენ მიერ შესრულებული რაჭა ჰესის ჰიდროტურბინის ცვეთის მიზეზების ანალიზით [5], საიდანაც ჩანს, რომ ჰიდროაბრაზიული ცვეთის თვალსაზრისით სახიფათოა კვარცის ნაწილაკები, რომელთა აბრაზიული ზემოქმედებისაგან დაცვა უნდა განხორციელდეს ჰიდროტურბინის გამდინარე ნაწილის დეტალების ზედაპირების ცვეთამდეგი მასალებისაგან დამზადების გზით. ეს ნაწილობრივ განხორციელდა რაჭა ჰესზე, რომლის ჰიდროტურბინის მუშა თვალი დამზადდა თერმულად დამუშავებული, მაღალი სისხლის 06X13Ni4Mo მარკის ფოლადით,

რამაც განაპირობა მისი უმნიშვნელო ცვეთა ტურბინის წინა და უკანა ხუფებთან და მიმართველი აპარატის ნიბებთან შედარებით. აქვე უნდა ითქვას, რომ მიუხედავად ჰესებზე არსებული სადექარებისა, რომლებიც ვერ უზრუნველყოფს 0,25 მმ-ზე ნაკლები ზომის მაღალი სისხლის მქონე კვარცის ნაწილაკების დადექას, და იწვევს გამდინარე ნაწილის ზედაპირების აბრაზიულ ცვეთას. ამ უკანასკნელით გამოწვეული მავნე შედეგების შესუსტება შესაძლებელია პროექტირების საწყის სტადიაზე მდინარის მყარ ნატანში შემავალი მინერალების სისხლის განსაზღვრით და ჰიდროტურბინების გამდინარე ნაწილის ზედაპირების დაპროექტებით შესაბამისი სისხლის ფოლადით.

დასკვნა

მუშა თვლის გარსშემომდენ ნაკადში მყარი ნაწილაკების მაღალმა კონცენტრაციამ ხელი შეუწყო მუშა თვლის ფრთების ზედაპირების აბრაზიულ ცვეთას, მათი სიგლუვის დაქვეითებას, რაც გამოიხატა მათზე გრივალთწარმოქმნაში, რომლებიც ინტენსიური კავიტაციის წყაროა;

მყარი ნაწილაკების მაღალი კონცენტრაციის და მუშა თვლის ფერსოზე და მის საპირისპიროდ მოწყობილი ლაბირინთული შემჭიდროებების აბრაზიული ეროზიის შედეგად განვითარდა ხერხეული კავიტაცია მუშა თვლის ფერსოს და უკანა ხუფს შორის ღრეხოში;

ჰიდროაბრაზიული ცვეთის თვალსაზრისით სახიფათოა კვარცის ნაწილაკები, რომლებიც ხასიათდება მაღალი სისხლით;

ჰესებზე არსებული სადექარები ვერ უზრუნველყოფს 0,25 მმ-ზე ნაკლები ზომის მყარი ნაწილაკების დადექას;

ალაზანი 1 ჰესის საშუალო დაწნევიანი ფრენისის ჰორიზონტალური ჰიდროტურბინის გამდინარე ნაწილის ზედაპირების დაზიანება ნაკადის

აბრაზიული ზემოქმედებით პროეცირებული კა- ბინის გამდინარე ნაწილის დეტალების ზედაპირ-
ვიტაციის შედეგია; ბის ცვეთამედები მასალებისაგან დამზადების
მყარი ნაწილაკების აბრაზიული ზემოქმედები- გზით.
საგან დაცვა უნდა განხორციელდეს ჰიდროტურ-

ლიტერატურა

1. Pylaev N.I., Edel Yu.U. Cavitation in hydroturbines. "Mashinostroenie ". L., 1974, 256 p. (in Russian).
2. Mironov K. A., Oleksenko Yu. Yu. Justification of type selection of high-head hydroturbine at its design. Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machinery and hydrounits. Kharkiv. № 41 (1213). 2016, 79-83 pp. (in Russian).
3. Nanda V. K. Parameters effecting abrasion and remedial measures. Proceedings of I international conference "Siltng problems in hydro power plants". New Delhi. 1999, V-43-V-52 pp. (in English).
4. Vasilyev Yu.S., Shchavelev D. S. Hydropower and auxiliary equipment of hydroelectric stations. Reference guide. Vol. 1. "Energoatomizdat". Moscow. 1988, 400 p. (in Russian).

UDC 626/627

SCOPUS CODE 2201

CAVITATION AND ABRASING EFFECT OF A FLOW ON FLOW RANGE ELEMENTS OF THE MEDIUM-PRESSURE FRANCIS TURBINE

I. Lomidze Department of Hydroelectricity and Main Pipeline, 75 M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: i_lomidze@hotmail.com

G. Khelidze Department of Hydroelectricity and Main Pipeline, 75 M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: giakhelidze@yahoo.com

Reviewers:

T. Jishkariani, Professor, Department of Thermal Energy and Energy Efficiency, Faculty of Power Engineering and Telecommunication, GTU
E-mail: tengish@yahoo.com

G. Gigineishvili, Associate Professor, Department of Thermal Energy and Energy Efficiency, Faculty of Power Engineering and Telecommunication, GTU
E-mail: gogiging@yahoo.com

ABSTRACT. The erosion of flow range elements of hydroturbine is considered as a result of combined effect of cavitation and abrasion factors. Horizontal medium-pressure Francis turbine at Alazani-1 HPP was considered as an example with damaged labyrinth seal of the rim of the runner, entrance edge of blade, seal, flange and housing of back cover of turbine. Examination of damaged surfaces and its characteristics showed that, in this case, abrasive erosion is an initiating factor of cavitation. For the prevention of abrasive wear at preliminary stage of design it's

recommended to determine silt hardness in hydroturbine passing water and to take it into account when designing of wet surfaces of turbines.

KEY WORDS: Abrasive erosion; cavitation; flow range of hydroturbine.

UDC 626/627

SCOPUS CODE 2201

КАВИТАЦИОННОЕ И АБРАЗИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОТОКА НА ЭЛЕМЕНТЫ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕНАПОРНОЙ ГИДРОТУРБИНЫ ФРЕНСИСА

- ლომიძე ი.ბ.** Департамент гидроэнергетики и магистральных трубопроводных систем, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: i_lomidze@hotmail.com
- Хелидзе Г.К.** Департамент гидроэнергетики и магистральных трубопроводных систем, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: giakhelidze@yahoo.com

Рецензенты:

- Т. Джишкариани**, профессор Департамента теплоэнергетики и энергоэффективности факультета энергетики и телекоммуникации ГТУ
E-mail: tengish@yahoo.com
- Г. Гигинеишвили**, ассоциированный професоор Департамента теплоэнергетики и энергоэффективности факультета энергетики и телекоммуникации ГТУ
E-mail: gogiging@yahoo.com

АННОТАЦИЯ. Износ элементов проточной части гидротурбины представлен, как результат совместного действия кавитационного и абразивного факторов. В качестве примера рассмотрена средненапорная (H=35,0 м) горизонтальная гидротурбина Френсиса – Алазани ГЭС-1, на которой были повреждены лабиринтные уплотнения нижнего обода рабочего колеса, входных кромок лопастей, а также уплотнения, флянец и корпус задней крышки гидротурбины. В результате изучения повреждённых поверхностей и характера повреждений было установлено, что в данном случае абразивная эрозия является провоцирующим фактором кавитации. В качестве практического превентивного мероприятия против абразивного износа на предварительной стадии проектирования рекомендовано определение твёрдости минералов, содержащихся в воде, питающей гидротурбину, и её обязательный учёт при проектировании поверхностей элементов проточной части гидротурбины.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: абразивная эрозия; кавитация; проточная часть гидротурбин.

ვახიშვილის თარიღი 27.02.2018

შემოსვლის თარიღი 07.03.2018

ხელმოწერილია დასაბუჯდად 05.06.2018

UDC 628.339

SCOPUS CODE 2201

ჩამდინარე წყლებში კონსოლიდირებული ნაწილაკების დალექვის კანონზომიერებები

ი. ინაშვილი წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგებისა და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ

E-mail: i.inashvili@gtu.ge, irmainashvili@yahoo.com

ი. დენისოვა წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგებისა და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ

E-mail: i.denisova@gtu.ge

რეცენზენტები:

გ. სოსელია, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის, წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგებისა და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: g.soselia@gtu.ge

ი. ყრუაშვილი, სტუ-ის აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის, აგრარული დეპარტამენტის პროფესორი.

E-mail: iraklikruashvili@yahoo.com

ანოტაცია. სტატიაში განხილულია დისპერსიული სისტემის ისეთი უმნიშვნელოვანესი მახასიათებლები, როგორცაა შეწონილი ნაწილაკების მოცულობითი, მასური და რაოდენობრივი კონცენტრაციები და მათ შორის დამოკიდებულება. აღწერილია ჩამდინარე წყლების ნაწილაკების ერთობლიობის (ღრუბლის) სედიმენტაციის რეჟიმები. მონოდისპერსიული სისტემის ელემენტარული ნაწილაკების დიამეტრის გათვალისწინებით, აგებული და გაანალიზებულია ღრუბლის ნაწილაკებს შორის მანძილისა და მოცულობითი კონცენტრაციის დამოკიდებულების გრაფიკი. ფოროვანი და შეუღწევადი ღრუბლების წინაღობის ძალების გათანაბრების პირობიდან გამომდინარე, მიღებულია ნაწილაკების ზღვრული კონცენტრაციის ამსახველი განტოლება. გან-

ხილულია კერძო შემთხვევა, რომლის დროსაც შეწონილ ნაწილაკთა გარსშემოდენა ხდება ლამინარულად და მიღებულია ზღვრული კონცენტრაციის განმსაზღვრელი განტოლება სტოქსის რეჟიმისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ზღვრული კონცენტრაცია; მოცულობითი კონცენტრაცია; ნაწილაკების ღრუბელი; წინააღმდეგობის ძალა.

შესავალი

ჩამდინარე წყლების სედიმენტაციის კვლევისას, ცალკეული ნაწილაკების მოძრაობის კანონების დადგენასთან ერთად მნიშვნელოვანი ამოცანა არის კონსოლიდირებული ნაწილაკების

დრუბლის სედიმენტაციის კვლევა, რომლის და-
ლექვის დინამიკა, გარკვეულ პირობებში, განსხ-
ვავდება ცალკეული ნაწილაკების მოძრაობის კა-
ნონებისგან.

დისპერსიული სისტემის ერთ-ერთი უმნიშვნე-
ლოვანესი მახასიათებელია შეწონილი ნაწილა-
კების კონცენტრაცია. მონოდისპერსიულ სისტე-
მებში განასხვავებენ ნაწილაკების მოცულობით
 C_V , მასურ C_m და რაოდენობრივ C_n კონცენტრა-
ციებს:

- C_V არის ნაწილაკების ჯამური მოცულობა
სისტემის მოცულობის ერთეულში:

$$C_V = \frac{\sum V_{\bar{d}}}{V_{bob}}$$

სადაც $V_{\bar{d}}$ არის ნაწილაკის მოცულობა, $V_{\bar{d}} = \frac{\pi d_{\bar{d}}^3}{6}$,
 $d_{\bar{d}}$ – ნაწილაკის დიამეტრი; V_{bob} – სისტემის
მოცულობა;

- C_m – ნაწილაკების ჯამური მასა სისტემის
მოცულობის ერთეულში:

$$C_m = \frac{\sum m_{\bar{d}}}{V_{bob}}$$

სადაც $m_{\bar{d}}$ არის ნაწილაკის მასა;

- C_n – ნაწილაკების რაოდენობა სისტემის
მოცულობის ერთეულში:

$$C_n = \frac{n}{V_{bob}}$$

სადაც n არის დისპერსიული ფაზის ნაწილა-
კების რაოდენობა.

მოცულობით, მასურ და რაოდენობრივ კონ-
ცენტრაციებს შორის არსებობს შემდეგი დამო-
კიდებულება:

$$C_V = \frac{C_m}{\rho_{\bar{d}}} = C_n V_{\bar{d}} = \frac{C_n \pi d_{\bar{d}}^3}{6}, \quad (1)$$

სადაც $\rho_{\bar{d}}$ არის ნაწილაკის სიმკვრივე [1, 2].

ძირითადი ნაწილი

დისპერსიული ფაზის ნაწილაკებს შორის
მანძლის კონცენტრაციაზე დამოკიდებულების
განსაზღვრისთვის განვიხილოთ მონოდისპერ-
სიული სისტემის ყველაზე ალბათური ელემენ-
ტარული მოცულობა, რომელიც არის რვა თანა-

ბრად დაშორებული სფეროსებრი ნაწილაკისგან
შექმნილი კუბის [3]. ნაწილაკების დიამეტრია d
და ცენტრებს შორის მანძილი – l (სურ. 1). ამ
შემთხვევაში მყარი ფაზის მოცულობა, შეადგენს
ერთი ნაწილაკის მოცულობას:

$$V_{\bar{d}} = \frac{\pi d_{\bar{d}}^3}{6}.$$

ელემენტარული მოცულობა, განმარტებიდან
გამომდინარე შეადგენს:

$$V_{bob} = l^3.$$

შესაბამისად, ელემენტარული სისტემის მო-
ცულობითი კონცენტრაცია გამოითვლება დამო-
კიდებულებით:

$$C_V = \frac{\sum V_{\bar{d}}}{V_{bob}} = \frac{\pi d_{\bar{d}}^3}{6} \cdot \frac{1}{l^3}.$$

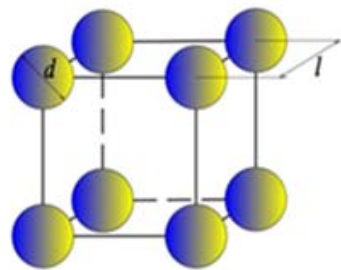
შემოვიღოთ ფარდობითი სიდიდე:

$$k = \frac{l}{d_{\bar{d}}}$$

მაშინ ელემენტარული სისტემის მოცულო-
ბითი კონცენტრაცია იქნება:

$$C_V = \frac{\pi}{6k^3}.$$

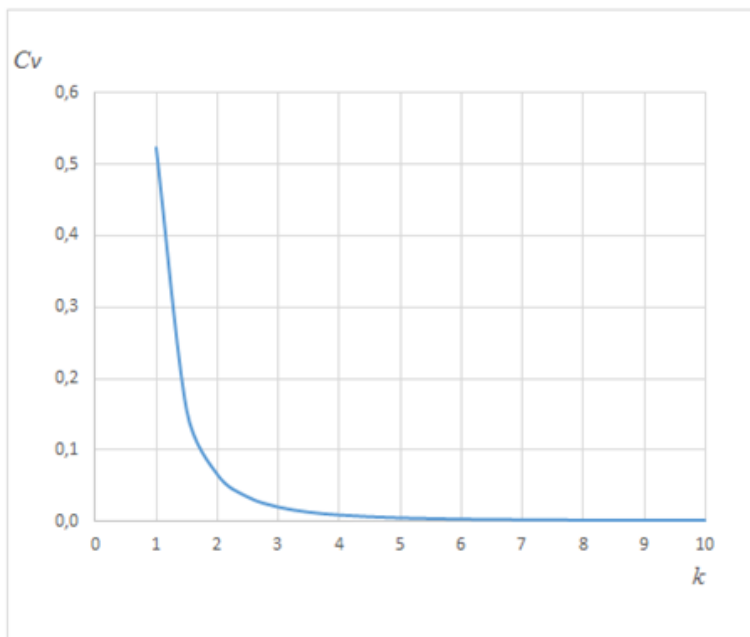
ავაგოთ მოცულობითი კონცენტრაციის, ნაწი-
ლაკებს შორის მანძილზე დამოკიდებულების
გრაფიკი.



სურ. 1. დისპერსიული სისტემის ელემენტარული
მოცულობა ნაწილაკების კუბური განლაგებისას

მნიშვნელობას $k = 1$ შესაბამება მოცულობითი
კონცენტრაცია $C_V = \frac{\pi}{6} \approx 0.52$, რომლის დროსაც
ნაწილაკების ზედაპირები ერთმანეთს ეხება. გრა-
ფიკიდან ჩანს, რომ ნაწილაკებს შორის მანძილის
ზრდასთან ერთად მათი კონცენტრაცია მკვეთ-
რად კლებულობს.

k	C_v
1	0,524
1,5	0,155
2	0,065
2,5	0,034
3	0,019
3,5	0,012
4	0,008
4,5	0,006
5	0,004
5,5	0,003
6	0,002
6,5	0,0019
7	0,0015
7,5	0,0012
8	0,0010
8,5	0,0009
9	0,0007
9,5	0,0006
10	0,0005



სურ. 2. მოცულობითი კონცენტრაციის დამოკიდებულება ნაწილაკებს შორის მანძილზე

ნაწილაკების ღრუბლის გრავიტაციული დალექვისას, როდესაც ღრუბლის ზომა ბევრად აღემატება ცალკეული ნაწილაკის ზომას ($d_{ღრ} \gg d_n$), ადგილი აქვს დალექვის სამ რეჟიმს (სურ. 3): შეუღწევადი, ფოროვანი და ნაწილობრივ შეღწევადი ღრუბლის დალექვის რეჟიმებს:

- პირველ რეჟიმში ნაწილაკებს შორის მანძილი საკმაოდ მცირეა, სასაზღვრო შრის სისქე მეტია ნაწილაკებს შორის მანძილზე. დალექვისას ხდება ამ სისტემაში არსებული მთელი გარემოს დალექვა და ნაწილაკების ჯგუფი მოძრაობს როგორც ერთი მთლიანი სხეული. ღრუბელი შეუღწევადია და დისპერსიული გარემო გარსედინება მთლიან ღრუბელს. მოძრაობის კანონი ექვემდებარება იდენტური მოცულობის მქონე სხეულის მოძრაობის კანონებს;

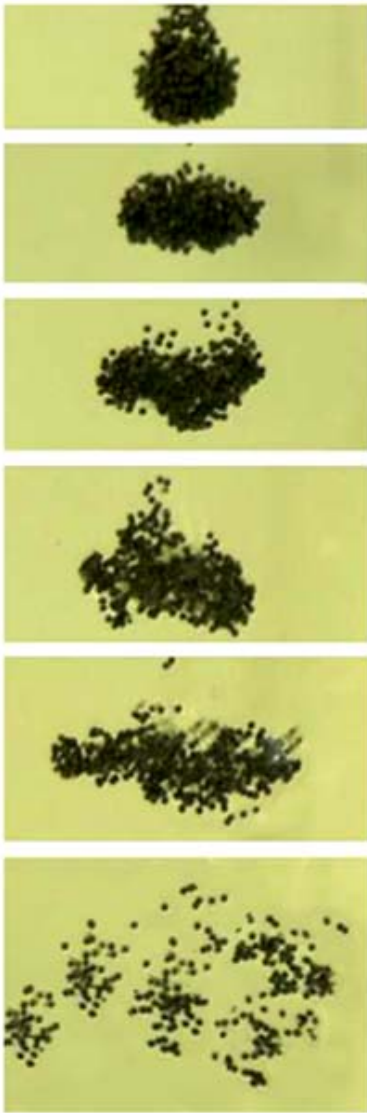
- მეორე რეჟიმში ღრუბელი ფოროვანია. ნაწილაკებს შორის მანძილი დიდია, ამიტომ დასაშვებია მათ შორის არსებული ჰიდროდინამიკური ურთიერთქმედების უგულებელყოფა. ღრუბლის მასათა ცენტრი მოძრაობს ამ ღრუბელში

არსებული ცალკეული ნაწილაკების მოძრაობის სიჩქარით;

- მესამე რეჟიმში ნაწილობრივ შეღწევადია. ამ შემთხვევაში დისპერსიული გარემოს ნაკადი ნაწილობრივ გარსედინება ღრუბელს და ნაწილობრივ აღწევს ნაწილაკებს შორის. ურთიერთქმედება ნაწილაკებს შორის იწვევს ღრუბლის დალექვის სიჩქარის მატებას ან კლებას. ანალიტიკურად ასეთი რეჟიმის აღწერა რთულია, ამიტომ მას ძირითადად იკვლევენ ექსპერიმენტული გზით [4].

ნაწილაკთა ერთობლიობის მოძრაობის შემოაღნიშნული რეჟიმების რეალიზაცია დამოკიდებულია ღრუბელში ნაწილაკების მოცულობით კონცენტრაციაზე, C_v -ზე [5-8].

ნაწილაკების კონცენტრაციიდან გამომდინარე, შესაძლებელია დავადგინოთ, თუ რომელ რეჟიმში ხდება ნაწილაკთა ღრუბლის დალექვა. ამისთვის ჩავატაროთ ღრუბლის ნაწილაკების მოცულობითი კონცენტრაციის ზღვრული მნიშვნელობის ანალიზი.



სურ. 3. ნაწილაკების ღრუბლის დაღეჭვის დინამიკა

პირველ რეჟიმში, ნაწილაკების მაღალი კონცენტრაციის შემთხვევაში, როდესაც ღრუბელი შეუღწევადია და მოძრაობს როგორც ერთი მთლიანი სხეული, დიამეტრით $d_{ღრ}$, ნიუტონის ბლანტი ხახუნის წინაღობის კანონის მიხედვით, შეუღწევად ღრუბელზე მოქმედი წინაღობის ძალა ($F_{წინ}^{\theta}$) იქნება:

$$F_{წინ}^{\theta} = c_d^{\theta} \cdot S_{ღრ} \cdot \frac{\rho_b u_{ღრ}^2}{2} = c_d^{\theta} \cdot \frac{\pi d_{ღრ}^2}{4} \cdot \frac{\rho_b u_{ღრ}^2}{2} \quad (2)$$

სადაც c_d^{θ} არის შეუღწევად ღრუბელში ნაწილაკების ღრუბლის წინაღობის კოეფიციენტი; $S_{ღრ}$ –

ნაწილაკების ღრუბლის მიდელის ფართობი (ნაწილაკის პროექცია სიბრტყეზე, რომელიც მოძრაობის მიმართულების პერპენდიკულარულია),

$S = \frac{\pi d_{ღრ}^2}{4}$; $d_{ღრ}$ – ნაწილაკთა ღრუბლის დიამეტრი; ρ_b – სითხის სიმკვრივე; $u_{ღრ}$ – ნაწილაკების ღრუბლის ჰიდრავლიკური სისხო (დაღეჭვის სიჩქარე).

ფოროვან ღრუბელში, ნაწილაკთა მცირე კონცენტრაციის დროს, ღრუბლის ცალკეულ ნაწილაკებზე დიამეტრით $d_{წ}$ მოქმედებს წინაღობის ძალა:

$$F_{წინ}^{\theta} = c_d^{\theta} S_{წ} \frac{\rho_b u_{წ}^2}{2} = c_d^{\theta} \cdot \frac{\pi d_{წ}^2}{4} \cdot \frac{\rho_b u_{წ}^2}{2},$$

სადაც c_d^{θ} არის ფოროვან ღრუბელში ცალკეულ ნაწილაკებზე მოქმედი წინაღობის კოეფიციენტი; $S_{წ}$ – ნაწილაკის მიდელის ფართობი, $S_{წ} = \frac{\pi d_{წ}^2}{4}$; $u_{წ}$ – ნაწილაკის ჰიდრავლიკური სისხო (დაღეჭვის სიჩქარე).

ღრუბელში ნაწილაკების რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$n = C_n V_{ღრ} = C_n \frac{\pi d_{ღრ}^3}{6} \quad (3)$$

სადაც $V_{ღრ}$ არის ნაწილაკების ღრუბლის მოცულობა.

ფორმულიდან (1) გამომდინარეობს:

$$C_n = \frac{C_V}{V_{ღრ}} = C_V \left(\frac{\pi d_{ღრ}^3}{6} \right)^{-1} \quad (4)$$

განტოლება (3)-ში (4)-ის ჩასმით ვღებულობთ, რომ ღრუბელში ნაწილაკების რაოდენობა შეადგენს:

$$n = C_V \left(\frac{d_{ღრ}}{d_{წ}} \right)^3 \quad (5)$$

ფოროვან ღრუბელში ყველა ნაწილაკზე მოქმედებს წინაღობის ჯამური ძალა:

$$\begin{aligned} F_{წინ}^{\theta} &= c_d^{\theta} \cdot \frac{\pi d_{წ}^2}{4} \cdot \frac{\rho_b u_{წ}^2}{2} \cdot n = \\ &= c_d^{\theta} \cdot \frac{\pi d_{წ}^2}{4} \cdot \frac{\rho_b u_{წ}^2}{2} \cdot C_V \left(\frac{d_{ღრ}}{d_{წ}} \right)^3 \end{aligned} \quad (6)$$

ზღვრულ მნიშვნელობად მივიჩნიოთ ღრუბელში ნაწილაკების მოცულობითი კონცენტ-

რაცია C_V^* , რომლის დროსაც ფოროვანი და შეუღწევადი ღრუბლების წინაღობის ძალები ერთნაირია ($F_{წინ}^{\text{ფ}} = F_{წინ}^{\text{დ}}$):

$$c_d^{\text{ფ}} \cdot \frac{\pi d_f^2}{4} \cdot \frac{\rho_{\text{ფ}} u_f^2}{2} \cdot C_V \left(\frac{d_{\text{ფ}}}{d_f} \right)^3 = c_d^{\text{დ}} \cdot \frac{\pi d_{\text{ფ}}^2}{4} \cdot \frac{\rho_{\text{ფ}} u_{\text{ფ}}^2}{2},$$

შესაბამისად:

$$C_V \cdot u_f^2 \cdot c_d^{\text{ფ}} \cdot \frac{d_{\text{ფ}}}{d_f} = c_d^{\text{დ}} \cdot u_{\text{ფ}}^2 \quad (7)$$

განტოლებიდან (7) გამომდინარეობს, რომ ნაწილაკების ღრუბლის დაღეჭვის ფოროვანი და შეუღწევადი რეჟიმების ზღერის არის მოცულობითი კონცენტრაციის (C_V^* -ს) მნიშვნელობა:

$$C_V^* = \frac{c_d^{\text{ფ}}}{c_d^{\text{დ}}} \cdot \frac{d_f}{d_{\text{ფ}}} \cdot \left(\frac{u_{\text{ფ}}}{u_f} \right)^2 \quad (8)$$

ანალოგიურად შეგვიძლია ზღერული კონცენტრაციის დადგენა სტოქსის რეჟიმისთვის, ნაწილაკების ლამინარული გარსშემოდენისას, რომელიც იქნება ზემოაღნიშნული განტოლების კერძო შემთხვევა.

სტოქსის რეჟიმში რეინოლდსის რიცხვი $Re < 1$, წინაღობის კოეფიციენტი $c_d = \frac{24}{Re}$. იმის გათვალისწინებით, რომ რეინოლდსის რიცხვი $Re = \frac{\rho_{\text{ფ}} u d}{\mu}$, წინაღობის კოეფიციენტის სიდიდე შეადგენს:

$$c_d = \frac{24}{Re} = \frac{24\mu}{\rho_{\text{ფ}} u d}, \quad (9)$$

ნიუტონის ბლანტი სახუნის წინაღობის ფორმულისა და მე(9) განტოლების გათვალისწინებით, წინააღმდეგობის ძალა იღებს შემდეგ სახეს:

$$F_{წინსტ.}^{\text{ფ}} = 3\pi\mu u d.$$

ნაწილაკების მაღალი კონცენტრაციის შემთხვევაში, სტოქსის რეჟიმში შეუღწევადი ღრუბელისთვის, წინაღობის ძალა შეადგენს:

$$F_{წინსტ.}^{\text{დ}} = 3\pi\mu_{\text{ფ}} d_{\text{ფ}}. \quad (10)$$

ნაწილაკების მაღალი კონცენტრაციის შემთხვევაში, სტოქსის რეჟიმში შეუღწევადი ღრუბელისთვის, წინაღობის ძალა შეადგენს:

$$F_{წინსტ.}^{\text{ფ}} = n \cdot 3\pi\mu_{\text{ფ}} d_{\text{ფ}} = 3\pi\mu_{\text{ფ}} d_{\text{ფ}} C_V \left(\frac{d_{\text{ფ}}}{d_f} \right)^3. \quad (11)$$

სტოქსის რეჟიმში მოცულობითი კონცენტრაციის ზღერული მნიშვნელობა არის სიდიდე, რომლის დროსაც ფოროვანი და შეუღწევადი ღრუბლების წინაღობის ძალები ერთნაირია $F_{წინ}^{\text{ფ}} = F_{წინ}^{\text{დ}}$:

$$3\pi\mu_{\text{ფ}} d_{\text{ფ}} C_V \left(\frac{d_{\text{ფ}}}{d_f} \right)^3 = 3\pi\mu_{\text{ფ}} d_{\text{ფ}},$$

შესაბამისად:

$$C_V^* = \left(\frac{d_f}{d_{\text{ფ}}} \right)^2 \cdot \frac{u_{\text{ფ}}}{u_f}. \quad (12)$$

დასკვნა

ჩატარებული ანალიზის შედეგად მიღებულ იქნა დამოკიდებულებები (8) და (12), რომლებიც საშუალებას იძლევა დავადგინოთ თუ როგორ ხდება ნაწილაკების ღრუბლის დაღეჭვა. თუ ღრუბელში ნაწილაკების კონცენტრაცია მეტია ზღერული კონცენტრაციის მნიშვნელობაზე ($C_V > C_V^*$), მაშინ ნაწილაკების ღრუბელი მოძრაობს პირველ რეჟიმში, როგორც ერთი მთლიანი ნაწილაკი (შეუღწევადი ღრუბელი), ხოლო როდესაც ნაწილაკების კონცენტრაცია ნაკლებია ზღერული კონცენტრაციის მნიშვნელობაზე ($C_V < C_V^*$), მაშინ ადგილი აქვს დაღეჭვის მეორე რეჟიმს და ღრუბელი ფოროვანია.

ლიტერატურა

1. Metzger B., Nicolas M., Guazzelli E. Falling clouds of particles in viscous fluids. Journal “Fluid mechanics”. № 580. 2007, 283–301 pp. (in English).
2. Zimon A.D., Leshchenko N.F. Colloid chemistry. Agar Publishing. Moscow. 2003, 319 p. (in Russian).

3. Pilov P.I. Gravitational separation of minerals. National Mining University. Dnipropetrovsk. 2003, 123 p. (in Russian).
4. Arkhipov V. A., Usanina A. S. Regimes of sedimentation of a consolidated system of solid spherical particles. Journal "Fluid dynamics". Vol. 52. No. 5. 2017, 666–677 pp. (in English).
5. Abade G. C., Cunha F. R. Computer simulation of particle aggregates during sedimentation. Computer methods in applied mechanics and engineering. №196. 2007, 4597–4612 pp. (in English).
6. Kruashvili I., Inashvili I. Theoretical basis of transportation of suspended solid particles by a non-pressure water flow. Proceedings of the Armenian Agricultural Academy. №5. Yerevan. 2005, 88-93 pp. (in Russian).
7. Kruashvili I., Inashvili I. Mathematical model of defining concentration and turbulent exchange coefficient in suspended streams. Annals of agrarian science. Vol. 3. №1. 2005, 98-102 pp. (in English).
8. Antonnikova A. A., Arkhipov V. A., Usanina A. S., Titov S. S. Methods for the study of the gravitational deposition of a consolidated particle system. Polzunovsky vestnik. №3. 2016, 119-124 pp. (in Russian).

UDC 628.339

SCOPUS CODE 2201

PATTERNS OF SEDIMENTATION OF THE CONSOLIDATED PARTICLES IN THE WASTEWATER

- I. Inashvili** Department of Water Supply, Canalization, Heating and Air Conditioning System and Plumbing Installation, Georgian Technical University, 68b M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: i.inashvili@gtu.ge, irmainashvili@yahoo.com
- I. Denisova** Department of Water Supply, Canalization, Heating and Air Conditioning System and Plumbing Installation, Georgian Technical University, 68b M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: i.denisova@gtu.ge

Reviewers:

G. Soselia, Professor, Department of Water Supply, Canalization, Heating and Air Conditioning System and Plumbing Installation, Faculty of Civil Engineering, GTU

E-mail: g.soselia@gtu.ge

I. Kruashvili, Professor, Department of Agriculture, Faculty of Agricultural Science and Biosystems Engineering, GTU

E-mail: iraklikruashvili@yahoo.com

ABSTRACT. The article deals with such important characteristics of a disperse system as the volume, mass and numerical concentrations of the particles and their ratio. The sedimentation regimes of the consolidated wastewater particle's cloud have been described. Taking into account the diameter of elementary particles of the monodisperse system, a graph of the dependence of the volume concentration on the distance between the particles of the cloud have been constructed and analyzed. The equation of the boundary concentration of particles in the cloud has been obtained under the condition of equality of resistance forces acting on permeable and impermeable clouds. There has been considered a special case, when the flow around particles occurs by the laminar regime and the equation of the particles boundary concentration in the Stokes regime has been obtained.

KEY WORDS: Boundary concentration; cloud of particles; resistant force; volume concentration.

UDC 628.339

SCOPUS CODE 2201

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОСЕДАНИЯ КОНСОЛИДИРОВАННЫХ ЧАСТИЦ В СТОЧНЫХ ВОДАХ

Инашвили И.Д. Департамент инженерного оснащения зданий водоснабжением, водоотведением, теплогазоснабжением, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^б
E-mail: i.inashvili@gtu.ge, irmainashvili@yahoo.com

Денисова И.А. Департамент инженерного оснащения зданий водоснабжением, водоотведением, теплогазоснабжением, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^б
E-mail: i.denisova@gtu.ge

Рецензенты:

Г. Соселия, профессор Департамента инженерного оснащения зданий водоснабжением, водоотведением, теплогазоснабжением строительного факультета ГТУ
E-mail: g.soselia@gtu.ge

И. Круашвили, профессор Департамента аграрных наук факультета аграрных наук и инженеринга биосистем ГТУ
E-mail: iraklikruashvili@yahoo.com

АННОТАЦИЯ. В статье рассматриваются такие важные характеристики дисперсной системы, как объемная, массовая и численная концентрации и их соотношение. Описываются режимы седиментации консолидированного облака частиц сточных вод. С учетом диаметра элементарных частиц монодисперсной системы, построен и проанализирован график зависимости объемной концентрации от расстояния между частицами. При условии равенства сил сопротивления, действующих на проницаемое и непроницаемое облако, получено уравнение граничной концентрации частиц в облаке. Рассмотрен частный случай, при котором обтекание частиц происходит в ламинарном режиме и получено уравнение, определяющее граничную концентрацию частиц в режиме Стокса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: граничная концентрация; объемная концентрация; облако частиц; сила сопротивления.

განხილვის თარიღი 08.02.2018

შემოსვლის თარიღი 27.02.2018

ხელმოწერის დასაბუჯდად 05.06.2018

UDC 371:62-52

SCOPUS CODE 2207

სკოლის მართვის ავტომატიზებული სისტემის კონცეფცია

- გ. ღვინეფაძე მართვის ავტომატიზებული სისტემების (პროგრამული ინჟინერიის) დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: gvinepadzegela@gmail.com
- ბ. გიორგაძე მართვის ავტომატიზებული სისტემების (პროგრამული ინჟინერიის) დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: ngiorgadze52@gmail.com
- ვ. ჭუმბურიძე მართვის ავტომატიზებული სისტემების (პროგრამული ინჟინერიის) დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: chumburidzevxtang2@gmail.com

რეცენზენტები:

- ლ. იმნაიშვილი, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: limn54@gmail.com
- თ. სუხიაშვილი, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: t.suxiashvili@gtu.ge

ანოტაცია. სკოლის მართვის ავტომატიზებული სისტემის კონცეფციის შემუშავებისას, უპირველეს ყოვლისა, მართებულია გამოვიდეთ არსებული სიტუაციიდან: სკოლებისათვის არსებობს არაერთი სისტემა, რომლებიც სარგებლობა განათლების სამინისტროს მიერ არის რეკომენდებული, თუმცა ისინი ვერ მოიცავენ ყველა იმ ასპექტს, რომელთა გათვალისწინებასაც აუცილებლად ვთვლით ასეთი სისტემის კონცეფციის შემუშავებისას, მაგალითად, როგორცაა: სასკოლო ცხოვრებაში მშობელთა ჩართულობა, სკოლის მასშტაბის, გეოგრაფიული მდებარეობის თუ სხვა სახის თავისებურებები, ინტერდისციპლი-

ნური და კრეატიული აზროვნების სწავლების საკითხები და სხვ. აქ საჭიროდ მიგვაჩნია, მივიღოთ კომპრომისული გადაწყვეტილება: სკოლის მართვის ავტომატიზებული სისტემის ერთი ნაწილის გამოყენება (ზემდგომი ორგანოების ხელმძღვანელობით შემუშავებულის) სავალდებულო იყოს ნებისმიერი სკოლისათვის, თუნდაც მათთვის ჯამური ინფორმაციის მიწოდების გაადვილების მიზნიდან გამომდინარე, ხოლო მეორე ნაწილში სკოლებს მიეცეთ თვითგამოხატვის საშუალება. კონკურსის წესით, შემდგომში გამოვლინდეს ის მოსაწონი სიახლეები (მოდულების სახით), რომლებიც სათანადო დახვეწის შემდეგ გადაინაცვლებს სისტემის სტანდარტულ, ყველა

სკოლისათვის სავალდებულოდ გამოსაყენებელ ნაწილში.

საკვანძო სიტყვები: ავტომატიზებული სისტემის კონცეფცია; სკოლების მართვა.

შესავალი

სკოლის მართვის ავტომატიზებულ სისტემაზე მუშაობა უნდა დაიწყოს ამ სისტემის გამართული ფუნქციონირებისათვის აუცილებელი ძირითადი პრინციპების განსაზღვრით.

პირველ რიგში, უნდა გავითვალისწინოთ ის გარემოება, რომ არც ერთი არსებული ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლა არ არის ცალკეული კონკრეტული ობიექტი, რომლისთვისაც საკმაოდ „თავისუფალ გარემოში“ შეიძლება დაპროექტებული და რეალიზებულ იქნეს მისი მართვისათვის განკუთვნილი ავტომატიზებული სისტემა. ბუნებრივია, რომ ასეთი სისტემის კონცეფცია უნდა ეწერებოდეს საერთო ხედვაში და ითვალისწინებდეს იმ რეკომენდაციებს, რომლებიც ზემდგომ ორგანოებში (პარლამენტი, განათლების სამინისტრო, რესურსცენტრები) არის შემუშავებული, ამასთან, კონცეფციის სრულყოფის მიზნით, საჭიროა, მასზე მუდმივად მიმდინარეობდეს მუშაობა, რათა იგი მოცემულ მომენტში, რაც კი შესაძლებელია სრულად, პასუხობდეს შესაბამის მოთხოვნებს.

ცხადია, ნათქვამი სრულებითაც არ ნიშნავს, რომ სკოლისათვის განკუთვნილი მართვის ავტომატიზებული სისტემა უნდა იყოს მხოლოდ ერთი სტანდარტული პროგრამული პროდუქტის „კლონი“, რომელშიც სხვა ასეთი, ვთქვათ, მეზობელი სკოლის მართვის სისტემისაგან განმასხვავებელი იქნება მხოლოდ სკოლის ნომერი, მისამართი, პედკოლექტივის და მოსწავლეთა შესახებ ინდივიდუალური მონაცემები და ა. შ.

მიგვაჩნია, რომ სკოლის მართვის ავტომატიზებულმა სისტემამ ერთდროულად უნდა შეძლოს

როგორც ზემდგომი ორგანოებისათვის მათ მიერ მოთხოვნილი ინფორმაციის სათანადო ფორმების სახით მიწოდება. ასევე, მას უნდა გააჩნდეს თავისი ინდივიდუალობაც, ვგულისხმობთ ადგილზე (ანუ მოცემულ სკოლაში) შემუშავებული ხედვების რეალიზებისათვის განკუთვნილ პროგრამულ ნაწილს, რომელიც შემდგომში შესაძლებელია იმავე განათლების სამინისტრომ სამაგალითო, გასაზიარებელ გამოცდილებად ჩათვალოს ქვეყნის სხვა სკოლებისთვისაც და უშუალო ან უფრო დახვეწილი სახით მის მიერვე შემუშავებული სტანდარტული (აქ შესაძლებელია, ტერმინი გლობალურიც გამოვიყენოთ) მართვის სისტემის მოდულადაც აქციოს.

სკოლის მართვის ავტომატიზებული სისტემის კონცეფციისამგვარი სახით წარმოდგენა-რეალიზებას, ჩვენი აზრით, ექნება კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი დადებითი მხარე.

იგი უზრუნველყოფს სკოლებს შორის ჯანსაღ კონკურენციას, გაზრდის პედაგოგების და მოსწავლეების დაინტერესებას, მოტივაციას, მეტი რამ გააკეთონ აღნიშნული მიმართულებით. გარდა ამისა, საკითხის გადაწყვეტისადმი ასეთი მიდგომა უზრუნველყოფს იმ აუცილებელ უკუკავშირს მმართველ ორგანოებსა და „პერიფერიულ“ ობიექტებს შორის, რომლის გარეშეც შეუძლებელია მთლიანი, მოცემულ შემთხვევაში განათლების, სისტემის ეფექტიანი მართვა.

აქვე აღვნიშნავთ, რომ:

სწორედ უკუკავშირის მექანიზმის არსებობა და მისი მეშვეობით სისტემის ფუნქციონირებაში საჭირო კორექტივების შეტანა შეადგენს კიბერნეტიკის, როგორც მართვის ხელოვნების (κυβερνητική – მართვის ხელოვნება), არსს.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, წარმოდგენილ სტატიაში მისი ავტორები მიზნად არ ვისახავთ, მთლიანად – თავიდან ბოლომდე, საკუთარ თავზე ავიღოთ ქვეყნის ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლებისათვის განკუთვნილი მართვის ავტომა-

ტიზებული სისტემისათვის ყოველი მოდულის, ყოველი დეტალის დამუშავება.

ჩვენი მიზანი გახლავთ, განათლების სამინისტროს მიერ სკოლებისათვის უკვე არსებული და სავალდებულოდ (ან საპილოტე მოდულებად) მიჩნეული მართვის სისტემასთან თანაარსებობის პირობებში მისთვის შევიმუშავოთ ისეთი ნაწილი, რომელიც შევა ასეთი ზოგადი სისტემის კონცეფციაში, ამასთანავე, უშუალოდ „ფორტის წინა ხაზზე“ მყოფი ნებისმიერი სკოლის ხელმძღვანელობას ხელს შეუწყობს, სასწავლო პროცესის უკეთ ორგანიზების მიზნით, ადგილზე გადაწყვეტილებების მიღება-განხორციელებაში.

ძირითადი ნაწილი

სტატიის ავტორები ვთვლით, რომ ყოველი სკოლის მართვისთვის განკუთვნილი ავტომატიზებული სისტემა უნდა შეადგენდეს ქვეყნის (ან დასაწყისში შესაძლოა, დედაქალაქის მასშტაბით მაინც) გათვალისწინებული **ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლების ერთიანი ავტომატიზებული სისტემის** ერთ-ერთ სტრუქტურულ ერთეულს და ამ ქვედა რგოლისათვის შემუშავებული უნდა იქნეს ეფექტიანი ინტერფეისი ცენტრთან ინფორმაციის მიმოცვლისათვის.

საპრობლემო გარემოს ასეთი სახით წარმოდგენას მიყვავართ დასკვნამდე, რომ დასახული მიზნების რეალიზებისათვის გამოვიყენოთ კომპიუტინგის სფეროში არსებული ისეთი თანამედროვე შესაძლებლობები, რომელთაც გვაწვდის მაგალითად, ე. წ. **დრუბლოვანი გამოთვლები** [1, 2].

აქვე, შევნიშნავთ, რომ თანამედროვე კომპიუტინგის ინსტრუმენტები საკმაოდ მარტივად და ეფექტიანად უზრუნველყოფს ისეთი მართვის სისტემების შექმნას, რომელთა გაფართოება, მათში ახალი მოდულების დამატების გზით, უმტკივნეულოდ ხდება. მაგალითად, ასეთი რამ მარტივად რეალიზდება კომპიუტერული სისტემებისათვის ისეთ უმნიშვნელოვანეს უბანზე,

როგორც არის მონაცემთა ბაზები, მათში ახალი ცხრილების და/ან არსებულ ცხრილებში ახალი ველების შეტანით.

მიგვაჩნია, რომ სწორედ ზემოთ აღნიშნული შესაძლებლობების გამოყენებით უნდა მოხდეს დასაპროექტებელი სისტემისთვის კონცეფციის შემუშავება. ცხადია, აქ შესაძლებელია და უნდა გამოვიყენოთ კიდევ სპეციალიზებული, ჩვენ მიერ დასახული მსგავსი ამოცანების გადაწყვეტის გასაადვილებლად შექმნილი და სადღეისოდ ყველაზე ფართოდ გამოყენებადი კომპიუტერული სისტემები, როგორცაა: **UML (Universal Markup Language)** და **BPMN (Business Process Model and Notation (BPMN))**.

მოკლედ აღვწეროთ პირველი მათგანის დანიშნულება, შესაძლებლობები და ვუჩვენოთ, ამ შესაძლებლობების ფართო სპექტრიდან რა ნაწილის გამოყენება მიგვაჩნია რელევანტურად ჩვენი მიზნების განსახორციელებლად:

ისევე, როგორც ნებისმიერი ავტომატიზებული სისტემის დაპროექტებისას, სკოლისათვის განკუთვნილი კომპიუტერული სისტემისათვისაც, უპირველეს ყოვლისა, უნდა განისაზღვროს მოთხოვნები მისი ფუნქციონირებისადმი:

1. აღიწეროს, თუ რისი გაკეთება ევალება სისტემას;
2. ვუჩვენოთ სისტემასა და მასთან კავშირში მყოფ, გარე სამყაროში არსებულ ობიექტებთან ურთიერთობების განზოგადებული არსი (დეტალიზება ხდება შემდგომ ეტაპებზე).

შენიშვნა: სიის მეორე პუნქტში ნახსენები ობიექტები აქ განზოგადებული ცნებაა და მასში იგულისხმება სუბიექტებიც.

სისტემისადმი მოთხოვნები ყალიბდება სისტემური ანალიტიკოსების მიერ ამ სისტემის მომავალ მომხმარებლებთან მჭიდრო ურთიერთობის პროცესში. მიღებული და შეჯერებული ინფორმაცია თავდაპირველად შეიძლება დაფიქსირდეს ჩვეულებრივი ტექსტის სახითაც, შემდგომ ეტაპზე კი მას ეძლევა უფრო ფორ-

მაღიზებული სახე, ხოლო საბოლოოდ (UML-სისტემით სარგებლობის შემთხვევაში) იგი უნდა წარმოადგეს პრეცედენტების დიაგრამის (Use Case_D) სახით (იხ. ქვემოთ).

აღნიშნავთ, რომ პროგრამული პროექტების შექმნის საკითხისადმი მიძღვნილი მრავალი ლიტერატურულიდან განსაკუთრებულ ინტერესს იმსახურებს ცნობილი ამერიკელი მეცნიერის გრადი ბუჩის ნაშრომები [3-5]. არსებობს სხვა წყაროებიც, მათ შორის ქართულ ენაზეც [6]. მათი მიხედვით:

UML (Universal Markup Language) არის მოდელირების უნივერსალური ენა, რომლის გამოყენების არეალი ძალიან ფართოა. მასზე, ფაქტობრივად, ნებისმიერი სისტემის სტრუქტურისა და მასში მიმდინარე პროცესების აღწერა შესაძლებელია, მაგრამ ყველაზე ფართო გამოყენებას UML ენა პოულობს პროგრამული უზრუნველყოფის ნახაზების შექმნისას.

UML-ის კონცეფტუალური მოდელის ასაგებად უნდა ვიცნობდეთ ამ ენაში არსებულ შემდეგ საშუალებებს:

ენის ბლოკებს, ბლოკების დამაკავშირებელ წესებს, ზოგადად ენის მექანიზმებს.

თითოეული მათგანი იერარქიული სტრუქტურისაა, რომელიც სისტემების დაპროექტებისას მოიცავს ქვედა რგოლებს. ცხადია, ერთნაირი სიხშირით არ გამოიყენება. სკოლისათვის დამხმარე საინფორმაციო სისტემის შექმნის ამოცანის გადასაწყვეტად. საკმარისად მიგვაჩნია, გამოვიყენოთ ენის ბლოკების პუნქტში შემავალი შემდეგი სტრუქტურული ერთეულები: **პრეცედენტების (Use Case) და აქტიურობების (Activity) დიაგრამები.**

დასახული ამოცანის მიზნებიდან გამომდინარე, მოგვყავს იმ რეკომენდაციების ჩამონათვალი, რომელთაც ვთავაზობთ საქართველოს ნებისმიერი ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლის ხელმძღვანელობას. ეს რეკომენდაციები შესაძლებელია, გამოვიყენოთ სკოლის მართვის ავტო-

მატიზებული სისტემის იმ ნაწილის ფორმირებისათვის, რომლის მომხმარებლები იქნება არამხოლოდ სკოლის პედაგოგები, არამედ – მოსწავლეები და მათი მშობლებიც. ამრიგად, აღნიშნული ქვესისტემა უკვე არსებული მართვის ავტომატიზებული სისტემისათვის მოგვევლინება მისი მუშაობისათვის ხელშემწყობი საინფორმაციო სისტემის როლში, რის შედეგადაც სკოლის ხელმძღვანელობას, პედაგოგებს, მოსწავლეებს და მშობლებს გაუჩნდებათ არამხოლოდ ერთმანეთს შორის, არამედ – განათლების ხაზით ზემდგომ ორგანოებთან (განათლების სამინისტროსთან, რესურსცენტრებთან) ინფორმაციის მიმოცვლის საშუალება.

ამრიგად, **მართვის სისტემამ თვისებრივად ახალ დონეზე უნდა აიყვანოს სკოლის ცხოვრებისათვის საჭირო, საინტერესო სტატიების, მასალების შესახებ ინფორმაციის მიწოდების ეფექტიანობა“.**

უფრო დეტალურად განვიხილოთ საკითხი, თუ როგორ გვესახება ეს მოსაზრება.

პირველ რიგში უნდა აღნიშნოთ, რომ XXI საუკუნე ინფორმაციის სფეროს ზეობის ხანაა და დღეს, როდესაც სპეციალისტი ინფორმაციის უზარმაზარ მასაში მისთვის და მისი გარემოცვისათვის საინტერესო რაიმე მასალას მოიძიებს, მას, როგორც წესი, უნდა სურვილი, ამის შესახებ აცნობოს თანამოაზრეებსაც. ამას იგი სხვადასხვა გზით აკეთებს, იქნება ეს პირადი საუბარი თუ ტელეფონით ან ბოლო ხანებში ფეისბუქით დაკავშირება.

ჩვენ გაცილებით მეტი ეფექტის მომტანად გვესახება საკითხის ამგვარად გადაწყვეტა (მოცემულ შემთხვევაში სკოლის ავტომატიზებული სისტემისათვის შესამუშავებელი კონცეფციისათვის):

1. სისტემის სერვისის ნებისმიერი რანგის მომხმარებელი (პედაგოგები, მოსწავლეები, მათი მშობლები) ამ სისტემის შესაბამის მოდულში აკეთებს ჩანაწერს შესაბამისი მასალის თაობაზე.

2. ნებისმიერ მომხმარებელს საშუალება ეძლევა, გაეცნოს ამ ინფორმაციას და მოწონების შემთხვევაში დაუწეროს სტატიას თუ შეთავაზებას ე. წ. like ან ქულა რაიმე დიაპაზონში ერთჯერადად.

3. ამგვარი მიდგომებისათვის ჩვენ მიერ შემოთავაზებული სიახლე არის ის, რომ მოწონებული მასალის „წინ წაწევის“ პარალელურად, უნდა მოხდეს მისი შემომთავაზებლის რეიტინგის ზრდაც, შედეგი დაფიქსირდეს და განაპირობოს შემომთავაზებლის, როგორც ექსპერტის წონის ზრდაც.

4. ამასთან, გამართლებულად მიგვაჩნია, შემდგომში (სხვათა შეფასებისას) ამ შემფასებლის წონითი კოეფიციენტის გათვალისწინებაც.

ჩამოვთვალოთ და განვიხილოთ მართვის სისტემის კონცეფციისათვის ჩვენ მიერ შემოთავაზებული სხვა რეკომენდაციებიც:

– რეკომენდებული მასალა (იქნება ეს განათლების სამინისტროდან, რესურსცენტრიდან გადმოგზავნილი თუ საიტის რომელიმე მომხმარებლის მიერ შემოთავაზებულებიდან მოწონებული) კატეგორიების მიხედვით რანჟირებულ იქნეს (ნორმატიული ინფორმაცია, საგნები, საგანთშორისი კავშირები, ფსიქოლოგთა რჩევები და სხვ.) და განთავსდეს სკოლის მართვის სისტემის „გასაცნობად რეკომენდებული მასალებს“ ბაზაში.

– მშობლებს უნდა მიეცეთ საშუალება, არა მხოლოდ სკოლის საიტის მეშვეობით გაეცნონ შვილის მოსწრება-დასწრების შესახებ ინფორმაციას, არამედ, მეტი ოპერატიულობის მიზნით, სკოლის საიტზე მათთვის საჭირო ინფორმაციის დაფიქსირებისთანავე გადაეგზავნოს შესაბამისი შეტყობინება SMS-ით.

ზემოთ მოყვანილი ბოლო რეკომენდაციები სკოლის წინაშე არსებული პრობლემების გადაწყვეტის უფრო ტექნიკურ მხარეს ეხება. სტატიის მომდევნო ნაკვეთში განვიხილავთ საკითხს სკოლაში ინტერდისციპლინური სწავლების თაობაზე.

ინტერდისციპლინური სწავლება

დიდი ხანია, შემჩნეულია, რომ მეცნიერების და ტექნოლოგიების სფეროში თვისებრივად ახალი, ფუნდამენტური სიახლეები გამოვლინდება და უმნიშვნელოვანესი აღმოჩენები კეთდება სწორედ დისციპლინების გადაკვეთის უბნებში. ყოველივე ამის გათვალისწინებით, XX საუკუნეში შეიქმნა ახალი მეცნიერული დარგები:

ფიზიკური ქიმია, ქიმიური ფიზიკა, კვანტური მექანიკა, კვანტური ფიზიკა, მოლეკულური ბიოლოგია და სხვ.

ამასთან ერთად, ხდება ტექნიკური და პუმანიტარული დისციპლინების გადაკვეთა, რომლის მაგალითადაც შეიძლება მოვიყვანოთ შემდეგი დარგი – კომპიუტერული ლინგვისტიკა.

და კიდევ ერთი მაგალითი საქართველოს სინამდვილიდან – ქართველმა მეცნიერმა და პედაგოგმა, პროფესორმა გურამ ჩაჩანიძემ სკოლის მოსწავლეებისთვის დაწერა დამხმარე სახელმძღვანელოები:

„ალგებრა და საქართველოს მატემატიკა“, „პირამიდიდან სვეტიცხოვლამდე“ და „ანბანთქება“, რომელთა გამოყენება შეიძლება მათემატიკისა და ხელოვნების, მშობლიური ენა/ლიტერატურის ინტეგრირებულ გაკვეთილებზე. ეს დამხმარე სახელმძღვანელოები პიონერული ნაშრომებია ინტერდისციპლინარულობის კუთხით, ისინი მზამასალაა ისტორია-მათემატიკის ინტეგრირებული გაკვეთილისათვის და დიდი სამსახურის გაწევა შეუძლიათ შესაბამისი საგნების მასწავლებლებსათვის.

ამასთან ერთად, უნდა აღინიშნოს, რომ მსგავსი სახის დამხმარე სახელმძღვანელოების დაწერა სხვა საგნების გადაკვეთაც მიგვაჩნია შესაძლებლად.

ინტერდისციპლინურ სწავლებაში კრეატიული აზროვნების როლი

წინა პარაგრაფში ყურადღება გამახვილდა განათლების სფეროში, კერძოდ, ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლებში ინტერდისციპლინური სწავლების მნიშვნელობაზე, მის სულ უფრო და უფრო მზარდ როლზე თანამედროვე მოთხოვნებისა.

ნების შესატყვისი დონის სპეციალისტების მომზადების საქმეში.

თავდაპირველად აღვნიშნოთ, რომ ამა თუ იმ კონკრეტული სპეციალობისათვის შედარებით ადვილი არის იმ მეცნიერული დარგის (დარგების) დადგენა, რომელშიც გარკვევა და შესაბამისი მომზადების მქონე სპეციალისტებთან ურთიერთობა სასარგებლო (ხშირად აუცილებელიც კი) იქნება წარმატების მისაღწევად საკუთარ სფეროში.

მაგალითად, თუ ქიმიკოსს საქმე აქვს მძლავრ ენერგეტიკულ დანადგარებში მიმდინარე პროცესებთან, ბუნებრივია, რომ მას ესაჭიროება მეტნაკლებად ერკვეოდეს ენერგეტიკის, კერძოდ, ამ მძლავრი დანადგარების ფუნქციონირების საკითხებშიც. იმ ქიმიკოსისათვის, არ არის აუცილებელი რომლის საქმიანობაც, მაგალითად, იფარგლება, სამკურნალო მცენარეებიდან ან სოფლის მეურნეობის პროდუქტებიდან ექსტრაქტების მიღების მიზნით, ლაბორატორიაში ცდების ჩატარებით.

მაგრამ, არსებობს მეცნიერების ისეთი დარგები, რომლებშიც უკვე შესწავლილ საკითხებთან და შემუშავებულ მეთოდებთან გაცნობა უპირობოდ გამოადგება ნებისმიერი დარგის სპეციალისტს. და აქ მხოლოდ ფილოსოფიას, ფსიქოლოგიას და რიგ სხვა დარგებს (მაგალითად, უცხო ენებს) არ ვგულისხმობთ, რაც დიდი ხანია, დისკუსიების საგანი არ გახლავთ. ამჯერად მხედველობაში გვაქვს მეცნიერებანი, რომელთაც სწორედ ბოლო ხანებში მიაღწიეს განსაკუთრებულ შედეგებს. პირველ რიგში, ასეთებად ვთვლით დისციპლინებს:

„ტექნოლოგიური პროგნოზირებას“ და „კრეატიული აზროვნების საფუძვლებს“.

ღრმად ვართ დარწმუნებული, რომ სწორედ ამ და მსგავსი მიმართულების საგნებთან, მინიმუმ, გაცნობა ნებისმიერ ადამიანს გამოადგება არა მხოლოდ საკუთარი საქმიანობის სფეროში, არამედ ყოველდღიურ ყოფაშიც. ანალოგიით, ხომ ყოველი ადამიანი ბავშვობის ასაკიდანვე სწავ-

ლობს წერა-კითხვას, არითმეტიკას. ვთვლით, რომ დღეს სწორედ ასეთ ფუნქციებს ითავსებენ ზემოთ ჩამოთვლილი დისციპლინები და ცხადია, **კომპიუტინგი**, როგორც ჩვენ ვთვლით **კაცობრიობისათვის „მეორე წიგნიერება“**.

ამრიგად, ფრიად სასურველად მიგვაჩნია, ჩვენი მოსწავლე ახალგაზრდობა სკოლის მერხიდანვე გაეცნოს ზემოთ აღნიშნულ დარგებში მომუშავე სპეციალისტების ჯ. მარტინოს, დე ბონოს, პ. ალტშულერის, პოიას და სხვა მეცნიერთა ნაღვაწს. პარალელურად იკვეთება ასეთი გადაწყვეტილების მიღების კიდევ ერთი დადებითი მხარე – ეს მიდგომა ხელს შეუწყობს მოსწავლეებს, კარგად დაინახონ მათ მიერ შესწავლის პროცესში მყოფ საგანთა შორის, როგორცაა მათემატიკა, ფიზიკა, ქიმია და ა. შ. ურთიერთკავშირი და შესაბამისად, უკეთ შეიცნონ თითოეული მათგანის არსი.

ონლაინ სწავლების როლი და ადგილი სასკოლო ცხოვრებაში

ბოლო ხანებში განსაკუთრებით შესამჩნევია ონლაინ სწავლების ფორმის გააქტიურების მასშტაბები, თუმცა ძირითადად მისი მომხმარებელი ზრდასრული ადამიანებია, რომლებიც უკვე დაკავებული არიან სხვადასხვა საქმიანობით და მათთვის ხშირად ცოდნის შექმნის ეს საშუალება ერთადერთიც კი არის.

მიგვაჩნია, რომ სწავლების ასეთი ფორმის შემოღება (ძირითადად ერთად) მისასაღმებელი იქნება ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლებისთვისაც, შემდეგი მოსაზრებებიდან გამომდინარე:

1. ნებისმიერ კლასში არიან მოსწავლეები, რომელთაც ამა თუ იმ საგნისადმი განსაკუთრებული ღტოლვა, გამორჩეული ნიჭი, შესაძლებლობები გააჩნიათ. ყოველ სკოლაში ვერ ხერხდება მათი გაერთიანება შესაბამისი პროფილის საგნობრივ წრეში და ასეც რომ იყოს, უპრიანია, ამ მოსწავლეებთან (მით უფრო იმ პირობებში, როდესაც ისინი სხვადასხვა კლასებში, მაგალითად, პარალელურში, სწავლობენ) ჩვეულებრივი სასწავლო განრიგისათვის გვერდის ავლით,

მოსერხდეს მათთვის და მასწავლებლებისათვის მოხერხებულ დროში დამატებითი მასალების მიწოდება და დავალებების შესრულების კონტროლი. ყოველივე ეს კი, ფაქტობრივად, მთლიანად თუ ნაწილობრივ მხოლოდ ონლაინ სწავლების შემოდებით იქნება შესაძლებელი.

2. არსებობენ შეზღუდული შესაძლებლობების მქონე ბავშვები, რომლებიც ზოგჯერ საერთოდაც კი ვერ ახერხებენ გაკვეთილებზე დასწრებას. მათთვის არა მარტო წრებრივი სახის მეცადინეობისათვის, არამედ ჩვეულებრივი სწავლებისთვისაც კი აუცილებელია თანამედროვე ინტერნეტიზაციის პირობებში ამ სერვისის მიწოდება. თუმცა ვთვლით, რომ ბოლო ფორმით სწავლება უმჯობესია, ორგანიზებულ იქნეს არა ცალკეული სკოლების მიერ, არამედ – სახელმწიფო დონეზე [7];

3. დღევანდელ საქართველოში არსებული მძიმე სიტუაციიდან გამომდინარე, როდესაც ოკუპირებულია ქვეყნის ტერიტორიის გარკვეული ნაწილი, სადაც მოსწავლეებს ქართულ ენაზე სწავლა არამცთუ ეზღუდებათ, ეკრძალებათ კიდევ. აუცილებლად მიგვაჩნია სწავლების ამ ფორმის შემოდება სახელმწიფოს მიერ, ხოლო ნებისმიერი სკოლის თითოეულ მასწავლებელს წახალისების და ჯანსაღი კონკურენციის პირობებში საშუალება უნდა მიეცეს, მონაწილეობა მიიღოს მასში თუნდაც ერთი ან ორი ონლაინ გაკვეთილის მომზადებით.

4. დასასრულ, მსოფლიოში აღიარებული სპეციალისტები თვლიან, რომ სწავლების აღნიშნული ფორმა ახლო თუ შორეულ მომავალში არამცთუ პრიორიტეტული გახდება, არამედ გაბატონებულ პოზიციებზეც კი მოგვევლინება

[8]. (აქვე, ჩვენი მხრიდან, შევნიშნავთ, რომ ეს მოსახრება ყურადსაღებად, მაგრამ რამდენადმე გადაჭარბებულად მიგვაჩნია).

დასასრულ, საზგასმით აღვნიშნავთ, რომ სწორედ ამ რეკომენდაციების გათვალისწინებასა და რეალიზებას ვთვლით აუცილებლად სკოლის მართვის ავტომატიზებული სისტემისათვის, დასაწყისში დამხმარე საინფორმაციო ქვესისტემის სახით და შემდგომ, სხვადასხვა სკოლაში მიღწეული შედეგების გაანალიზებით და თავის კარგად წარმოჩენის შემთხვევაში, ქვეყნის მასშტაბით, რაც უნდა მოხდეს შესაბამისი ინფორმაციული და პროგრამული უზრუნველყოფის მოდულების სკოლის მართვის ავტომატიზებული სისტემის სავალდებულო, სტანდარტულ ნაწილში ჩართვით.

დასკვნა

ნაშრომში განიხილება საქართველოს ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლებისათვის მართვის ავტომატიზებული სისტემის კონცეფციის შემუშავების საკითხი. ავტორები თვლიან, რომ ეს სისტემა უნდა შედგებოდეს ორი ნაწილისაგან: ერთით, სტანდარტულით სარგებლობა, რომელიც შეიქმნება და პერიოდულად განახლდება უშუალოდ განათლების სამინისტროს ხელმძღვანელობით, სავალდებულო უნდა იყოს ყოველი სკოლისათვის, ხოლო მეორე ნაწილს დაამუშავებს თითოეული სკოლა, დასაწყისში დამხმარე საინფორმაციო ქვესისტემის სახით, რომელსაც საშუალება მიეცემა ქვეყნის მასშტაბით კონკურსში გამარჯვების შემთხვევაში გადაინაცვლოს სკოლის მართვის სისტემის პირველ, სავალდებულო, სტანდარტულ ნაწილში.

ლიტერატურა

1. Gens F. IDC's new IT cloud services forecast: 2009-2013. 2009. (in English).
2. Columbus L. Roundup of cloud computing forecasts and market estimates, 2014. Forbes Tech. 2014. (in English).

3. Booch G. Object-oriented analysis and design with applications. “Addison-Wesley” publishing. 2nd edition. 1994. (in English).
4. Booch G., Rumbaugh J., Jacobson I. The unified modeling language user guide. 2nd edition. 2004. (in English).
5. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Unified_Modeling_Language (in English).
6. Sukhiashvili T. Object-oriented analysis of systems. “Technical University” publishing. 2008. (in Georgian).
7. URL: <http://www.mes.gov.ge/uploads/Licenzireba/kanoni%20zogadi%20ganatlebis%20shesaxeb.pdf> (in Georgian).
8. URL: <http://www.allnews.ge/hi-tech/145241-rogori-igneba-swavala-skolebsa-da-univesitetebSi-100-wlis-Semdeg.html> (in Georgian).

UDC 371:62-52

SCOPUS CODE 2207

THE CONCEPT OF AN AUTOMATED SCHOOL MANAGEMENT SYSTEM

- G. Gvinepadze** Department of Automated Control Systems (Software Engineering), Georgian Technical University, 77 M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: gvinepadzegela@gmail.com
- N. Giorgadze** Department of Automated Control Systems (Software Engineering), Georgian Technical University, 77 M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: ngiorgadze52@gmail.com
- V. Chumburidze** Department of Automated Control Systems (Software Engineering), Georgian Technical University, 77 M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: chumburidzevaxtang2@gmail.com

Reviewers:

- L. Imnaishvili**, Professor, Head of Department of Computer Engineering, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU
E-mail: limn54@gmail.com
- T. Sukhiashvili**, Professor, Department of Computer Engineering, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU
E-mail: t.suxiashvili@gtu.ge

ABSTRACT. When developing an automated school management system, first of all, we should assume actual reality: for schools a number of such systems have already been developed, which are recommended by the Ministry of Education and Science of Georgia. However, they do not cover those aspects of school life that, in our opinion, should be taken into account in this system, for example, the inclusion of parents in school life, the size of the school, its geographical location and a number of other features as well as the issues of creative thinking and management of interdisciplinary education.

We consider some compromise solution – a part of the automated system should be standard and obligatory for all schools and as for another part - let schools proceed with self dependence and after appropriate competition the most interesting innovations could be integrated into the standard part of system.

KEY WORDS: Concept of an automated system; school management.

UDC 371:62-52
SCOPUS CODE 2207

КОНЦЕПЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШКОЛОЙ

- ГВИНЕПАДЗЕ Г.Ш.** Департамент автоматизированных систем управления (программная инженерия), Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 77
E-mail: gvinepadzegela@gmail.com
- ГИОРГАДЗЕ Н.А.** Департамент автоматизированных систем управления (программная инженерия), Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 77
E-mail: ngiorgadze52@gmail.com
- ЧУМБУРИДЗЕ В.В.** Департамент автоматизированных систем управления (программная инженерия), Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 77
E-mail: chumburidzevaxtang2@gmail.com

Рецензенты:

Л. Имнашвили, профессор Департамента компьютерной инженерии факультета информатики и систем управления ГТУ

E-mail: limn54@gmail.com

Т. Сухиашвили, профессор Департамента компьютерной инженерии факультета информатики и систем управления ГТУ

E-mail: t.suxiashvili@gtu.ge

АННОТАЦИЯ. При разработке автоматизированной системы управления школой, в первую очередь, следует исходить из существующей реальности: для школ уже разработан ряд таких систем, пользоваться которыми им предписано Министерством образования. Однако они не охватывают те аспекты школьной жизни, которые, на наш взгляд, должны быть учтены в данной системе, например, включение родителей в школьную жизнь, масштаб школы, ее географическое расположение и ряд других особенностей, вопросы управления интердисциплинарным обучением, а также по предмету креативного мышления. Считаем, что здесь должно быть принято компромиссное решение – одну часть автоматизированной системы следует сделать стандартной и обязательной для пользования во всех школах, в другой части пусть школы проявят самостоятельность, а дальше, после проведения конкурса, самые интересные новшества перекоچуют в стандартную часть системы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: концепция автоматизированной системы, управление школой.

ვანხილვის თარიღი 15.02.2018

შემოსვლის თარიღი 26.03.2018

ხელმოწერილია დასაბუქდად 05.06.2018

UDC 621.8

SCOPUS CODE 2209

პროპანზე მომუშავე აბსორბციული მაცივარი

- თ. მეგრელიძე** კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68°
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com
- თ. ისაკაძე** კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68°
E-mail: tamazisakadze@gmail.com
- გ. გუგულაშვილი** კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68°
E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

რეცენზენტები:

- გ. ბერუაშვილი**, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტის ასისტენტ-პროფესორი
E-mail: g.beruashvili@gtu.ge
- ლ. კობახიძე**, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: Leri-k@hotmail.com

ანოტაცია. თავისი სახელწოდება აბსორბციულმა მანქანებმა მიიღეს მათში მიმდინარე აბსორბციის პროცესისაგან ანუ თხევადი, ან მყარი მშთანქმელის მიერ მაცივარ-აგენტის იმ ორთქლის შთანქმისაგან, რომელიც წარმოიქმნება საორთქლებელში. მაცივარაგენტი არის ამიაკი. ამიაკის ორთქლი შთაინთქმება წყლით, რის შედეგადაც წარმოიქმნება წყალ-ამიაკის ხსნარი.

საყოფაცხოვრებო აბსორბციული მანქანების დანიშნულებაა მალფუჭებადი პროდუქტების ხანმოკლე შენახვა და წყლის ყინულის მიღება. ეს მაცივრები შედარებით მეტ ელექტროენერგიას მოიხმარს კომპრესიულ მაცივრებთან შედარებით. აბსორბციული მაცივრების დამახასიათებელი თავისებურებებია უხმაუროდ მუშაობა, დასაკეტი ვენტილებისა და მოძრავი ნაწილების უქონლობა. ეს კი აღიღებს ამ მაცივრების ხანგამძლეობას.

კომპრესიულ მაცივრებთან შედარებით აბსორბციულ მაცივრებს ახასიათებთ რიგი ნაკლოვანებანი. გამაცხელებელი მუდმივად ან ციკლურად არის ჩართული ელექტროქსელში, ამიტომ აბსორბციული მაცივრის ექსპლუატაცია უფრო ძვირი ჯდება. აბსორბციული მაცივრების სიცივის მწარმოებლობა მნიშვნელოვნად მცირეა კომპრესიულთან შედარებით. გაცივებისა და დაბალი (ნულს ქვემოთ) ტემპერატურის მიღების პროცესი აბსორბციულ მანქანებში მნიშვნელოვნად ნელა მიმდინარეობს, ხოლო მიღწეული ტემპერატურა გაცივებით მაღალია.

ინოვაციურ აბსორბციულ მაცივარ მანქანაში კვების წყაროდ გამოყენებულია საწვავი აირი პროპანი, რაც საშუალებას იძლევა მისი მუშაობის უზრუნველყოფისა ელექტროენერჯის გარეშე. ეს კი ძალზედ ზრდის მის ეკონომიკურ ეფექტურობას.

საკვანძო სიტყვები: აბსორბერი; გენერატორი; დეფლუგმატორი; კონდენსატორი; საორთქლებელი.

შესავალი

ამიაკი (NH₃) უფრო აირია ძალიან მკვეთრი დამახასიათებელი სუნით, რომელიც კარგად იხსნება წყალში. ხსნარს აქვს ტუტე რეაქცია, რაზეც არის დაფუძნებული სამაცივრო აგრეგატიდან ამიაკის გაჟონვის აღმოჩენის უმარტივესი მეთოდი – ადგილი აქვს წყალში დასველებული ლაკმუსის ქაღალდის გაღურჯებას. სამაცივრო აგრეგატის შესავსები წყალ-ამიაკის ხსნარის რაოდენობა შეადგენს 350-750 სმ³. ამიაკის კონცენტრაცია ხსნარში მასის მიხედვით ტოლია 34-36 %.

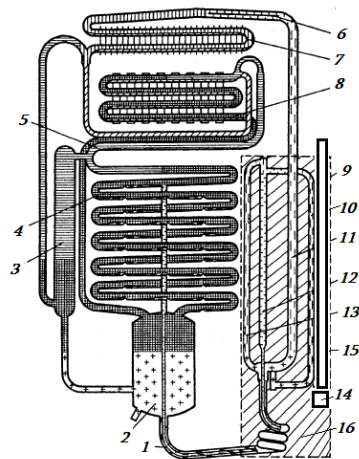
აგრეგატი შევსებული უნდა იყოს წყალ-ამიაკის ხსნარით და წყალბადით 1,47-1,96 მპა წნევის პირობებში. წყალბადი ინერტულია და არ შედის ქიმიურ რეაქციაში ამიაკთან. მისი დანიშნულებაა შექმნას ამიაკის ორთქლის საწინააღმდეგო წნევა. წყალბადი მიეწოდება კონდენსატორში უფრო დაბალი წნევით, ვიდრე ამიაკის ორთქლის წნევაა მის კონდენსაციამდე.

მიღების შიგა ზედაპირების კოროზიისაგან დასაცავად ხსნარში შეჰყავთ ნატრიუმის ქრომატი (Na₂CrO₄) ჩასხმული მაცივარაგენტის დაახლოებით 2 % რაოდენობით. წყალ-ამიაკის ხსნარის მოსამზადებლად ამიაკს ურევვენ ორჯერადი გამოხდის დისტილირებულ წყალში. აბსორბიციული სამაცივრო აგრეგატის მწარმოებლობა შეადგენს 20-30 კკაღ/სთ.

ძირითადი ნაწილი

პროპანზე მომუშავე აბსორბიციულ-დიფუზური მოქმედების პრინციპის მქონე მაცივრის სამაცივრო აგრეგატი (სურ. 1) არის უნაკერო ფოლადის მიღების სისტემა. იგი ჰერმეტიკულადაა ჩაკეტილი, არ გააჩნია მოძრავი ნაწილები და აბსოლუტურად უხმაუროა. სისტემა შევსებულია წყალ-ამია-

კის ხსნარით და წყალბადით. სამაცივრო აგრეგატში ინერტული აირის (წყალბადის) არსებობის გამო სისტემის საერთო წნევა ერთნაირია მის ყველა ნაწილში და შეადგენს დაახლოებით 1,42 მპა. ეს საშუალებას იძლევა განხორციელდეს მიღებს შიგნით საჭირო ცირკულაცია თერმოსიფონის დახმარებით, რომელიც ქვედა ნაწილში ცხელდება პროპანის მცირე სიმძლავრის კამფორით. თერმოსიფონი და კამფორა დაფარულია ლითონის გარსაცმით, რომლის შიგნითაც ჩადებულია თერმოიზოლაცია-მინის ბამბა.



სურ. 1. პროპანზე მომუშავე აბსორბიციული ტიპის მაცივარი-აგრეგატი. 1-თბოგადამცემი, 2-ხსნარის შემგროვებელი, 3-წყალბადის აკუმულატორი, 4-აბსორბერი, 5-აირის რეგენერაციული თბოგადამცემი, 6-დეფლუგმატორი, 7-კონდენსატორი, 8-საორთქლებელი, 9-გენერატორი, 10-თერმოსიფონი, 11-რეგენერატორი, 12-სუსტი ხსნარის მილაკი, 13-ორთქლის გამომყვანი მილი, 14-პროპანის კანფორა, 15-ფოლადის მილი

კონცენტრირებული წყალ-ამიაკის ხსნარი საწყისი კონცენტრაციით 35 % ცხელდება პროპანის კამფორით 14, რომლის თავზეც დამონტაჟებულია ფოლადის მილი, რომელიც მჭიდრო კონტაქტშია თერმოსიფონთან 15. იგი გამოიყენება როგორც ნამწვი აირის გასატარებლად ასევე თერმოსიფონის მთელი ფართობის გასაცხელებლად. თერმოსიფონში 10 ტემპერატურა ადის 165—175⁰C-მდე. დუღილის შედეგად წარმოქმნილი ორთქლსითხიანი ნარევი აიწვევა თერ-

მოსიფონში ზევით, რადგან მისი კუთრი წონა ნაკლები ხდება შემგროვებელში 2 არსებული მდიდარი ხსნარის კუთრ წონაზე. თერმოსიფონიდან გამოსვლის შემდეგ ორთქლსითხის ნარევიდან გამოიყოფა წყალ-ამიაკის ორთქლი, ხოლო გადარიბებული წყალ-ამიაკის თხევადი ხსნარი გადადის აბსორბერის 4 ზედა ნაწილში სუსტი ხსნარის მილით 12 და ხსნარების თბოგადამცემით. წყალ-ამიაკის ორთქლი მილით 13 გადადის რეგენერატორში 11, ხოლო შემდეგ დეფლემატორის 6 გავლით მიემართება კონდენსატორში 7.

კონცენტრირებული ხსნარით გაცივების შედეგად რეგენერატორში 11 მიიღწევა ორთქლის კონცენტრაციის ამაღლება სითბოს დანაკარგების გარეშე. ორთქლის დამატებითი გაცივება გარემომცველი ჰაერით, ორთქლის კონცენტრაციის მაქსიმალური ამაღლების მიზნით ფლეგმის წარმოქმნა და მისგან წყლის მოცილება ხორციელდება დეფლემატორში 6. ამიაკის ორთქლი მიეწოდება კონდენსატორს 7, ხოლო ფლეგმა – რეგენერატორს 11.

აბსორბციული ტიპის სამაცივრო აგრეგატებში დეფლემაციის პროცესი მიმდინარეობს გენერატორიდან გამოსვლისას, როდესაც წყლის ორთქლის შემცველი ამიაკის ორთქლი ცივდება გარემომცველი ჰაერით. ამასთან ფლეგმა (ამიაკის კონცენტრირებული ხსნარი) სცილდება ამიაკის ორთქლს ანუ ორთქლი სუფთავდება წყლის მინარევებისაგან. წყლის ორთქლი ფლეგმასთან ერთად ბრუნდება გენერატორში. დეფლემატორი განლაგებულია ორთქლის გამომყვან მილზე.

კონდენსატორში ამიაკის ორთქლი კონდენსირდება. წარმოქმნილი თხევადი ამიაკი ჩამოიღვრება საორთქლებელში 8, სადაც ხდება თხევადი ამიაკის აორთქლება. აორთქლებას თან სდევს სამაცივრო საკნიდან სითბოს არინება.

საორთქლებელსა და აბსორბერს შორის ცირკულირებს ამიაკთან შერეული წყალბადი,

მაღალი წნევის ქვეშ. საორთქლებელში ამიაკის ორთქლი დიფუზირდება გადარიბებულ ორთქლ-წყალბადის ნარევიში.

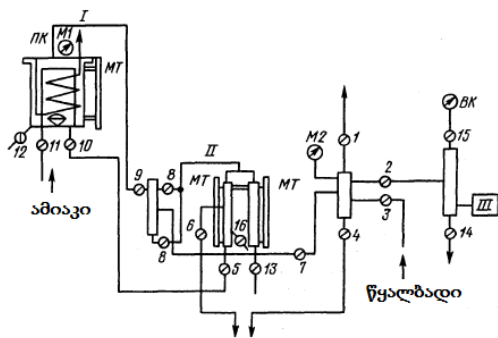
ამიაკის ორთქლით გაჯერებული ორთქლ-წყალბადის ნარევი ჩამოდის ქვევით რეგენერაციული აირის თბოგადამცემის 5 გავლით ხსნარის შემგროვებელში 2. აქვე მოხვდება თხევადი ამიაკის აუორთქლებელი ნაწილი. განაგრძობს რა თავის მოძრაობას აბსორბერში, ამიაკით გაჯერებული ორთქლ-წყალბადის ნარევი აბსორბციის პროცესში გადასცემს საორთქლებელში მიღებულ ამიაკს სუსტ წყალ-ამიაკის ხსნარს, რომელიც მოძრაობს საწინააღმდეგო მიმართულებით (ჩამოიღვრება ზევიდან ქვევით).

ამიაკის დიდი რაოდენობისაგან გაწმენდილი ორთქლ-წყალბადის ნარევი შემცირებული კუთრი წონით აღმოჩნდება გადარიბებული, გამოიდევნება აბსორბერიდან უფრო მძიმე აირის ნარევით (რომელიც მოდის საორთქლებლიდან) და მიეწოდება რეგენერაციულ თბოგადამცემს 5. აქ იგი ცივდება ნაჯერი ორთქლ-წყალბადიანი ნარევით, რომელიც მოდის საორთქლებლიდან. გაცივებული ღარიბი ორთქლ-წყალბადის ნარევი მიეწოდება საორთქლებელს. წყალ-ამიაკის ხსნარი, რომელიც გამდიდრდა ამიაკით აბსორბერში, ჩამოიღვრება ნარევის შემგროვებელში 2, ხოლო შემდეგ ხსნარების თბოგადამცემში 1. აქ იგი შეთბება გენერატორიდან მომავალი სუსტი წყალ-ამიაკის ხსნარით. გამთბარი მდიდარი წყალ-ამიაკის ხსნარი მიეწოდება თერმოსიფონს 10.

პროპანზე მომუშავე აბსორბციული მაცივრის აგრეგატის შევსება წყალ-ამიაკის ხსნარით

ეს ოპერაცია ტარდება შემდეგი თანამიმდევრობით. თავდაპირველად მოწმდება, ჩაკეტილია თუ არა სტენდზე (სურ. 2) ყველა ვენტილი. თუ რომელიმე ვენტილი გახსნილია, უნდა ჩაიკეტოს. უშვებენ სტენდში შეკუმშულ ჰაერს და ამოწმებენ წნევას მანომეტრით (იგი ტოლი უნდა იყოს 490 კპა). ვენტილს ხსნიან წყალბადის შემ-

ყვან მიღგაყვანილობაზე და ამოწმებენ წნევას. იგი უნდა იყოს 49 კპა-თი მეტი დასატენ წნევასთან შედარებით. საჭირო წნევის მიღწევის შემდეგ ხსნიან ვენტილს 3. ადარებენ სტენდისა და რედუქტორზე მყოფი მანომეტრების ჩვენებებს, დაარეგულირებენ წნევას და დაკეტავენ ვენტილს 3. წნევა მოწმდება სტენდის მანომეტრის მიხედვით. რედუქტორზე მყოფი მანომეტრის არის ინდიკატორული ხელსაწყო.



სურ. 2. აბსორბციული მაცივრის აგრეგატის წყალ-ამიაკის ხსნარით შევსების სქემა.

1-სადრენაჟე ვენტილი, 2-გაკუმის ვენტილი, 3-წყალბადის ვენტილი, 4-გაკუმირებისა და წყალბადის მიწოდების ვენტილი, 5,8,10-დოზატორის და შემრევის შემაერთებელი ვენტილები, 6-აგრეგატის შევსების ვენტილი, 7,9-წყალბადის შემრევიში მიმწოდი ვენტილები, 11-ამიაკის მიმწოდი ვენტილი, 12-წყლის მიმწოდი ვენტილი, 13-დოზატორის ატმოსფეროსთან შემაერთებელი ვენტილი, 14-გაკუმ-სისტემის ატმოსფეროსთან შემაერთებელი ვენტილი, 15-გაკუმმეტრის ვენტილი, 16-სინჯის ასაღები ვენტილი.

ჩართავენ პნევმოჩამკეტს და მიუერთებენ აგრეგატს სტენდს. შეამოწმებენ შეერთების ჰერმეტიულობას და შეიყვანენ წყალბადს 490 კპა წნევის ქვეშ, რისთვისაც ჯერ უნდა გაიხსნას ვენტილი 4, შემდეგ ვენტილი 3, მანამ წნევა სტენდის მანომეტრზე არ მიაღწევს 490 კპა-ს. ამის შემდეგ კეტავენ ვენტილს 3. შეერთების არაჰერმეტიულობა მოწმდება გაპარული წყალბადის დამახასიათებელი მოშიშინე ხმით. გაჟონვას თუ აღმოაჩენენ, მაშინ უნდა გაიხსნას ვენტილი 1, შემცირდეს წნევა და ისევ დაიკეტოს ვენტილი 1, რის შემდეგაც უნდა შეიცვალოს გამამკვრივებელი საფენი.

ხსნიან ვაკუუმმეტრის ვენტილს 15, ჩართავენ ვაკუუმ-ტუმბოს. როდესაც დადგება სტაბილური გაიშვიათება, ამოწმებენ მის სიდიდეს ვაკუუმ-მეტრის საშუალებით. იგი უნდა იყოს არა უმცირეს 93 კპა. უფრო მაღალი გაიშვიათების პირობებში მუშაობა დაუშვებელია.

ხსნიან ვენტილს 2 და ახდენენ აგრეგატის ვაკუუმირებას ვაკუუმმეტრის ისრის მოძრაობის შეწყვეტამდე. ამის შემდეგ ჩაკეტავენ ვენტილს 2. გახსნიან ვენტილს 3 და შეავსებენ აგრეგატს წყალბადით 490 კპა წნევამდე. ამის შემდეგ კეტავენ ვენტილს 3. გახსნიან ვენტილს 1, შეამცირებენ წნევას და ისევ დაკეტავენ ვენტილს 1. გახსნიან ვენტილს 2, ჩაატარებენ განმეორებით ვაკუუმირებას და დაკეტავენ ვენტილს 2. გახსნიან ვენტილს 3, შეავსებენ აგრეგატს წყალბადით 490 კპა წნევამდე და დაკეტავენ ვენტილს 3. გახსნიან ვენტილს 1, კვლავ დააგდებენ წნევას და დაკეტავენ ვენტილს 1. გახსნიან ვენტილს 2, მოახდენენ ვაკუუმირებას მესამედ და დაკეტავენ ვენტილს 2. გახსნიან ვენტილს 10, შემდეგ ვენტილს 5 და შეავსებენ დოზატორს ხსნარით. დოზატორის შევსებას თვალყურს ადევნებენ საზომი მილის საშუალებით. როდესაც ხსნარის დონე მიაღწევს დადგენილ ნიშანს, დაკეტავენ ვენტილს 5.

ჩაკეტავენ ვენტილს 4, გახსნიან ვენტილს 6. შეავსებენ აგრეგატს დოზატორიდან. ხსნარის დონე უნდა შემცირდეს დადგენილ ნორმამდე, რის შემდეგაც დაკეტავენ ვენტილს 6.

გახსნიან ვენტილს 4, შემდეგ ვენტილს 3 და შეიყვანენ აგრეგატში ხსნარის მუშა წნევას. ჩაკეტავენ გასაღებით შემავსებელი შტუცერის ჩამკეტ ნემსას, დაკეტავენ ვენტილს 3 და გახსნიან სადრენაჟე ვენტილს 1. გამორთავენ პნევმატურ მომჭერს და მოხსნიან აგრეგატს სტენდიდან. ჩაკეტავენ სადრენაჟე ვენტილს 1.

საანის ქაფით ამოწმებენ შტუცერის ჰერმეტიულობას. თუ ჰერმეტიულობა დარღვეულია, ჩამკეტი ნემსა უფრო მჭიდროდ უნდა მოერგოს და შემოწმება ჩატარდეს განმეორებით.

ამიაკის წყალხსნარის მომზადება

ამიაკის წყალში გახსნის პროცესი მიმდინარეობს ჩართული გამწოვი ვენტილაციის პირობებში (სურ. 2). მუშაობის დაწყების წინ აუცილებელია ხელით შემოწმდეს დამცველი სარქველები წყალბადისა და შემრევის საცავებზე, შემოწმდეს მათი ამუშავების წნევა. ამისათვის უნდა გაფხსნათ ვენტილები 9, 7 და ვენტილის 3 თანდათანობითი გახსნის პირობებში ვაკეირდებით მანომეტრს M1, რათა მის მიერ ნაჩვენები წნევა შემრევაში არ აღემატებოდეს 196 კპა-ს. შევუშვათ წყალბადი შემრეველებში. დამცველი სარქველების გახსნის მომენტის რეგისტრირება ხდება წყალბადის მიწოდებულ მილზე დაყენებული მანომეტრით M2. იგი არ უნდა აღემატებოდეს 147 კპა-ს. ამის შემდეგ ჩაკეტავთ ვენტილს 3.

გავხსნით ვენტილს 15, ჩავრთავთ ვაკუუმტუმბოს და გავხსნით ვენტილს 2. ვენტილი 12 შევუერთოთ რეზინის მილით ჰურჭელს, რომელშიც იმყოფება 30 დმ³ ორჯერ დისტილირებული წყალი ქრომნიკელიანი ნატრიუმის დანამატით და გავხსნათ ვენტილი 12. ჩასხმის დამთავრების შემდეგ უნდა დაიკეტოს ვენტილები 2,7,9 და 12. გამოერთოთ ვაკუუმტუმბო. მივაწოდოთ გამაცივებელი წყალი შემრევაში. ამ მიწოდების შემოწმება ხდება ჩამოდვრილი წყლის ნაკადის მიხედვით.

ფრთხილად, არა უმეტეს ნახევარი ბრუნისა, გავალოთ ამიაკის მიწოვი ვენტილი 11. შემრევის ძლიერი ვიბრაციის შემთხვევაში შევამციროთ ამიაკის მიწოდება ვენტილის 11 დაკეტვით. შე-

რევის პროცესი მიმდინარეობს მანამ, სანამ ხსნარის დონე არ მიაღწევს საჭირო ნიშნულს საზომ მინაზე. გახსნის პროცესის დამთავრების შემდეგ ხსნარი უნდა დავაყოფოთ 2-3 სთ-ის განმავლობაში შემრევის ინტენსიური გაცივების პირობებში. სინჯის აღება ანალიზისათვის ხდება ვენტილის 12 დახმარებით ხსნარის 20°C და ნაკლები ტემპერატურის პირობებში.

ხსნარი მზალაა აგრეგატის შესავსებად მხოლოდ ლაბორატორიის მიერ იმის დადასტურების შემთხვევაში, რომ ხსნარის კონცენტრაცია შეესაბამება ტექნიკურ მოთხოვნებს. ხსნარის კონცენტრაცია უნდა შეადგენდეს 385 გ ამიაკს 1 კგ ქრომნიკელიანი ნატრიუმის ხსნარზე, მშრალ ნივთიერებებზე გადაანგარიშებით.

დასკვნა

პროპანზე მომუშავე ინოვაციური აბსორბციული მაცივარი კლასიკური ტიპის აბსორბციულ მაცივართან შედარებით გამოირჩევა დიდი ეკონომიკურობით, იგი არ საჭიროებს ელექტროენერჯის წყაროს და საათში მოიხმარე მხოლოდ 10 გრამ პროპანს. ასეთი ტიპის აბსორბციული მაცივრები შეიძლება გამოვიყენოთ ავტომანქანებში, სადაც საწვავად იყენებენ ბუნებრივ აირს.

გარდა ამისა მას შეუძლია იმუშაოს სხვა ნახშირწყალბადებზეც: მეთანი, იზობუთანი და სხვა.

ამრიგად წარმოდგენილ ინოვაციური აბსორბციულ მაცივარს შეგვიძლია ვუწოდოთ მომავლის ერთ-ერთი ტიპის მაცივარი.

ლიტერატურა

1. Megrelidze T., Japaridze Z., Suladze S., Gugulashvili G., Goletiani G., Tepnadze A., Kvirikashvili G., Omiadze Z. Refrigerator machines (Piston compressors). "Teqnikuri Universiteti". Tbilisi. 2009, 52-53 pp. (in Georgian).
2. Megrelidze T., Sadagashvili E., Beruashvili G., Gugulashvili G. Study of the optimal working regimes of refrigerator machines with difficult cycle. "Teqnikuri Universiteti". #2 (480). Tbilisi. 2011, 91-96 pp. (in Georgian).

3. Meyer. Training manual refrigeration-AC, ICCT. 2004. (in English).
 4. System trouble shooting measuring instruments. Danfoss A/S (RC-SM/MWA), 09-2002. (in Russian).
 5. Honeywell refrigerants. Honeywell International Inc. 2006. (in English).
-

UDC 621.8

SCOPUS CODE 2209

PROPANE-OPERATED ABSORPTION REFRIGERATOR

- T. Megrelidze** Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com
- T. Isakadze** Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: tamazisakadze@gmail.com
- G. Gugulashvili** Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

Reviewers:

G. Beruashvili, Assistant Professor, Department of Food Industry, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: g.beruashvili@gtu.ge

L. Kobakhidze, Associate Professor, Department of Food Industry, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: Leri-k@hotmail.com

ABSTRACT. The name of the absorption refrigerator has been derived from the current absorption process, that is liquid or solid conductivity from the absorption of the refrigerant that is formed in the evaporator.

Refrigerant is water. Ammonia vapor is absorbed by water, resulting in the formation of a water-ammonia solution.

Household absorption refrigerators are designed for storage of food products in the cooled and frozen states, cooling of drinks and small amounts of edible ice. These refrigerators use relatively high electrical energy in comparison with compression refrigerators. Refrigerators of this type are characterized by a noiseless operation and the absence of moving parts, which increase their durability. Though absorption refrigerators are less good than compression refrigerators for a number of the following indicators: energy costs during the operation of absorption refrigerators are higher than those of compressors, due to the constant or cyclic activation of the electric heater in the electric circuit. The cooling capacity of absorption refrigerators is much lower than that of compression refrigerators.

Innovative propane-operated absorption refrigerator works on fuel gas and it does not require electrical energy. This factor considerably increases its economic efficiency.

KEY WORDS: Absorber; condenser; dephlegmator; evaporator; generator.

UDC 621.8

SCOPUS CODE 2209

АБСОРБЦИОННЫЙ ХОЛОДИЛЬНИК, РАБОТАЮЩИЙ НА ПРОПАНЕ

- Мегрелидзе Т.Я.** Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com
- Исакадзе Т.А.** Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: tamazisakadze@gmail.com
- Гугулашвили Г.Л.** Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

Рецензенты:

Г. Бериашвили, ассистент-профессор Департамента пищевой индустрии факультета транспорта и машиностроения ГТУ

E-mail: g.beruashvili@gtu.ge

Л. Кобахидзе, ассоциированный профессор Департамента пищевой индустрии факультета транспорта и машиностроения

ГТУE-mail: Leri-k@hotmail.com

АННОТАЦИЯ. Название абсорбционного холодильника было получено из текущего процесса абсорбции, то есть жидкой или твердой проводимости, от поглощения хладоагента, который образуется в испарителе. Хладоагент - это вода. Аммиачный пар поглощается водой, в результате чего образуется водно-аммиачный раствор.

Бытовые абсорбционные холодильники предназначены для хранения пищевых продуктов в охлажденном и замороженном состоянии, охлаждения напитков и получения в небольших количествах пищевого льда. Эти холодильники используют относительно большую электрическую энергию по сравнению с компрессионными холодильниками. Для холодильников данного типа характерна бесшумность работы и отсутствие движущихся частей, что увеличивает их долговечность.

В то же время абсорбционные холодильники уступают компрессионным по ряду следующих показателей:

Энергозатраты при эксплуатации абсорбционных холодильников выше, чем компрессорных, вследствие постоянного или циклического включения в электрическую цепь электронагревателя. Холодопроизводительность абсорбционных холодильников значительно ниже чем компрессионных.

Инновационная абсорбционная холодильная машина работает на пропане топливного газа. Для него не требуется электрическая энергия. Этот фактор значительно повышает ее экономическую эффективность.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: абсорбер; генератор; дефлегматор; конденсатор; испаритель.

განხილვის თარიღი 10.11.2018

შემოსვლის თარიღი 26.03.2018

ხელმოწერილია დასაბუჯდად 05.06.2018

UDC 621.8

SCOPUS CODE 2209

ინოვაციური კონსტრუქციის მაცივარ-აბენტების ევაკუატორი მანქანა

- თ. მეგრელიძე** კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com
- თ. ისაკაძე** კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: tamazisakadze@gmail.com
- გ. გუგულაშვილი** კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

რეცენზენტები:

- ზ. ჯაფარიძე**, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტის სრული პროფესორი
E-mail: zurabjaparidze@yahoo.com
- გ. კვიციანი**, შპს “ქართუნივერსალის” ტექნიკური მენეჯერი ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი
E-mail: gosha1974@mail.ru

ანოტაცია. ინოვაციური კონსტრუქციის მაცივარ-აგენტების ევაკუატორი მანქანა დამზადებულია БК-1500 კონდიციონერის ბაზაზე. იგი გამოირჩევა თავისი კონსტრუქციის სიმარტივით. ქარხნული წარმოების ევაკუატორებისგან განსხვავებით მას აქვს დიდი წარმადობა, მუშაობს ნებისმიერი მაცივარ-აგენტების ევაკუაციისათვის და მისი კონსტრუქცია იძლევა იმის საშუალებას, რომ იგი დაიშალოს ორ ძირითად კვანძად: 1) როგორც ვაკუუმ-ტუმბო და 2) როგორც ჰაერის გაგრილების გარსაცმებიანი კონდენსატორი. ეს ორივე კვანძი ერთმანეთთან ერთდება ფიტინგებიანი და ონკანიანი შლანგით და სწორედ მათი ასეთი შეთანწყობა არის ინოვაციური კონ-

სტრუქციის მაცივარ-აგენტების ევაკუატორი. ევაკუატორის კომპრესორის გამოყენება შეიძლება არა მარტო სამაცივრო სისტემის ვაკუუმაციისათვის, არამედ სამაცივრო სისტემაში ჭარბი წნევის შესაქმნელად, რითაც შეუძლია დიდი დახმარება გაუწიოს მაცივარტექნიკოსებს გაქონების ადგილების აღმოჩენის საქმეში. ასეთი ტიპის მაცივარ-აგენტების ევაკუატორების დამზადება ქარხნული წარმოების ევაკუატორებისგან განსხვავდებით ფულად ეკონომიას იძლევა.

საკვანძო სიტყვები: ვენტილატორი; ზეთის გამომყოფი; კაპილარული მილი; კომპრესორი; კონდენსატორი.

შესავალი

როგორც ცნობილია, 1996 წლის 21 მარტს საქართველო მიუერთდა ვენის კონვენციას და მონრეალის ოქმს აგრეთვე იკისრა ყველა ის ვალდებულებები, რაც აკისრიათ მონრეალის ოქმის წევრ ქვეყნებს. საქართველო წარმოადგენს, რა მხარე ქვეყანას თავისი წვლილი შეაქვს ოზონის შრის გადარჩენის საქმეში. ამ საქმის განხორციელებაში უდიდესი როლი აკისრია სამაცივრო და კონდიციონერების ტექნიკის მომსახურების სფეროების უახლესი მანქანა-დანადგარებით აღჭურვას. კერძოდ ძველი ოზონსაშიში მაცივარ-აგენტების ამოღებისათვის აუცილებელია შემგროვებელი მანქანების გამოყენება, რომელთა საშუალებითაც შეიძლება ოზონსაშიში ნივთიერებების ამოღება მათი ატმოსფეროში მოხვედრის გარეშე.

როგორც ცნობილია, ქარხნული წარმოების მაცივარ-აგენტების ევაკუატორი მანქანები ძვირად ღირებულა, ამიტომ დაისვა საკითხი ასეთი ტიპის მანქანების შექმნისა გამარტივებული კონსტრუქციით.

ძირითადი ნაწილი

ინოვაციური კონსტრუქციის მაცივარ-აგენტების შემგროვებელი მანქანის ძირითადი კვანძებია: როტაციული კომპრესორი-1, გაწიბონებულზედაპირიანი ჰაერით გაგრილების კონდენსატორი-5 და ღერძულა ვენტილატორი-6. მთელი ეს აგრეგატი არის დასაშლელი სისტემა და თითოეული კვანძის გამოყენება შესაძლებელია სხვადასხვა დანიშნულების მიხედვით.

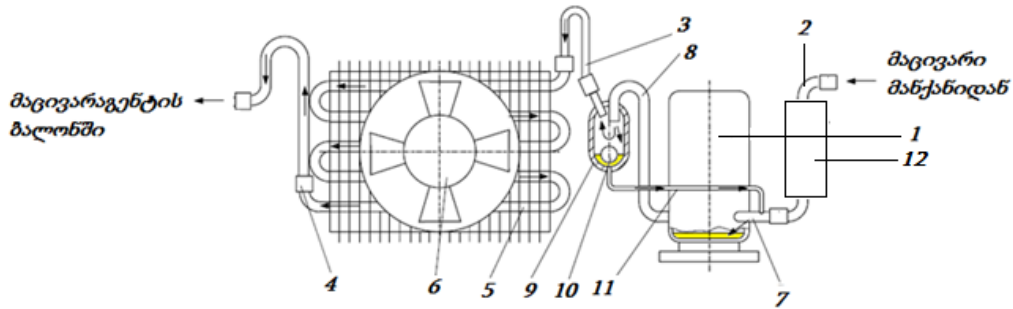
სტატიაში შემუშავებულია ინოვაციური კონსტრუქციის როტაციული კომპრესორი (ვაკუუმ-ტუმბო) ზეთის გამოყოფით (პოზ. 1). ზეთის გამოყოფი არის ცილინდრული ფორმის ჭურჭელი (პოზ. 9), რომელშიც შედის დაჭირხნის მილი (პოზ. 8). ზეთის გამოყოფიდან ზემოდან გამოდის

დაჭირხნილი აირის გამომშვები. სამაცივრო ზეთი, რომელიც გამოიტყორცნება დაჭირხნის მილიდან (პოზ. 8), ჩაიდვრება ზეთის გამოყოფის ძირში. ზეთის გამოყოფში მოთავსებულია ტივტივა (პოზ. 10). ზეთის დონის მომატებისას ტივტივა აიწევა ზეთის გამოყოფში ზევით, ხოლო ზეთის დონის შემცირებისას ტივტივა მოხვედბა ზეთის გამოყოფის ძირში და დაკეტავს კაპილარული მილის გასასვლელს (პოზ. 11), რომელიც მიერთებულია ვაკუუმ-ტუმბოს შეწოვის მილზე (პოზ. 7). კაპილარულ მილში იქმნება ზეთის გამოყოფში მოგროვილი ზეთის შეწოვისათვის საჭირო წნევა.

ვაკუუმ-ტუმბოს მეშვეობით შესაძლებელია მივიღოთ სამაცივრო მანქანა-დანადგარების ვაკუუმირებისათვის აუცილებელი 1 ტორი=133 პასკალი წნევა. გარდა ამისა, კლასიკური ვაკუუმ-ტუმბოებისგან განსხვავებით ინოვაციური კონსტრუქციის ვაკუუმ-ტუმბო შეიძლება გამოვიყენოთ გაუონების აღმოჩენისათვის სამაცივრო სისტემაში ჭარბი წნევის (30 ატმოსფერო) შესაქმნელად. ასეთი ტიპის ვაკუუმ-ტუმბო ასრულებს ორ ფუნქციას და გვანთავისუფლებს დამატებითი კომპრესორის გამოყენებისაგან.

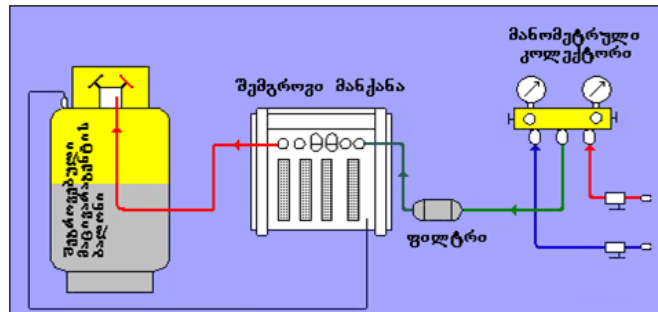
როტაციული კომპრესორის შეწოვის მილზე დამონტაჟებულია სითხის გამოყოფი (პოზ. 12), რომელიც კომპრესორს იცავს თხევადი მაცივარ-აგენტის მოხვედრისაგან.

როდესაც სამაცივრო სისტემაში მაცივარ-აგენტის რაოდენობა აღემატება 1200 გ-ს, მიზანშეწონილი ხდება მაცივარ-აგენტების ევაკუატორი მანქანის გამოყენება, რომლის წარმადობა იცვლება 250გ/წთ-დან (გაზობრივი მაცივარ-აგენტისათვის) 1,5კგ/წთ-მდე (თხევადი მაცივარ-აგენტისათვის). შემგროვებელი მანქანით მაცივარ-აგენტის სამაცივრო სისტემიდან ამოღების სქემა მოცემულია მე-2 სურათზე.



სურ. 1. ინოვაციური კონსტრუქციის მაცივარ-აგენტების შემგროვებელი მანქანის პრინციპული სქემა.

1-როტაციული კომპრესორი, 2, 3 და 4 ფიტინგებიანი და ონკანებიანი შლანგები, 5-გაწიბოვნებულზედაპირიანი კონდენსატორი, 6-დერძულა ვენტილატორი, 7-შეწოვის ხაზი, 8-დაჭირხნის ხაზი, 9-ზეთის გამომყოფი, 10-ტივტივა, 11-კაპილარული მოლი, 12-სითხის გამომყოფი



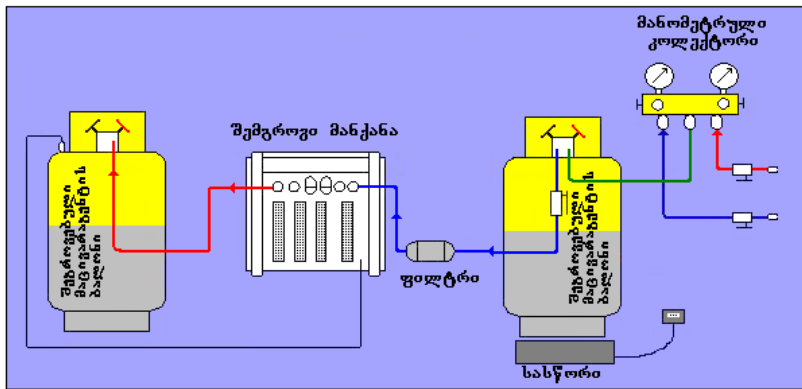
სურ. 2. მაცივარ-აგენტების შემგროვებელი მანქანით ამოღების სქემა

შემგროვებელი მანქანა ბევრად უფრო ეფექტურია თხევადი მაცივარ-აგენტების გადატუმბვის დროს, ვიდრე გაზობრივის. ამიტომ სამაცივრო სისტემიდან მაცივარ-აგენტის ამოღება უნდა დავიწყოთ სითხის ხაზით ანუ მაღალი წნევის მხრიდან. როდესაც მანომეტრულ კოლექტორზე წნევის დაწვეით დაერწმუნდებით, რომ სისტემაში სითხე აღარ არის, შეგვიძლია გავავარძელოთ შეგროვება დაბალი მხრიდანაც.

მიუხედავად იმისა, რომ ყველა შემგროვებელი მანქანა გათვალისწინებულია თხევადი მაცივარ-აგენტის შეგროვებისათვის, ეს ოპერაცია უნდა ჩატარდეს ძალიან ფრთხილად, რადგან ჭარბი რაოდენობით სითხის მოხვედრამ შემგროვებელი მანქანის შეწოვის ხაზში შეიძლება დააზიანოს მანქანის კომპრესორი. თუ სისტემაში დიდი რაოდენობით მაცივარ-აგენტია, საჭიროა მეორე ბა-

ლონის გამოყენება, რომელიც სისტემასა და შემგროვებელი მანქანას შორის დადგება.

ასეთი სქემით მაცივარ-აგენტის შეგროვება ბევრად უფრო სწრაფად მიმდინარეობს და ამავე დროს შემგროვებელი მანქანა დაცულია ჭარბი რაოდენობის თხევადი მაცივარ-აგენტის მოხვედრისაგან. როგორც მე-3 სურათიდან ჩანს, სისტემა მანომეტრული კოლექტორის გავლით უერთდება ერთ-ერთი ბალონის სითხის ვენტილს, ხოლო ამ ბალონის გაზის ვენტილი უერთდება შემგროვებელ მანქანას, რომლის გამოსასვლელი მილყელი მიერთებულია მეორე ბალონის სითხის ვენტილთან. მოყვანილ სქემაზე მეორე ბალონი დაცულია გადავსებისაგან ავტომატურად, პირველი ბალონის წონა კი კონტროლდება სასწორის მეშვეობით.



სურ. 3. ორი ბალკონით მაცივარ-აგენტის ამოღების სქემა

როდესაც სისტემა დაიცვება თხევადი მაცივარ-აგენტისაგან, პირველ ბალკონში მისი მატება შეწყდება ანუ ბალკონის წონა არ შეიცვლება, რადგან მასში შესულ გაზობრივ მაცივარ-აგენტს მთლიანად გაიწოვს შემგროვებელი მანქანა. ამ შემთხვევაში მიზანშეწონილია ერთ ბალკონში შემგროვების სქემაზე გადასვლა.

შემგროვებელი მანქანის გამოყენების დროს უნდა გავითვალისწინოთ, რომ მისი წარმადობა საკმაოდ მაღალია და სისტემიდან მაცივარ-აგენტის ამოღების დროს სისტემაში დარჩენილი ტემპერატურა მკვეთრად ეცემა. როდესაც სისტემაში თხევადი მაცივარ-აგენტი მცირე რაოდენობით რჩება, შესაძლებელია მისი გამოყინვაც. ამ დროს მანომეტრი უჩვენებს 0 ატმ წნევას, რაც თითქოს იმას ნიშნავს, რომ სისტემაში მაცივარ-აგენტი აღარ არის.

შეცდომის თავიდან ასაცილებლად, პირველ რიგში, საჭიროა სისტემის ვიზუალური დათვალიერება. თუ სისტემის რომელიმე ელემენტი გარედან დაფარულია თოვლით, ეს ნიშნავს, რომ მასში შესაძლოა იყოს გამოყინული მაცივარ-აგენტი. ნებისმიერ შემთხვევაში მიზანშეწონილია გამორთვის შემდეგ შემგროვი მანქანა დაეტოვოს მიერთებული სამაცივრო სისტემასთან 30-40 წთ-ის განმავლობაში. ამ დროში სისტემა გათბება, ნარჩენი მაცივარ-აგენტი აორთქლდება

და შესაძლებელი გახდება მისი სრული ამოღება სამაცივრო სისტემიდან.

ზოგადად მაცივარ-აგენტების შეგროვების მიმართ არსებობს შემდეგი მოთხოვნები:

- ექსპლუატაციის დაწყებამდე დაკვირვებით უნდა შემოწმდეს შემგროვებელი მოწყობილობის და მისაერთებელი შლანგების ტექნიკური მდგომარეობა;
- დაუშვებელია შემგროვებელი მოწყობილობის გამოყენება იმ მაცივარ-აგენტისათვის, რომელიც არ არის მითითებული ტექნიკურ დოკუმენტაციაში ქარხანა-დამამზადებლის მიერ;
- სათავსი, რომელშიც მიმდინარეობს მაცივარ-აგენტის შეგროვების პროცესი, უზრუნველყოფილი უნდა იყოს კარგი ვენტილაციით (ოთხჯერადი ჰაერცვლა საათში);
- არ შეიძლება ელექტრული შემგროვებელი მოწყობილობის ექსპლუატაცია სველ ადგილებში;
- შემგროვებელი მოწყობილობა სამაცივრო სისტემას და ბალკონებს უნდა მიუერთდეს, რაც შეიძლება მოკლე შლანგებით, რათა მინიმუმამდე დაყვანილ იქნეს მაცივარ-აგენტის დანაკარგები შლანგებში.

დასკვნა

ამრიგად, ინოვაციური კონსტრუქციის მაცივარ-აგენტების ევაკუატორი მანქანა, არის მაღალეკონომიკური და ღირსად მოთხოვნადი ინსტრუმენტი, რომელიც შეიძლება ფართოდ გამოვიყენოთ სამა-

ცივრო და კონდიციონერების ტექნიკის მონტაჟისა და მომსახურებისათვის. ამიტომ მიგვაჩნია, რომ მისი წარმოება ფართოდ უნდა დაინერგოს სამაცივრო, კონდიციონერების და კრიოგენული ტექნიკის მომსახურების წამყვან კომპანიებში.

ლიტერატურა

1. Megrelidze T., Japaridze Z., Suladze S., Gugulashvili G., Goletiani G., Tepnadze A., Kvirikashvili G., Omiadze Z. Refrigerator machines (Piston compressors). "Teqnikuri Universiteti". Tbilisi. 2009, 52-53 pp. (in Georgian).
2. Megrelidze T., Sadagashvili E., Beruashvili G., Gugulashvili G. Study of the optimal working regimes of refrigerator machines with difficult cycle. "Teqnikuri Universiteti". #2 (480). Tbilisi. 2011, 91-96 pp. (in Georgian).
3. Meyer. Training manual refrigeration-AC, ICCT. 2004. (in English).
4. System trouble shooting measuring instruments. Danfoss A/S (RC-SM/MWA), 09-2002. (in Russian).
5. Honeywell refrigerants. Honeywell International Inc. 2006. (in English).

UDC 621.8**SCOPUS CODE 2209****REFRIGERANT EVACUATION MACHINE OF INNOVATIVE DESIGN**

- T. Megrelidze** Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com
- T. Isakadze** Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: tamazisakadze@gmail.com
- G. Gugulashvili** Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

Reviewers:

Z. Japaridze, Professor, Department of Food Industry, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: zurabjaparidze@yahoo.com

G. Kvirikashvili, Doctor of Technical Sciences, Technical Manager of LTD "Cartu Universal"
E-mail: gosha1974@mail.ru

ABSTRACT. Refrigerant evacuation machine of innovative design is made on the basis of BK-1500 air conditioner. It is simple in design. In contrast to the evacuators of factory production, it has a large production capacity, works on the evacuation of any refrigerants, and its design makes it possible to be divided into two main units: 1) as a vacuum pump and 2) as a shell-and-tube condenser for air cooling. These two units are combined with a fitting and a crane hose and such assembly represents evacuation machine for refrigerants of innovative design. The evacuator compressor can be used not only for vacuuming the refrigeration system, but also for ensuring excess pressure in the refrigeration system and thus providing substantial assistance to repair the refrigeration equipment in the detection

of leaks. The production of this type of evacuator, unlike the factory evacuators, is characterized by large amounts of cash savings.

KEY WORDS: Capillary tube; compressor; condenser; fan; oil separator.

UDC 621.8

SCOPUS CODE 2209

МАШИНА ДЛЯ ЭВАКУАЦИИ ХЛАДОАГЕНТОВ ИННОВАЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ

Мегრელიძე Т.Я.	Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68 ^ა E-mail: tmegrelidze@yahoo.com
Исакадзе Т.А.	Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68 ^ა E-mail: tamazisakadze@gmail.com
Гугулашвили Г.Л.	Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68 ^ა E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

Рецензенты:

З. Джапаридзе, профессор Департамента пищевой индустрии факультета транспорта и машиностроения ГТУ
E-mail: zurabjaparidze@yahoo.com

Г. Квирикашвили, доктор технических наук, технический менеджер ООО Картууниверсала
E-mail: gosha1974@mail.ru

АННОТАЦИЯ. Машина для эвакуации хладагентов инновационной конструкции изготовлена на базе кондиционера БК-1500. Она отличается простотой конструкции. В отличие от эвакуаторов заводского производства, она имеет большую производительность, работает по эвакуации любого хладагента, и ее конструкция дает возможность разделиться на два основных узла: 1) в качестве вакуумного насоса и 2) в качестве кожухотрубного конденсатора воздушного охлаждения. Эти два узла объединены с фитинговым и крановым шлангом и такая их сборка представляет машинную эвакуацию хладагентов инновационной конструкции. Компрессор эвакуатора может использоваться не только для вакуумации холодильной установки, но и для обеспечения избыточного давления в холодильной системе, что может оказать значительную помощь ремонтникам холодильной техники в обнаружении утечек. Производство такого типа эвакуаторов, в отличие от заводских эвакуаторов, отличается большой экономией денежных средств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: вентилятор; капиллярная труба; компрессор; конденсатор; маслоотделитель.

განხილვის თარიღი 26.02.2018

შემოწავის თარიღი 26.03.2018

ხელმოწერილია დასაბუჯდად 05.06.2018

UDC 622.692.4:656.56

SCOPUS CODE 2210

О РАСЧЕТЕ НА ПРОЧНОСТЬ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОТЕКАЮЩИХ В НИХ

Л.И. МахарадзеДепартамент горной технологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175,
Тбилиси, ул. М. Костава 75

E-mail: lmakharadze@gtu.ge, lmakharadze@rambler.ru

Рецензенты:**Г. Кирмелашвили**, профессор Департамента математики факультета информатики и систем управления ГТУ

E-mail: gkirmelashvili@gtu.ge

А. Бежанишвили, профессор Департамента горной технологии, горно-геологического факультета ГТУ

E-mail: bezhanishvili@gmail.com

АННОТАЦИЯ. Рассмотрен вопрос расчета на прочность напорных трубопроводов гидротранспортных систем при транспортировании в них абразивных гидроаэрозольных смесей, с учетом гидроабразивного износа стенок, а также увеличения давлений при гидродинамических процессах, так как эти явления в значительной степени отрицательно влияют на их прочность и долговечность. В таких случаях диаметр трубопроводной магистрали в определенной степени увеличивается, однако существенно уменьшается его долговечность и соответственно технико-экономические показатели напорных гидротранспортных систем и их эффективность.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: абразивность; абразивные гидроаэрозольные смеси; гидродинамические процессы; долговечность; напорные гидротранспортные системы; прочность трубопроводов; толщина стенки трубопроводов; увеличение давлений; увеличение долговечности уменьшение долговечности.

ВВЕДЕНИЕ

Стальные трубы являются одним из основных элементов для сооружения трубопроводных магистралей

напорных гидротранспортных систем, которые в настоящее время получили самое широкое распространение во многих сферах промышленности, сельского хозяйства и бытового обслуживания. С аналогичными системами не может конкурировать ни один из традиционных видов транспорта для транспортировки различных твердых сыпучих материалов, которые отличаются большой абразивностью, что предопределяет износ стенок трубопроводной магистрали в значительной степени. Кроме того, из-за специфики эксплуатации, в аналогичных системах почти постоянно возникают нестационарные (гидродинамические) процессы, когда давления в значительной степени превышают значения давлений при статическом режиме. Исходя из этого, именно эти обстоятельства необходимо учесть при расчете, строительстве и эксплуатации аналогичных систем. Этим проблемам посвящаются фундаментальные исследования, проведенные в Горном институте Г.А. Цулукидзе, из которых наиболее важными является расчет трубопроводов на прочность с учетом всех процессов, протекающих в них.

Общеизвестно, что все методы и методологии расчета трубопроводов на прочность, включая существующие в настоящее время нормативные документы, основываются на учете величины давления, действующего на его внутренних стенках при статическом

режиме. Остальные факторы, даже те, которые особенно характерны для напорных гидротранспортных систем и были отмечены выше, практически не учитываются, что естественно отрицательно влияет на их прочность и долговечность, а в конечном счете на все технико-экономические показатели и общую эффективность.

Для обеспечения надежной защиты напорных гидротранспортных систем от вредного воздействия резких повышений давления при гидравлических ударах необходимо не только правильное определение значения максимального повышения давления, но и правильное определение величины давления, допустимого (выдерживаемого) для данного трубопровода, то есть величины, выше которой противоударные устройства (гасители гидравлических ударов) не должны допустить повышения давления.

Кроме того, у трубопроводов гидротранспортных систем своя специфика эксплуатации, обусловленная гидроабразивным износом, чем эти системы отличаются от систем, транспортирующих однофазные, неагрессивные жидкости.

Наличие сыпучего твердого материала, особенно с высокой абразивностью, вызывает значительный абразивный износ внутренних стенок трубопровода и сравнительно быстрый выход их из строя. Чтобы увеличить продолжительность нормальной эксплуатации, трубопроводы гидротранспортных систем поворачивают 2-3 раза за период эксплуатации, в зависимости от их диаметра.

На практике принято считать, что трубопроводы напорных гидротранспортных систем не годны для нормальной эксплуатации, когда толщина их стенок уменьшается до 3 мм в любой точке по периметру [1].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Исходя из вышеизложенного, противоударные устройства следует рассчитать так, чтобы они могли обеспечить надежную защиту трубопровода толщиной стенки 3 мм, а не толщиной, которую он имеет в начальной стадии эксплуатации.

При определении допустимого давления для трубопроводов, применяемых в напорных гидротранспортных системах, у которых соотношение толщины

стенки к его диаметру $\frac{\delta_{mp}}{D_{mp}} < \frac{1}{20}$, должны исходить

из условия воздействия рабочего статического давления, как это принято в настоящее время [1-4].

Рассмотрим трубопровод радиусом R_{mp} . При динамическом воздействии давления радиус трубопровода увеличивается. Это увеличение будет больше, чем при статическом воздействии. Полученное увеличение радиуса условно можно назвать динамическим и обозначить его через $\Delta R_{дин.}$. Это увеличение определим при условии, что напряжение стенок трубопровода не выходит за пределы упругости.

При динамическом воздействии на трубопровод энергия затрачивается на работу увеличения радиуса на $\Delta R_{дин.}$, то есть на увеличение потенциальной энергии упругой деформации, которая будет равна

$$\Delta E_{n1} = 2 \pi R_{mp} L_{mp} \Delta P \Delta R_{дин.} \quad (1)$$

При статическом же воздействии давления, когда оно плавно изменяется от P_0 до $P_0 + \Delta P$, увеличение энергии упругой деформации трубопровода можно определить по формуле

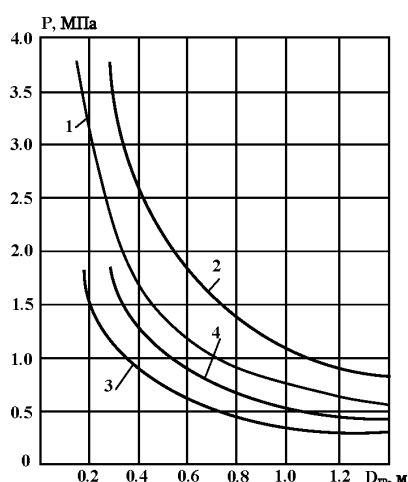
$$\Delta E_{n2} = \frac{\omega_{mp} L_{mp} R_{mp}}{\delta_{mp} E_{mp}} \Delta P^2 \quad (2)$$

В зависимостях (1) и (2) D_{mp} – внутренний диаметр трубопроводной магистрали, м; δ_{mp} – толщина стенки трубопроводной магистрали, м; $\Delta R_{дин.}$ – увеличение радиуса трубопроводной магистрали при динамическом воздействии внутри его давления, м; R_{mp} – внутренний радиус трубопроводной магистрали, м; L_{mp} – длина трубопроводной магистрали, м; P_0 – давление в трубопроводной магистрали при установившемся режиме, Па; ΔP – прирост (увеличение) давления в трубопроводной магистрали при гидродинамическом режиме (при гидравлическом ударе), Па; ω_{mp} – площадь внутреннего поперечного сечения трубопроводной магистрали, м²; $E_{тр}$ – модуль упругости материала из которого изготовлены трубы трубопроводной магистрали, Па.

Увеличение радиуса трубопровода, возникающее в результате динамического воздействия давления ΔP , другим путем может быть получено умножением увеличения радиуса от статического воздействия радиуса $\Delta R_{ст.}$ на динамический коэффициент –

$$K_{дин.} = \frac{\Delta R_{дин.}}{\Delta R_{ст.}} \quad [3, 4].$$

Таким образом, увеличение радиуса от динамического воздействия давления ΔP можно рассмотреть как статическое давление от величины $K_{дин.} \Delta P$. В таком случае изменение потен-



Зависимость допустимого давления от диаметра трубопровода: 1 – статическая нагрузка при толщине стенки 2 мм; 2 – статическая нагрузка при толщине стенки 3 мм; 3 – динамическая нагрузка при толщине стенки 2 мм; 4 – динамическая нагрузка при толщине стенки 3 мм

С увеличением надежности защиты трубопроводов от гидравлических ударов, увеличивается эффективность эксплуатации трубопроводов, которую можно оценить коэффициентом использования металла труб, представляющим собой отношение конечной толщины износа стенки трубы по окружности $\delta_{изн.}$ к первоначальной ее толщине $\delta_{нач.}$ [5]

$$\eta = \frac{\delta_{изн.}}{\delta_{нач.}} \quad (10)$$

Расчетное значение допустимого износа стенок труб определяется по зависимости

$$\delta_{изн.} = \delta_{нач.} - \delta_{мин.(доп.)}, \quad (11)$$

где $\delta_{мин.(доп.)}$ - минимально допустимая толщина стенок, определяемая по зависимости (9), м.

С учетом (7), (8) и (9) соотношение (10) примет вид

$$\eta = 1 - \frac{D_{тр} K_n}{2\delta_{нач.} \sigma_{доп.} \cdot K_1} (K_{дин.} P_{(доп.)дин.} + P_{ост.}) \quad (12)$$

Значение η устанавливается экспериментальным путем по данным износа трубопроводов гидротранспортных систем, эксплуатируемых в различных условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прочность напорных трубопроводных магистралей гидротранспортных систем следует рассчитать по методологии, приведенной в данной работе, т.е. толщину их стенок следует определить по зависимостям, приведенным в статье, которые учитывают два основных фактора, характерных для аналогичных систем: гидроабразивный износ стенок и изменение давлений при гидродинамических процессах, которые характерны при эксплуатации. Это существенно увеличивает долговечность и надежность эксплуатации, соответственно технико-экономические показатели, общую эффективность и область их применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Instruction of the device, test and operation of technological pipelines of hydromines of Donbass. UkrNIIgidrougol. Luhansk. 1976, 46 p. (in Russian).
2. Construction norms and rules. Construction norms and regulations II-45-75, part II, chapter 45. „Stroyizdat“. Moscow. 1975, 30-41 pp. (in Russian).
3. Kinasoshvili E.S. Strength of materials. "Nauka". Moscow. 1975, 384 p. (in Russian).
4. Darkov A.V., Shapiro G.S. *Strength of materials*. Moscow. 1969, 734 p. (in Russian).
5. Makharadze L. I., Gochitashvili T. Sh., Sulaberidze D. G. Rational method of calculation of pipelines of the hydrotransport systems. «Construction of pipelines». № 8. Moscow. 1980, 29-30 pp. (in Russian).
6. Dmitriev G., Makharadze L., Gochitashvili T. Pressure Hydrotransport System (Manual). "Nedra". Moscow. 1991, 304 p. (in Russian).
7. Makharadze L.I. Effective remedies of protection of pressure pipelines against water hammers. Domestic and foreign experience. TSINIS. Moscow. 1979, 67 p. (in Russian).
8. Makharadze L.I. Means for prevention of fluctuations and deformations of pipelines. «Construction of pipelines». № 10. Moscow. 1974, 31-32 pp. (in Russian).
9. Makharadze L.I. The guide for protection of the pressure hydrotransport systems against water hammers of BCH 01-81. "Metsniereba". Tbilisi. 1981, 151 p. (in Russian).

10. Gochitashvili T.Sh. The guide for calculation of durability of pipelines of the hydrotransport systems and methods of its increase in BCH 01-84. "Metsniereba". Tbilisi. 1984, 59 p. (in Russian).

UDC 622.692.4:656.56

SCOPUS CODE 2210

ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების სადაწნეო მილსადენი მაგისტრალების სიმტკიცეზე გაანგარიშების შესახებ მათში განვითარებული ჰიდროდინამიკური პროცესების ბათვალისწინებით

ლ. მახარაძე სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: lmakharadze@gtu.ge, lmakharadze@rambler.ru

რეცენზენტები:

გ. ყირმელაშვილი, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის მათემატიკის დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: gkirmelashvili@gtu.ge

ა. ბეჟანიშვილი, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: bezhanishvili@gmail.com

ანოტაცია. ნაშრომში განხილულია სადაწნეო ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების მილსადენი მაგისტრალების სიმტკიცეზე გაანგარიშების საკითხი. მათში მრავალფაზიანი აბრაზიული ჰიდროაერონარეგების მოძრაობისას განვითარებული ჰიდროდინამიკური პროცესების დროს წნევების მნიშვნელოვან ფარგლებში ცვალებადობის და მილსადენის კედლის ჰიდროაბრაზიული ცვეთის გათვალისწინებით, რომელიც საგრძნობ გაველენას ახდენს მილსადენების სიმტკიცეზე და შესაბამისად მათ ხანგამძლეობაზე. ასეთ შემთხვევაში მილსადენი მაგისტრალის კედლის სისქე გარკვეულწილად იზრდება, მაგრამ სამაგიეროდ მნიშვნელოვნად მცირდება მათი ხანგამძლეობა და შესაბამისად სადაწნეო ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები ანუ ეფექტურობა.

საკვანძო სიტყვები: აბრაზიული ჰიდროაერონარეგები; აბრაზიულობა; მილსადენის კედლის სისქე; მილსადენის სიმტკიცე; სადაწნეო ჰიდროსატრანსპორტო სისტემები; წნევების გაზრდა; ხანგამძლეობა; ხანგამძლეობის გაზრდა; ხანგამძლეობის შემცირება; ჰიდროდინამიკური პროცესები.

UDC 622.692.4:656.56

SCOPUS CODE 2210

**ABOUT THE STRENGTH ANALYSIS OF PRESSURE PIPELINE OF HYDROTRANSPORT SYSTEMS
TAKING INTO ACCOUNT INFLUENCE OF ONGOING HYDRODYNAMIC PROCESSES**

L. Makharadze Department of Mining Technology, Georgian Technical University, 75 M. Kostava str. 0175,
Tbilisi, Georgia
E-mail: lmakharadze@gtu.ge, lmakharadze@rambler.ru

Reviewers:

G. Kirmelashvili, Professor, Department of Mathematics, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU
E-mail: gkirmelashvili@gtu.ge

A. Bezhanishvili, Professor, Department of Mining Technology, Faculty of Mining and Geology, GTU
E-mail: bezhanishvili@gmail.com

ABSTRACT. The article considers strength analysis of pressure pipeline of hydrotransport systems at transportation of abrasive hydro air-fuel mixture taking into account hydroabrasive wear and the increase in pressure at hydrodynamic processes, since these phenomena have a considerable negative effect on their strength and durability. In this case, the thickness (diameter) of the walls of the main pipeline increases to a certain extent, but its durability and respectively technical and economic indicators of pressure hydrotransport systems and their efficiency are significantly decreased.

KEY WORDS: Abrasibility; abrasive hydro air-fuel mixtures; durability; durability decrease; durability increase; hydrodynamic processes; pipeline wall thickness; pressure hydrotransport systems; pressure increase; strength of pipelines.

Дата рассмотрения 25.01.2018

Дата поступления 28.02.2018

Подписано к печати 05.06.2018

UDC 613.26

SCOPUS CODE 3002

ჩვეულებრივი კაკლის (JUGLANS REGIA) და თხილის (CORYLUS) ნაყოფების, გოგრის (CUCURBITA) და ნესვის (CUCUMIS MELO) თესვების სამკურნალო მნიშვნელობა ქართული ხალხური წყაროების მიხედვით

- გ. პატარიძე** ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: gigapataridze7@gmail.com
- ნ. გელოვანი** ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: n.gelovani@gtu.ge
- მ. მაისურაძე** ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: m_maisuradze@gtu.ge

რეკენზენტები:

- თ. გიგოშვილი**, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: t.gigoshvili@gtu.ge
- ხ. წიქარიშვილი**, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: kh.tsikarishvili@gtu.ge

ანოტაცია. ხალხურ მედიცინაში ოდითგან გამოყენებული მცენარეების დიდი რაოდენობა საჭიროებს მათზე მთელი რიგი მეცნიერული კვლევების ჩატარებას, რათა განვსაზღვროთ მათში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობა, მათი გავრცელების არეალი, ბუნებრივი მარაგი და დამზადების შესაძლებლობები.

მცენარეებიდან კვლევისათვის შევარჩიეთ: 1. თხილის (Corylus) ნაყოფი, 2. ჩვეულებრივი კაკლის (კაკალი, ნიგვზის ხე (ლათ. Juglans regia) ხის ნაყოფი, 3. გოგრის (ლათ. Cucurbita) თესლი, 4. ნესვის (Cucumis melo) თესლი.

თხილისგან ხდიან ზეთს, რომელიც საკვებ, ტექნიკურ და პარფიუმერულ წარმოებაში გამოიყენება. მშრალი თხილის გულისაგან მზადდება ფქვილი, რომელიც ბავშვთა საკვები პროდუქტებისათვის გამოიყენება.

ნიგვზის ზეთი შეიცავს A, E, C, B ვიტამინებს, მიკრო და მაკროელემენტებს (თუთიას, სპილენძს, კალციუმს, მაგნიუმს, რკინას, ფოსფორს). აუცილებელია ხანში შესული ადამიანებისთვის.

საქართველოში გოგრას მრავალი დასახელება ჰქონდა: გოგრა, კვახი, ხაპი და აყირო. სამკურნალოდ გამოიყენება რბილობი და თესლი.

იადიგარ დაუდინში მითითებულია, რომ მოხარშული და დანაყული აყიროს ნაყენი არჩენს

”სტომაქის სიცხეს და სიმსურვალეს” ყურის ტკივილს, შეკრულობას, სიმსივნეს სხეულზე, ციებას, ცხელებას, თავის ტკივილს, ხველას.

ნესვის თესლი – პოტენციის ასამაღლებელი უძველესი საშუალებაა.

ნესვის თესლი მდიდარია თუთიით, რაც იმას ნიშნავს, რომ მისი საკვებად გამოყენება აუმჯობესებს თმისა და კანის მდგომარეობას.

საკვანძო სიტყვები: აყირო; ვიტამინები; თხილი; ნიგოზი; ნესვი; ორგანული მჟავები.

შესავალი

მედიცინაში ამჟამად ბევრი სამკურნალო საშუალება გამოიყენება. რომელთა საწყისი აღებულება ხალხური მედიცინიდან. ჯერ კიდევ პირველყოფილი ადამიანი იყენებდა სამკურნალო საშუალებებს. სამკურნალო საშუალებების მიღების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი წყაროა მცენარეული და ცხოველური ნედლეული. დღესდღეობით დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეული წარმოშობის პრეპარატებს, რომლებიც გამოირჩევა უსაფრთხოებით და მაღალი ეფექტურობით. ხალხურ მედიცინაში ოდითგან გამოყენებული მცენარეების დიდი რაოდენობა საჭიროებს არაერთი მეცნიერული კვლევის ჩატარებას, რათა განისაზღვროს მათში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობა, მათი გავრცელების არეალი, ბუნებრივი მარაგი და დამზადების შესაძლებლობები, შეიქმნას ახალი, დახვეწილი და სრულყოფილი სამკურნალო მცენარეული ნედლეულის დამუშავების არსებული ტექნოლოგიური პროცესები.

ძირითადი ნაწილი

სამკურნალო მცენარეების ასორტიმენტის გაზრდის მიზნით, პერსპექტიულ სახეობათა ძიება ხდება ხალხური მედიცინის გამოცდილების შეს-

წავლით და ოფიცინალურის მონათესავე სახეობების ფოლოგენტიკური კვლევის საფუძველზე; ხოლო ნედლეულის ბაზის გაფართოება – ველურად მოზარდი მცენარეების კულტივირებით, უცხო ფლორის სახეობების ინტროდუქციით და ბიოტექნოლოგიური მეთოდის გამოყენებით.

ხალხურ მედიცინაში ოდითგან გამოყენებული მცენარეების დიდი რაოდენობა საჭიროებს მათზე მთელი რიგი მეცნიერული კვლევების ჩატარებას. რათა განისაზღვროს მათში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობა, მათი გავრცელების არეალი, ბუნებრივი მარაგი და დამზადების შესაძლებლობები. ნიგოზის ზეთის გამოყენება ქართული ისტორიული წყაროების მიხედვით.

მცენარეებიდან შევარჩიეთ:

1. თხილის (Corylus) ნაყოფი



ნაყოფი ერთთესლიანი კაკალია. გვარი შეიცავს 20-მდე სახეობას, რომლებიც საქართველოში გავრცელებულია ტყეებში ზღვის დონიდან 1500-1800 მ-მდე ბუნებრივად იზრდება თხილის 6 სახეობა: ჩვეულებრივი თხილი (Corylus avellana) ბუჩქი ან 8 მეტრამდე სიმაღლის ხე, გავრცელებულია მთელ საქართველოში. იზრდება ქვეტყედ მუხნარებში, ფართოფოთლოვან და წიწვოვან შერეულ ტყეებში, სუბალპური მენხერში. ჩრდილის ამტანი და საკმაოდ ყინვაგამძლეა. ყვავილობს თებერვალ-მარტში, ნაყოფი მწიფდება სექტემბერში.

თხილის გული შეიცავს 5%-მდე წყალს, 60-70% ცხიმებს, 15-16% ცილებს. მას მაღალი კვებითი ღირებულება აქვს, კალორიულობით იგი 2-3-ჯერ აღარბებს ხორბალს, 3-5-ჯერ ხორცს. ფართოდ გამოიყენება საკონდიტრო მრეწველობასა და ტექნიკაში უმაღლესი ხარისხის საპოხი ზეთების

მისაღებად. მისი სასაქონლო-საექსპორტო პროდუქტის დადებითი მხარეა ვარგისობის ხანგრძლივი ვადა, მაღალი ტრანსპორტაბელურობა.

თხილის კულტურის განვითარების ერთ-ერთ კერად ითვლება შავი ზღვის სანაპირო, მცირე აზიის ქვეყნები. საქართველოში თხილი მაღალ მოსავალს იძლევა კოლხეთის დაბლობის ზონაში.

საქართველოში თხილის კულტურას უხსოვარი დროიდან იცნობდნენ. ისტორიული წყაროებით დასტურდება, რომ ძვ. წ. VI საუკუნეში ქართველური ტომები აშენებდნენ თხილის გარეულ ფორმებს, რომელთა ბუნებრივი ჰიბრიდიზაციის და შერჩევის შედეგად წარმოიშვა გარემო პირობებს შეგუებული, მაღალმოსავლიანი ჯიშებისა და ფორმების სიმრავლე. დღეისათვის საქართველოში გავრცელებული რამდენიმე ათეული აბორიგენული ჯიშის სახელწოდებები – შველისყურა, ანაკლიური, გულშიშველა, ხაჭაპურა, ნემსა და მრავალი სხვა, მათ ადგილობრივ წარმოშობაზე მიგვითითებს.

ჩვენი წინაპრები კარგად იცნობდნენ თხილის საკვებ და სამკურნალო თვისებებსაც. მას წარმატებით იყენებდნენ არა მხოლოდ სხვადასხვა კერძის საკაზმად, არამედ შექმნეს უნიკალური ტრადიციული პროდუქტიც – "ჩურჩხელა", რომელიც გამორჩეულია თავისი კალორიულობითა და საუკეთესო გემოვნური თვისებებით. ამ ღირებულების გამო "ჩურჩხელა" ისტორიულად მეომართა ყოველდღიური კვების რაციონში შედიოდა და დღესაც იგი საქართველოში ერთ-ერთი პოპულარული ტკბილეულია.

მაყაშვილის ბოტანიკური ლექსიკონის მიხედვით, თხილს საქართველოში იცნობენ შემდეგი დასახელებებით; თხილი (*Corylus*) მთ. რჭ. ფთხირი, ფთხილი; ჭნ. მთხირი; მგრ. თხირი; სვნ. შდის, შდგხგნდ, შდისხგნდ.

თხილი დათვისა ნ. დათვის თხილი. დათვისთხილა (*Corylus iberica* Wittm. Et Kem. Nath. (= *Corylus*

colurna auct. cauc.) ქრთ. დათვისთხილა; ინგ. ტყიურა თხილ; მგრ. ტყარ თხილი.

თხილი კოლხური ნ, კოლხური თხილი. კოლხური თხილი (*Corylus colchica* A L B).

თხილი ლომბარდიული ნ. ლომბარდიული თხილი. ლომბარდიული თხილი (*Corylus maxima* Mill. (= *C tubulosa* Boissa.).

თხილი მანჯურული ნ. მანჯურული თხილი. მანჯურული თხილი (*Corylus manshurica* Max).

თხილი მიწისა ნ. არაქისი. არაქისი მიწის თხილი *Arachis hipogaea* L. მგრ. დისაში თხირი.

თხილი პონტოური ნ. პონტოური თხილი. პონტოური თხილი *Corylus pontica* C. Koch.

თხილი ჩვეულებრივი ნ. ჩვეულებრივი თხილი. ჩვეულებრივი თხილი (*Corylus avelana* L) მთ. რჭ. ფთხილი, ფთხირი; ჭნ. მთხირი, ნთხირი; მგრ. თხირი; სვნ. შდის, შდგხგნდ.

თხილის ზეთის გამოყენება ქართული ისტორიული წყაროების მიხედვით

ნელ და გადამუშავებულ თხილის გულს ფართოდ მოიხმარენ საკონდიტრო წარმოებაში. გახეხილი თხილის გული გამოიყენება მშრალი საუზმისათვის, აგრეთვე შოკოლადის კრემის წარმოებაში და სხვ. თხილისგან ხდიან ზეთს, რომელიც საკვებ, ტექნიკურ და პარფიუმერულ წარმოებაში გამოიყენება. მშრალი თხილის გულისაგან მზადდება ფქვილი, რომელიც ბავშვთა საკვები პროდუქტებისათვის გამოიყენება და ორი წლის განმავლობაში არ კარგავს კვებით ღირებულებას და ზეთოვან თვისებებს.

თხილს სამკურნალო თვისებებიც აქვს. ძველბერძნულ ხალხურ მედიცინაში თხილის ზეთით მკურნალობა ცნობილია ანემიის, ეპილეფსიის, თმის ცვენის, სხვადასხვა დაავადების დროს, თხილის ნაყოფის საბურველის (ჩენჩოს) ნახარშს სვამენ მოჭარბებული სიმსუქნის დროს, ფოთლების ნახარში კი ასუფთავებს სისხლს და მიმარ-

თავს ათეროსკლეროზის და კენჭოვანი დავადებების სამკურნალოდ. ამასთან თხილი შეიცავს ნივთიერებებს, რომლებიც ადამიანის ორგანიზმიდან მავნე ნივთიერებებს გამოდევნის და ხელს უწყობენ იმუნური სისტემის გაძლიერებას. აშშ-ში, პორტლენდის უნივერსიტეტის მეცნიერებმა, თხილის ექსტრაქტში აღმოაჩინეს ნივთიერება პაქლიტაკსელი, რომელიც შედის დღეისათვის ყველაზე ცნობილ ანტიბიოსივნიური პრეპარატის (TAXOL) შემადგენლობაში. დღემდე ამ ნივთიერების ერთადერთ ბუნებრივ წყაროდ ითვლებოდა ტისის მერქანი (ერთ-ერთი იშვიათი მცენარე, რომელიც გაერცვლებულია წყნარი ოკეანის სანაპიროს ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში). აღმოჩნდა, რომ თხილი ამ ნივთიერებას იგივე რაოდენით შეიცავს.

თხილის ზეთზე „იადიგარ დაუდიში“ არის ასეთი მითითება „...არის უკეთესი ზეთთაგანი იხმარებოდა წამლად...“. თირკმელების და ნეკნების ტკივილის შემთხვევაში რეკომენდირებულია შემდეგი მცენარეები: „... თუ ესე ნეკთა და თირკმელის ალაგისა ტკივილი სიმსურვმლისაგან არის, ... ამისი წამალი ეს არის რომე მხურვალი ოყნაები უყონ, მხურვალის ზეთებითა თბილსა ალაგსა შექონონ. ასფურის თესლის ერბო, ვითამცა და ალი სარჩულის ერბო, ინდურის ნიგუზის ზეთი, ნაჟვის ზეთი, ყუსტის ზეთი, თხილის ზეთი, წიფლის ზეთი, სელის ზეთი, ნიგუზის ზეთი თბილ თბილი შეიცხონდა ამ ზეთებშიგა ნუშის ზეთი გაურიონ და ჭამონ... „

ახლად გამოჯანმრთელებულ ადამიანებს ურჩევენ - „...მაგრამ ესე ბროწეულისა შარბათი სიქან ჯუბინითა იყოს და ნაჟვის გულისა ნიგოზსა, თხილსა, ნიშასთასა, და ჰალავაებსა და ტკბილსა საჭმელებსა ყუელას უფროთხილდენ, თვარადა უსათუოდ კიდევ შეაქცევს.

თხილი, ამა თხილსა სიხმე და სიმხურვალე ორივე სწორად და ზომიერად აქუს. კაცმან რომე თხილი ჭამოს, ხველისათვის მწოდ კარგი არის. და

დღედაცამან რომე ესე თხილი ჭამოს ბევრს რძესა ჩაუყენებს. და სიცივისა და სიგრილისაგან კაცსა რომე გული და სტომაქი სტკიოდეს და ესე თხილი ჭამოს, გულისა და სტომაქის ტკივილსა მაშინვე უშველის, მაგრამ კაცისა სტომაქშიგა გვიან დადნობის, კაცი გვიან მოიდნობს, კაცსა თავსა აატკივებს, თესლსა გაუხმობს და მწოდ მოაკლდებს. საფრას მოუმატებს, ქარს აუგდებს, და თუ კაცმან ბევრი თხილი ჭამოს და აწეინოს, ამისი წამალი და აქიმი შაქარი და შაქრიანი საჭმელები არის, ჭამონ და ეშველებს.

მუდამ წყლის ალაგსა თაფლ ჭყალი სუან. და ხილებისაგან თხილსა, ნაჟუსა, მართალსა ნიგოზსა, წიფელსა და ინდურის ნიგუზის გულსა მუდამად სჭამდენ“.

2. ჩვეულებრივი კაკლის (კაკალი, ნიგუზის ხე (ლათ. *Juglans regia*) ხის ნაყოფი



კაკლის გაერცვლებული ჯიშებია: 1. ჩვეულებრივი, 2. შამირა, 3. შავი კაკალი, 4. რუხი კაკალი, 5. გულისებრი კაკალი, 6. მანჯურის კაკალი (კერკეტა) და 7. ჩანდლერის, რომელიც მიიღება მყნობით და გამოირჩევა შედარებით მაღალი მოსავლიანობით. ასევე გვხვდება კაკლის შემდეგი ფორმები: ვაზისუბნის თხელნაჭუჭა, კახი-16, შილდა 31, ვაზისუბნის 95, თბილისური 223 და სხვა მრავალი.

საქართველოში ველური კაკლის ყველაზე დიდი კორომია მდინარე ალაზნის ნაპირებზე — პანკისის ხეობაში (10 პა) და ჯუმას ყურეში (ალაზნის ველის ჭალაში, 40 პა). კაკლის გული შეიცავს ცხიმებს (45-77%), ცილებს (8-21%), B1 ვიტამინსა და A პრო-ვიტამინს. მკვახე ნაყოფი მდიდარია C ვიტამინით, მწიფე კაკლის გულისაგან — ნიგვზისაგან — ხდიან ზეთს და ხმარობენ საკონდიტრო წარმოებაში. წენგოსაგან ამზადებენ ყავისფერ საღებავს. ფოთლები და წენგო იხმარება მედიცინაში.

მაყაშვილის ბოტანიკური ლექსიკონის მიხედვით, კაკალს საქართველოში შემდეგი დასახელებით იცნობენ: კაკალინ. ჩვეულებრივი კაკალი. ჩვეულებრივი კაკლის ხე, კაკალი (*Juglans regia* L.). გურ., იმ., მგრ ნეძი; სვრ. კაკრა, კაკ ბაკ.

კაკალი წყლისა ნ. წყლის კაკალი. წყლის კაკალი, ჭულუმბური. მგრ. ოხოხია; ჩ. ბალახწაბლა.

ნიგვზის ზეთი დაავადებათა წინააღმდეგ:

კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის დაავადებები: ბეტა-სიტოსტეროლი ამცირებს ქოლესტერინის ნაწლავებში შეწოვის უნარს, ასუფთავებს მის კედლებს. ნიგვზის ზეთის რეგულარული მიღება აჯანსაღებს კუჭ-ნაწლავის სისტემას, კურნავს წყლულებს. ნახევრებია მისი მიღება მაღალი მუავიანობით მიმდინარე გასტრიტის შემთხვევაში. ზეთი დაბლა წევს კუჭის წვენის მუავიანობას, აქრობს გულმარვას. წარმატებით გამოიყენება ქოლესტისტიტის, კოლიტის, წყლულის კომპლექსურ მკურნალობაში. აძლიერებს ნაღვლის წვენის გამოყოფას, ხდის ნაღვლის სადინარებს ელასტიკურს ხდის, აძლიერებს და ადაღვენს ღვიძლის უჯრედებს. რეკომენდებულია მწვავე და ქრონიკული ჰეპატიტის დროს. ამის გარდა, ნიგვზის ზეთი ხელს უწყობს ჭიების გამოდევნას ორგანიზმიდან.

გულ-სისხლძარღვთა სისტემა: ნიგვზის ზეთი აწესრიგებს გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მუშაობას. ზეთის ზემოქმედებით სისხლძარღვები ხდება მკვრივი და ელასტიკური. ზეთი დაბლა

წევს ქოლესტერინის დონეს სისხლში. აწესრიგებს არტერიულ წნევას. დაბლა წევს ინსულტისა და ინფარქტის წარმოქმნის რისკს. აფერხებს ათეროსკლეროზისა და ტრომბოფლებიტის წარმოქმნას. ნიგვზის ზეთი ეფექტურად გამოიყენება ვენების ვარიკოზული დაავადების შემთხვევაში, ამავე დროს იგი იწვევს სისხლის წარმოქმნის პროცესის სტიმულირებას.

ენდოკრინული სისტემა: არეგულირებს ფარისებრი ჯირკვლის მოქმედებას. რეკომენდებულია ჯირკვლის მომატებული ფუნქციის (ჩიყვის) დროს. რეგულარული გამოყენებისას ამცირებს შაქრის დონეს სისხლში.

ნერვული სისტემა და თავის ტვინი: ზეთში შემავალი ვიტამინები დადებითად მოქმედებს ნერვულ სისტემაზე. ზრდის გონებრივი მუშაობის შესაძლებლობას, აწესრიგებს ძილს და ხსნის დადლილობას. ამ ზეთის აქტიური კომპონენტები აუმჯობესებს თავის ტვინის კაპილარების ელასტიკურობას, კვებავს თავის ტვინის უჯრედებს.

შარდსასქესო სისტემა: ხელს უწყობს თირკმელების რბილ გასუფთავებას. რეკომენდებულია თირკმლის კენჭოვანი დაავადების დროს. აძლიერებს სისხლის მიმოქცევას სასქესო ორგანოებში. მამაკაცებში აძლიერებს სპერმატოგენეზს.

ონკოლოგიური დაავადებები: ნიგვზის ზეთის რეგულარული მიღება დაბლა წევს წინამდებარე ჯირკვლის, მსხვილი ნაწლავის, საკვერცხეების და მკერდის კიბოს წარმოქმნის რისკს. გარდა ამისა იცავს უჯრედებს თავისუფალი რადიკალების ზემოქმედებისაგან. მაღლა წევს ორგანიზმის წინააღმდეგობას რადიაციული და რენდგენოლოგიური დასხივების მიმართ. გამოყოფს რადიონუკლიდებს და კანცეროგენებს ადამიანის ორგანიზმიდან.

სუნთქვითი სისტემა: უძველესი დროიდან გამოიყენება ფილტვის დაავადებათა სამკურნალოდ, კერძოდ ტუბერკულოზის. ნიგვზის ზეთი აძლიერებს იმუნურ სისტემას, აქედან გამომდინარე ამაღლებს ორგანიზმის მდგრადობას რესპირატო-

რული დაავადებების მიმართ. სასურველია გამოვიყენოთ შემოდგომა-გაზაფხულზე, როგორც გრიპისა და გაციების პროფილაქტიკური საშუალება.

მხედველობისა და სმენის ორგანო: ნიგვზის ზეთის რეგულარული მიღება აუმჯობესებს მხედველობას. ის გამოიყენება ოტიტის დროს.

საყრდენ – მამოძრავებელი სისტემა: ნიგვზის ზეთი ეფექტური საშუალებაა ართრიტების და ართროზების პროფილაქტიკისათვის. ამ ზეთის კომპონენტები არეგულირებს სასახსრე სითხის სტრუქტურას.

კანის დაავადებები: ნიგვზის ზეთი გამოიყენება კანის ნებისმიერი ანთებითი დაავადებების დროს. ის აჩქარებს ჭრილობების, ნახეთქების, დამწვრობების შეხორცებას. გამოიყენება ფსორიაზის, ეგზემის, ფურუნკულოზის დროს.

ნიგვზის ზეთი, ასევე რეკომენდებულია ფეხმძიმეთათვის, რადგან მასში შემავალი კომპონენტები მონაწილეობენ ნაყოფის ნერვული უჯრედების ჩამოყალიბებაში. მეტუქურ დედებში აძლიერებს ლაქტაციის პროცესს, აუმჯობესებს დედის რძის კვებით ღირებულებას.

ეს უნიკალური ზეთი საჭიროა ბავშვებისათვის, რადგან ხელს უწყობს ბავშვის ფიზიკურ, გონებრივ და სქესობრივ სრულფასოვან განვითარებას. განსაკუთრებით სასურველია მისი მიღება მოზარდებისათვის.

როგორც მაღალი კვებითი ღირებულების პროდუქტი, ის აუცილებლად უნდა იქნეს ჩართული ოპერაციის შემდგომ, რეაბილიტაციის პერიოდში ავადმყოფთა რაციონში.

ნიგვზის ზეთი წვავს ცხიმებს. არეგულირებს ნივთიერებათა ცვლას და ხელს უწყობს ორგანიზმის გაახალგაზრდავებას.

ნიგვზის ზეთი შეიცავს A, E, C, B ვიტამინებს, მიკრო და მაკროელემენტებს (თუთიას, სპილენძს, კალციუმს, მაგნიუმს, რკინას, ფოსფორს). აუცილებელია ხანში შესული ადამიანებისთვის.

ნიგვზის ზეთის მიღების უკუჩვენებები: ნიგვზის ზეთი – ჰიპოალერგიული პროდუქტია, მაგრამ ინ-

დივიდუალური აუტანლობის შემთხვევაში მისი მიღება უნდა შეწყვიტოს. არ შეიძლება მისი მიღება აგრეთვე მოწამლის, ღებინების, მაღალი ტემპერატურის, ეროზიული გასტრიტის, კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულის, დაბალი მუავიანობის დროს. ამ დიაგნოზებით დაავადებულმა ადამიანებმა ნიგვზის ზეთის მიღების წინ უნდა გაიარონ კონსულტაცია ექიმთან.

„იადიგარ დაუდის“ 1932 წლის გამოცემაში აღნიშნულია, რომ ნიგვზი „... მხურვალი და ხმელია, ვინცა ესე ნიგვზი წმიდად დანაყოს და კაცსა რომე სევდის სიმსივნე ჰქონდეს სიმსივნეზედა დაადვას, ან ამ ნიგვზისა ზეთი შესცხონ სიმსივნეს უსათუოდ უშველის ძალითა ღთისათა...“

ფილენჯის ქარის ქორეას (Chorea) სამკურნალოდ რეკომენდაცია აქვს გაწეული ნიგვზის ზეთს - „... ნიგვზისა, ნაყვისა, და წიფლის ზეთების ჭამა, და მტკივანსა ალაგსა შეცხება, ფილანჯისა და ყოვლის ფერის ფილანჯის ქარისათვის, მწოვედ კარგი არის, რომე ცალი კერძო მხარი და ბარკალი შეეტაცოს, და თავისა და ხელფეხის თრთოლისათვის მწოვედ კარგი არის...“.

იგივე გამოცემაში ვკითხულობთ საუბარია ზეთების გამოყენებაზე ყურის ტკივილის დროს: „... ვინცა მწარის ნუშის ზეთი, ან ტკბილის ნუშის ზეთი, ან ნიგვზის ზეთი, და ან ჭერმის კურკის ზეთი, და ან აყიროსა, ან იისა ლულუფისა, და ან ვარდის ზეთი, ამ ზეთებშიგა რომელიც იყოს გაათბეთ და კაცსა თბილი ყურშიგა ჩააწვეთეთ, და ყურის ტკივილსა ყუელა უშველის, და ბუილსა და ყუილსა ყველას გაუგდებს...“

ხოლო ჭიის დასაყრელ წამლად მითითებულია რამდენიმე მცენარეთა ნაკრები, რომლის შემადგენლობაშიც აუცილებლად გათვალისწინებულია ნიგვზის ზეთი - „... აწე თასანუჯი, ემთილას, წამლები ის არის, რომე როცა წამლები ფილენჯსა და ფილენჯის ქარზედა დაგვიწერია, ისივ წამლები

ამავ თასანუჯი, კმითილას, უნდა უყოთ. და მუდამ თავსა და გულზედა ყუსტის ერბო, სუზაბის ერბო, ნიგუზისა და ნაჟვის ზეთი, წიფლის ზეთი გამოსხადონ, გაათბონ და შესცხონ, და დანაყილი მარილი, უხანღუხის ან თესლი ან ფოჩი საჯშიგა ესეები მოხალონ და მწოდე გააცხელონ, და ერთსა სამოსლისა ნაჭერშიგა ჩაყარონ და თბილ თბილი გულსა და სტომაქზედა დაადვან...”

ღვიძლისა და თირკმელის ტკივილების დროს – „ ... აწე ამა სენისა წამალი ეს არის რომე, მსურვალის ზეთებითა ცეცხლის პირსა თირკმლის ალაგები კარგად დაიზილოს, და კარგად ცეცხლი იმცხუნვარონ, რომე ქარი და სიცოვე გააგდოს და თირკმელსა

ძალი მისცეს. ასფურის თესლის ზეთითა, ვითამცა და იფნის ხის თესლის ზეთითა ან ნიგუზის ზეთითა, ან ნაჟვისა და ინდაურის ნიგუზის ზეთითა, ან ნუშის ზეთითა, ან წიფლის ზეთითა, და ან მართლის ერბოთა ან თხილისა ან ზეთის ხილის ზეთითა, ან სელისა და ან ყუსტის ზეთითა, ან ქათმისა ან იხვისა და ან ბატის ქონითა შეიქონონ და კიდეცა ჭამონ.

საერთო სისუსტის და ცხვირიდან სისხლდენის დროს და „ ... უერბოვო ცივი დო ასუან და კიტრი საზამთრო და ნიგოზი ბევრი აჭამონ ... ცხვირშიგა იის ზეთი ჩააწვეთონ და თავზედა აყიროს ზეთი შემოსცხონ ...“

3. გოგრის (ლათ. Cucurbita) თესლი



გოგრის 13 სახეობიდან ფართოდაა კულტივირებული ერთწლოვანი 3 სახეობა: მსხვილნაყოფა ანუ გიგანტური გოგრა, რომლისგანაც გამოყვანილია სუფრის, საკეები და დეკორატიული ჯიშები — თეთრი თაფლა 611, მსხვილნაყოფა 1 და სხვა; მაგარკანიანი ანუ ჩეულებრივი გოგრა (ხოკერა, საქართველოში ძველთაგანვე გავრცელებული).

თესლი მსხვილი, ოვალური, თეთრი ან მოყვითალოა, გოგრის ძირითად ღირსებად მიიჩნევა კაროტინისა და ვიტამინების დიდი რაოდენობა. ამ ბოსტნეულის რბილობი ასევე შეიცავს დიდი რაოდენობით D ვიტამინს. ბავშვებისთვის ის განსაკუთრებით სასარგებლოა, რადგან აჩქარებს ზრდას,

ხოლო მოზრდილებში აუმჯობესებს კალციუმის შეწოვას, ამაგრებს ძვლებს და კბილებს, გარდა ამისა, გოგრაში არის B, C, D, PP, E ჯგუფის ვიტამინები. ანელებს დაბერების პროცესს და ეხმარება ადამიანს ოპტიმალური წონისა და სექსუალური აქტიურობის ნორმის ფარგლებში შენარჩუნებაში. ისევე, როგორც ყველა ნარინჯისფერი ნაყოფი, გოგრაც ანტიდეპრესანტად მიიჩნევა.

მაყაშვილის ბოტანიკური ლექსიკონის მიხედვით, გოგრას საქართველოში შემდეგი დასახელებით იცნობენ: ინგ. გუგრაა; იმ., რჭ. ლჩხ.კვახი; გურ.აჭარ. ხაპი; აყირო; ჭნ. კაიში, ყოყორე, ფელი; მგრ. კოპეშია; სენ. კვახნეს, კოპეშია.

გოგრა ყელიანი ნ. აყირო - აყირო ყელიანი გოგრა (*legenaria vulgaris Ser*) კხ. წყლის გოგრა გრ. კხ. თათრული გოგრა; თშ. კოკოშია.

გოგრა თაფლა ნ. თაფლა - გოგრა. თაფლა-გოგრა (*Cucurbita moschata D u c h e s n e*). კხ. თაფლა - გოგრა.

გოგრა თეთრი ნ. მსხვილი გოგრა. მსხვილი გოგრა, თეთრი გოგრა (*Curcubita maxima Duch*). მცხ. ქესტანა; ქვ. იმ. თეთრი კვახი; გურ. ბამბის ხაპი; მგრ. ჩქინობურა კოპეშია.

გოგრა მეჭუჭიანი ნ. მეჭუჭიანი გოგრა. მეჭუჭიანი გოგრა (*Cucurbita verrucosa L*). კხ. ხორკლიანი გოგრა, მუწუკიანი გოგრა; თშ. კეტრიანი გოგრა; ზმ. იმ. კვახკვერცხა; მგრ. ხოკორია, ტკიანი კოპეშია, ბუსკულაში კოპეშია.

გოგრა ხოკერა ნ. ხოკერა გოგრა. ხოკერა-გოგრა (*Cucurbita pepo L*). კხ. ქერუჭა - გოგრა, ხაკარა გოგრა; იმ. ხოკერა, ხოკორა - კვახი, შავკვახა; გურ. ხაპურაი; ჭნ. ხოპერაში; მგრ. ხოკორია - კოპეშია, ხოკო.

გოგრის თესლისაგან ხდიან საჭმელ ზეთს. სამკურნალოდ გამოიყენება რბილობი და თესლი. რბილობი შეიცავს პექტინებს, ცილებს, ცხიმებს, ნახშირწყლებს, უჯრედის, ორგანულ მუავებს, კაროტინს; კალიუმის, მაგნიუმის, რკინის მარილებს, შაქრებს, ფიტოსტერინებს, ვიტამინებს. თესლში არის ფიტოსტერინები, ორგანული მუავები, ფისები, ვიტამინები.

გოგრის რბილობს გააჩნია ნაღველმდენი, დამარბილებელი, ანთების საწინააღმდეგო და შარდმდენი თვისებები; აუმჯობესებს კუჭ-ნაწლავის მოქმედებას, არეგულირებს ნივთიერებათა ცვლას. თესლი გამოიყენება ჭიის დასადენად. გოგრას იყენებენ ანემიის, ტუბერკულოზის, სიყვითლის, ჰიპოტონიის, ნევროზის, ნიკრისის ქარის, ქოლერის ცისტის სამკურნალოდ. იგი მდიდარია დასუსტებული თვალებისთვის აუცილებელი კერატინით.

ხალხურ მედიცინაში გოგრისგან გამოხდილ წვენს იყენებენ თირკმელებისა და ღვიძლის დაავადების დროს.

აყირო, ყელიანი გოგრა L. *Legenaria vulgaris Ser.*



კახური - წყლის გოგრა; გარეკახური - თათრული გოგრა; თუშური - კოკოშია; იმერული - კვატურა; რაჭული, ლენხუმური, ზემოიმერული - მწარე კვახი, სარწყულა კვახი; მთისრაჭული - ხრიკა, ხრიკას კვახი; გურული - მწარე ხაპი; აჭარული - კოში; ინგილოური - კოტოში; ჭანური - კარკალა, კოკოჩა, ჭურა; მეგრული - კოლო ჭურა, ჭურა, ტუტლა, ჭურაში კოპეშია; სვანური - ტუტვირ; რაფიელ ერისთავი - ყარყარა კვახი.

Synonym: გოგრა თათრული, გოგრა წყლისა, კოში, კოტოში, კოკოშია, კვატურა, კვახი მწარე, კვახი სარწყულა, კვახი ყარყარა, მწარე კვახი, მწარე ხაპი, თათრული გოგრა, სარწყულა კვახი,

წყლის გოგრა, ხაპი მწარე, ხრიკა, ხრიკას კვახი, ვარყარა კვახი.

აყიროს გამოყენება ქართული ისტორიული წყაროების მიხედვით. სამკურნალოდ გამოიყენება მისი თესლი და რბილობი. იადიგარ დაუდიში მითითებულია, რომ მოხარშული და დანაყული აყიროს ნაყენი არჩენს ”სტომაქის სიცხეს და სიმხურვალეს” ყურის ტკივილს, შეკრულობას, სიმსივნეს სხეულზე, ციებას, ცხელებას, თავის ტკივილს, ხველას...(გვ. 165; 232)... “აყირო გრილი და ნეღლი არის საფარას გააცუდებს, სისხლისა სიმხურვალესა დაავსებს, ძველის ხველისთვის მწოდ კარგი არის, სიცხისა და სიმხურვალისათვის მწოდ კარგი არის, კაცსა რომე, ან ეს აყირო მოხარშოთ (ხელით ჩამატებული) და აჭამოთ და ან დანაყოთ და ამისის გულის წყალი ასვათ, გულისა და სტომაქის სიმხურვალესა და სიცხესა მაშინვე ყველას გაუგდებს, კაცსა ყელსა და მკერდსა დაუღბობს. კაცსა რომე სიმხურვალითა ყური სტკიოდეს და ამა აყიროს წვენი გამოჰხადოს და ყურშიგა ჩაიწვეთოს, მაშინვე ყურის ტკივილს უშველის, კაცსა მუცელშიგა შეჰკრავს და კაცისა სტომაქშიგან ფიცხლად დაღნების. კაცმან რომე ნეღლი აყირო ცეცხლშიგა ჩაფლას და კარგად შეიწვას ამოიღოს და ამისი წყალი გამოჰხადოს, გააციოს, შაქარი ურიოს და სუას, ყოვლის ფერის მხურვლის სენის წამალი და აქიმი არის. ცხელეებისა, სნებისა, იარაყანისა და მხურვლის ხაფაყანისა. მაგრა ბევრი ამა აყიროს ჭამა ბევრს ფერსა ხილთებსა აშლის, ბაღლამსა გააძალიანებს წელეებსა და ფაშეებსა აწყენს და სტომაქსა აშლის. თუ კაცი ან შიგნით, ან გარეთ გასივდეს მოიტანე ნეღლის აყირო დანაყეთ, წვენი ასვით და ტლედ სიმსივნეზედა დასდევით და მაშინვე უშველის.

ვინცა აყიროს წვენი და ღვინო ერთგან გარიოს

და სუას მაშინვე მუცელშიგა გახსნის. თუ აყირომ კაცსა აწყინოს, ამისი წამალი და ნაწყენის გამქარებელი მდოგვი, პილპილი, მხურვალე მავუნები და კვეთა იქნების.

ამავ აყიროს ერბო, გრილი და ნეღლი არის, კაცსა ტვინსა და დამაღსა დაუღბობს და მალიხულიას სენისათვის და სარსამისათვის მწოდ კარგი და გამორჩეული წამალი არის, რომე ესე აყიროს ზეთი ცხვირშიგა ჩაიწვეთონ. კიდევ ესე აყიროს ერბო ცხარსა ძმარშიგან გაურიონ წამოადუღონ (ჩამატებულია ხელით) და სიმხურვალითა მტკივანს თავზედა შემოსცხონ, მაშინვე თავის ტკივილს უშველის და კაცსა ძილად მიაგდებს და ტკბილად დაეძინების, და კაცსა რომე დამალი სიხმელითა გაუხმეს, და ყელი და ხახა გაუშრეს და ამა აყიროს ერბოსაგან ცხვირშიგა ჩააწვეთონ და ცხვირზედაცა დასცხონ, და ორივე ყურები ამა აყიროს ერბოშიგა უნდა ედვას, უსათუოდ დამალი გაუნედლდების, და ყელი და ხახაცა უსათუოდ დაუღბების და კაცი მორჩების. (ამ ფურცლის გვერდის აშიაზე სწერია დედნის ხელით „ამის ზეთს ერბო ჰქვიან“

თოხმაქანისა, კიტრისა და აყიროს თესლები დანაყონ, და ამათი ლუბი გამოჰხადონ და ასვან. საზამთროსა, შუმხიარისა და ქანის თესლი ამავ რიგად ასვან, და თუ შაქარი იყოს, შაქრითა ასვან, და თუ შაქარი არ იყოს უშაქროდ ასვან, და ნეღლი აყირო ცომშიგა ჩადვან და ცხელს ნაცარშიგა ჩაფლან, რომე კარგად შეიწვას, მერმე გამოიღონ წყალი გამოჰხადონ, გააციონ, შაქარი ურიონ და ასვან, ყოვლის მხურვლის სენისწამალი არის.

ვინცა აყიროს ზეთი ცხვირსა და ყურშიგა ჩაიწვეთოს, და ან ხშირად უსუნოს, თავის ტკივილი ეშველოს უსათუოდ და დამალი და ტვინი გაუნეღლოს. ან ვინცა ესევე ერბო ძმრით გააყენოს და წამოადუღოს, და თავსა და საფეთქლებზედა შეიც-

ხოს თუ თავი ან საფრისა, და ან სისხლისა და ან სხვის სიმხურვალისაგან სტკიოდეს, უსათიოდ თავის ტკივილი ეშველოს, და ტკბილად დაიძინოს.

კიდევ ვისცა დამალი გაუხმეს, და ან ყელი და ხახა გაუშრეს, მოიტანე ესე აყიროს ზეთი და ორსავე ცხურიშიგა ააწურე, და ცხურიხედაცა შეუსვი, და ორივე ყურები ერთსა უამამდისინ, ამა აყიროსა ზეთშიგა ჩაუდეგ, და უსათიოდ დამალი გაუნელდების, და ყელი და ხახა გაუნელდების და დაულებების.

და თუ ამა აგად მყოფსა ძილი არ მოუვიდოდეს, ცხვირშიგა იის ზეთი ჩააწვეთონ და თავზედა აყიროს ერბო შემოსცხონ ან ისევ იის ერბო შემოსცხონ, და ხელი და ფეხი კარგად დაუხილონ.

თავზედა აყიროსა, ან იისა და ან ლულუფურის ერბო შეიცხონ. თავის ტკივილს უსათიოდ უშველის.

გველისა და მოურიელის ნაკბენის შემთხვევაში ურჩევენ... მოიტანე ერთი მომცრო პირ მოჭრილი აყირო და ამა აყიროშიგა ცოტა დაწეწილი ბამბა ჩადეგ და ამა ბამბასა სანთლითა ცეცხლი მოუკიდე და ნაკბენზედა დაადეგ, კოტოშსავითა მოუჭირებს და მოეკიდების, და როდისცა მწოვედ მოკიდოს, ძალად უნდა მოგლიჯონ და შხამსა უკან უკმოაბრუნებებს და გამოიღებებს...”

4. ნესვის (Cucumis melo) თესლი – საქართველოში ნესვი დიდი ხანია ცნობილია. კულტურაში უმეტესად სუფრის ნესვია გავრცელებული. ნესვის თესლი ბრტყელი, კვერცხისებური და წაგრძელებულია.

მაყაშვილის ბოტანიკური ლექსიკონის მიხედვით, ნესვს საქართველოში იცნობენ შემდეგი სახელით; ნესვი (*Melo sativus Sageret*) (= *Cucumis melo* L. var. *cultus* Kurz.) ინგ. ნეს; ჭნ. კავონი; მგრ., სვნ. შინკა.

ნესვის თესლი – პოტენციის ასამაღლებელი უძველესი საშუალებაა. ამ მიზნით უმი თესლის დაღვჭვაა რეკომენდებული, უმჯობესია, თავფლთან ერთად და აუცილებლად ზომიერების დაცვით – არა უმეტეს დღეში ორი გრამისა.

ნესვის თესლი მდიდარია თუთიით, რაც იმას ნიშნავს, რომ მისი საკვებად გამოყენება აუმჯობესებს თმისა და კანის მდგომარეობას. საკმარისია, დღეში 2-5 გრამი ახალი თესლის მიღება (შეიძლება თავფლთან ერთადაც), რომ გარეგნობა შესამჩნევად გაგვიუმჯობესდეს.

ნესვზე იადიგარ დაუდიში ვკითხულობთ ასეთ მითითებას;

... “ასრე კაცმან პირველ ის წინა ხილები ჭამოს და ამას უკან ესეები ჭამონ. და რა ნესვი ჭამონ, ნესტუან სხვა ხილი და საჭმელი აღარა ჭამონ. ამისთვის რომე რასაც საჭმელთანა ნესუსა სჭამ, იმა ყოველსა საჭმელსა წაახდენს.

კაცსა რომე შარდი სწვეთდეს, და ან შარდი გასდიოდეს, იმას დაუჭირავს და უშველის. და ვინცა ორი დრიჰამი ნესვის თესლი გამოარჩიოს და ჭამოს, კაცსა კარგად შეერგების, გულსა და სტომაქსა გაუთბობს და ბევრს თესლს ჩაუყენებს.

თუ კაცსა შარდი დაჭირული ჰქონდეს, მოიტანე ცერეცო და წყლით მოადუღონ, და ცოტა იის წყალიცა გაურიონ და ზომიერი თაფლი ჩააგდონ, მოადუღონ და კიტრისა და ნესვის თესლები დანაყონ და წყალი გამოჰხადონ, და ესეც ამა ცერეცოს წყალშიგა ჩაურიონ, მოადუღონ, ყავამზედა მოიყვანონ და სვან. ესე შარბათი ამა სენისათვის მწოვედ კარგი და მრავალჯერ დაცდილი არის. მაგრამ ესე შარბათი და წამლები მწოვედ ცხელი არ უნდა სვან, თვარამდა ესე იცოდით, მწოვედ შარდსა უფრო შეხუთავს.

ცივებ ცხელების დროს საჭმელი ცოტა აჭამონ და ყველასა დაწოლის დროსა კიტრისა, ნესვისა, შუმხიარისა და ქანის თესლის გულეები დანაყონ, და ამათი რძე გამოჰხადონ, და სიქანჯუბინშიგა გაურიონ და ასვან, და გულსა და სტომაქსზედა ცივი ვარდის ერბო გარდაკრან”.

გველისა და მორიელის ნაკებზე სხვა სამკურნალო საშუალებებთან ერთად ნახსენებია ნესვის ზეთი. ნესვის ზეთის ბაზაზე დამზადებული მაღალი... “ვინცა თეთრის ნესვის თესლი ან გული დანაყოს და ამისი წვენი ასვას და ნაკებზედაცა დასცხოს ყოველის მძრომლისა, ნაკებნისა, თერიაყი და გამქარვებელი არის”.

დასკვნა

ამრიგად, ჩვეულებრივი კაკლის (*Juglans regia*) და თხილის (*Corylus*) ნაყოფების, გოგრის (*Cucurbita*) და ნესვის (*Cucumis melo*) თესლების სამკურნალო მნიშვნელობა საინტერესოდ დასტურდება ქართული ლიტერატურული წყაროებით; ნაშრომში განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ქართულ ისტორიულ წყაროებში და კარაბადინებში მოტანილ მასალებს.

როგორც ირკვევა:

ა) **ნესვის თესლი** – პოტენციის ასამაღლებელი უძველესი საშუალებაა, ის მდიდარია თუთიით, რაც იმას ნიშნავს, რომ მისი საკვებად გამოყენება აუმჯობესებს თმისა და კანის მდგომარეობას; გველისა და მორიელის ნაკებზე სხვა სამკურნალო საშუალებებთან ერთად ნახსენებია

ნესვის ზეთი. ნესვის ზეთის ბაზაზე დამზადებული მაღალი;

ბ) **გოგრის თესლი** – არის ძლიერი ჰეპატოპროტექტორი, მისი ზეთი იცავს ღვიძლს და ნაღვლის ბუშტს ქვების დაგროვებისგან; ის იცავს ღვიძლს და ნაღვლის ბუშტს ქვების დაგროვებისგან და აუმჯობესებს ღვიძლისა და ნაღვლის ბუშტის მუშაობას;

გ) **ნიგეზის ნაყოფი და ზეთი** – რეკომენდებულია კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის, გულ-სისხლძარღვთა და ენდოკრინული სისტემების, ნერვული სისტემის და თავის ტვინის დაავადებების სამკურნალოდ და პროფილაქტიკისთვის;

დ) **თხილის კულტურა** – თავისი ეკონომიკური მნიშვნელობით დიდ ინტერესს იწვევდა და დღესაც ყურადღების ცენტრშია, რასაც უპირველეს ყოვლისა განაპირობებს მისი ნაყოფის მრავალმხრივი გამოყენება. როგორც ქართულ, ასევე ძველებერძულ ხალხურ მედიცინაში თხილის ზეთით მკურნალობა ცნობილია ანემიის, ეპილეფსიის, თმის ცვენის, სხვადასხვა დაავადების დროს, თხილის ნაყოფის საბურველის (ჩენჩოს) ნახარშს სვამენ მოჭარბებული სიმსუქნის დროს, ფოთლების ნახარში კი ასუფთავებს სისხლს და მიმართავენ ათეროსკლეროზის და კენჭოვანი დაავადებების სამკურნალოდ.

ლიტერატურა

1. Lisitsyn A. N., Klyuchkin V. V., Paronyan V.Kh. Fat and oil industry / Monograph "Food industry in Russia in a market economy". Pishchepromizdat. Moscow. 2002. (in Russian).
2. Gelovani N., Tsintsadze T., Tsikarishvili Kh., Gvelesiani I., Targamadze L. The culture of Melon (CUCUMIS - MELO) in Georgian historical sources. Georgian chemical journal. Vol. 11, (4). 2011, 469-471 pp. (in Georgian).
3. Skhiladze R., Gelovani N., Tsikarishvili Kh. Drug technology. "Saunje". Tbilisi. 2009 (in Georgian).
4. Skhiladze R., Gelovani N., Tsikarishvili Kh. The origins of drug technology. "Saunje". Tbilisi. 2009 (in Georgian).
5. Ioseliani D. Encyclopedia of folk Medicine. Tbilisi. 2003, 240 pp. (in Georgian).
6. Kheteshvili S. Health treasure. "Khelovneba". Tbilisi. 2008 (in Georgian).
7. Gogichadze G., Kandelaki G., Gogichadze T. Dictionary of biological and medical terms and concepts. "Meridian". Tbilisi. 2011, 442 pp. (in Georgian).
8. Bagrationi D. Iadigar Daudi. 16th-century medical encyclopedia. Edit. Elerdashvili A. "Fantazia". Tb., 2006 (in Georgian).

UDC 613.26

SCOPUS CODE 3002

THE MEDICINAL VALUE OF JUGLANS REGIA AND CORYLUS YIELDS, CUCURBITA AND CUCUMIS MELO SEEDS ACCORDING TO GEORGIAN FOLK SOURCES

- G. Pataridze** Department of Chemical Technology and Biotechnology, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: gigapataridze7@gmail.com
- N. Gelovani** Department of Chemical Technology and Biotechnology, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: n.gelovani@gtu.ge
- M. Maisuradze** Department of Chemical Technology and Biotechnology, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: m_maisuradze@gtu.ge

Reviewers:

- T. Gigoshvili**, Associate Professor, Department of Pharmacy, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, GTU
E-mail: t.gigoshvili@gtu.ge
- Kh. Tsikarishvili**, Associate Professor, Department of Pharmacy, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, GTU
E-mail: kh.tsikarishvili@gtu.ge

ABSTRACT. A large number of plants used in folk medicine requires a number of appropriate scientific researches to determine the content of biologically active substances in them, the area of their distribution, natural resources and production capabilities.

From the plants we have selected: 1. the hazelnut (*Corylus*), 2. the usual walnut (nut, *Juglans Regia*), 3. *Cucurbita* seeds, 4. *Cucumis Melo* seeds.

Hazelnut oil is used in food, technical and perfume products. Flour from dry hazelnut nuts makes flour, which is used for baby food products.

The oil of walnut (*Juglans Regia*) contains vitamins A, E, C, B, micro- and macronutrients (zinc, copper, calcium, magnesium, iron, phosphorus). This product is indispensable to the elderly.

There were many pumpkin names used in Georgia: pumpkin, kwah, hapi and akiro. The pumpkin flesh and seeds are used medicinally. Seeds contain phytosterols, organic acids, resins, vitamins.

The health properties of these plants are mentioned in medical monograph “Iadigar Daudi”.

Melon seeds are rich in zinc, which means that it is used as a medicine to improve the condition of hair and skin.

KEY WORDS: *Corylus*; *Cucurbita* and *Cucumis Melo* seeds; *Juglans Regia*; natural resources.

UDC 613.26

SCOPUS CODE 3002

МЕДИЦИНСКАЯ ЦЕННОСТЬ ПЛОДОВ: ГРЕЦКОГО ОРЕХА (JUGLANS REGIA), ФУНДУКА (CORYLUS), СЕМЯН ТЫКВЫ (CUCURBITA) И ДЫНИ (CUCUMIS MELO) В СООТВЕТСТВИИ С ГРУЗИНСКИМИ НАРОДНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

Патаридзе Г.Г.	Департамент химической и биологической технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69 E-mail: gigataridze7@gmail.com
Геловани Н.Дж.	Департамент химической и биологической технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69 E-mail: n.gelovani@gtu.ge
Майсурадзе М.Г.	Департамент химической и биологической технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69 E-mail: m_maisuradze@gtu.ge

Рецензенты:

Т. Гигошвили, ассоциированный профессор Департамента фармации факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: t.gigoshvili@gtu.ge

Х. Цикаришвили, ассоциированный профессор Департамента фармации факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: kh.tsikarishvili@gtu.ge

АННОТАЦИЯ. Большое количество растений, используемых в народной медицине, требует от них ряда научных исследований. Чтобы определить содержание в них биологически активных веществ, территории их распространения, природных ресурсов и производственных возможностей, из растений мы выбрали: плоды: 1. грецкого ореха (*Juglans regia*) и 2. фундука (*Corylus*), семена 3. тыквы (*Cucurbita*) и 4. дыни (*Cucumis melo*).

Масло фундука используется в пищевых, технических и парфюмерных продуктах. Из сухих орехов фундука делают муку, которая используется для продуктов детского питания.

Масло грецкого ореха (*Juglans regia*) содержит витамины А, Е, С, В, микро- и макроэлементы (цинк, медь, кальций, магний, железо, фосфор). Этот продукт незаменим для пожилых людей.

В Грузии было много названий тыквы: тыква, квах, хапи и акиро. Используются для лечения мякоть и семена тыквы.

В лечебных целях используются семена и мякоть тыквы. В древней книге Ядгара Дауди указано о полезных свойствах этих растений.

Семена дыни богаты цинком, это означает, что они используются в качестве лекарственного средства для улучшения состояния волос и кожи.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: грецкий орех; природный ресурс; семена тыквы; фундук.

ვანხილვის თარიღი 03.07.2017

შემოსვლის თარიღი 03.03.2018

ხელმოწერის დასაბუჯად 05.06.2018

UDC 615.038

SCOPUS CODE 3005

NEW ADAPTOGENIC PREPARATION

R. Melkadze Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68a M. Kostava str, 0175
Tbilisi, Georgia
E-mail: remeisi@mail.ru

Reviewers:

L. Gulua, Doctor of Biological Sciences, Agricultural University of Georgia, Kakha Bendukidze University Campus
E-mail: l.gulua@agruni.edu.ge

T. Megrelidze, Professor, Department of Food Industry, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com

ABSTRACT. Results of the study of new adaptogenic preparation (further "AP") convincingly demonstrate that it has property to raise resistance of an organism to stress, physical load, a poisoning by hypoxic poisons, to oxygen starvation, overheating and effect of bacterial endotoxine in the range of doses of 1-10 ml/kg.

The most remarkable of these effects - adaptogenic action at long immobilized stress which causes a pronounced triad of Selye in the majority of control animals – a hypertrophy of bark of adrenal glands and decrease in contents of an ascorbic acid (an attribute of the increased secretion of glucocorticoids), involution of timiko-lymphatic system and evident gastric mucosa. The "AP" in such conditions provides essential easing of metabolic and organ displays of stress that demonstrates the increase of nonspecific resistency of an organism and decrease under influence of BS alarm - reactions to injuring influences.

Another remarkable effect of "AP" – its adaptogenic action at daily physical overloads which at the majority of control animals is rather quickly led to overfatigue and full physical disability. In these conditions "AP" provides not only preservation, but also a gain of working capacity during daily work up to full exhaustion, thus extending the period of an efficient operational condition of animals.

As all models of overloads used here, intoxications and hypoxemic states characterize endurance of an organism in general and his main life support systems - biopower processes, functional stability of a brain and intimate -

vascular systems, the received results give the basis to conclude, that "AP" adaptogenic means, capable to raise the general nonspecific resistance of an organism to influence of various factors causing frustration of a homeostasis.

The "AP" shows moderately expressed immunomodulatory properties - stimulates T-dependent B-cells proliferation and raises functional activity of phagocytes in the range of doses of 1-10 ml/kg.

Because of the high immunomodulatory properties, "AP" as a natural herb product, can actually increase the resistance and adaptive capacity of an organism.

KEY WORDS: Adaptogenic preparation; hypoxia; immunomodulation; resistance.

INTRODUCTION

The problem of creation of active adaptogens is not easy, but the experience gained in this field indicates that the performance-enhancing non-specific resistance of the organism and vitality have a lot of substances and products of multi-component composition. Severe biological activity of the family of Araliaceae plant extracts (Ginseng, Golden Root, Eleutherococcus, Aralia Manchurian et al.) is well known in folk and traditional medicine, representing the basis of many herbal remedies and drugs - adaptogens, neurostimulators, immunomodulators, providing versatile healing act.

Return to plant sources of extremely valuable biologically active substances - adaptogens and homeostasis correctors, is justified in connection with the emergence of large-scale environmental problems affecting large masses of the population. Since such drugs are intended primarily for permanent and mass use, they should be close in nature to nutritional supplements with healing properties. That is why biological products may be preferred for these purposes more than synthetic substances.

The "AP" considered in this article represents water-alcohol infusions of more than 25 spicy aromatic medicinal plants of the Alpine Caucasus of Georgia, with the addition of mountain honey and the unique red wine [1].

The development of this product is dictated by the idea to create a composition of herbs of folk medicine for a wide application as natural curative and prophylactic means with fortifying and adaptogenic properties.

The article presents the results of the study of the adaptogenic properties of the "AP" [2-11].

MAIN PART

Antistressful action. It is known, that various pathological conditions and extreme influences cause the common adaptable reaction of an organism, shown by standard triad Selye - a hypertrophy of a bark of adrenal glands, involution thymic-lymphatic bodies and detection in a gastroenteric path. Pharmacological means and phytopreparations - regulators of stress (adaptogenes) at preliminary introduction raise nonspecific resistibility of an organism to extreme influences and weaken reaction to stress from its humous and morphological consequences.

Experiments are carried out on 36 male rats Vistar in weight of 115-130 g, to whom intragastrically was entered "AP" in dozes of 1 and 3 ml / kg. during 7 days up to stressful influences. Control rats in quality placebo received water (0.3 ml / 100 g), and the biological control - only water and stress was not exposed.

Stress caused rigid fixing of rats on a back for 24 hours. After expiry of the term of fixing of animals hampered decapitation, took and weighed adrenal glands, thymus, a spleen. In adrenal glands determined the maintenance of an ascorbic acid - one of the most sensitive exponents of activation of synthesis of glucocorticoids (reaction with dichlorphenolindiphenole). Macroscopically estimated a condition mucous a stomach and an intesting, determined the contents of sugar in blood.

Preventive maintenance of physical overfatigue. It is known, that excessive physical loads at regular recurrence result, as a rule, in an increasing exhaustion of physical strengths, and sometimes - to irreversible pathological changes in a cardiac muscle and in both other bodies and systems. Adaptogenes, as against neurostimulators, are mobilized such as their action (fenamine, syndocarb and means similar to them) should raise stability of an organism in conditions of such chronic overloads. In this connection for an estimation of adaptogenic properties of a concentrate, the model of regular overloads at rats - daily run on trainbass with the submaximal speed up to full exhaustion has been used.

Influence of "AP" on stability to regular physical overloads is investigated in experiments on rats under the test of high-speed endurance at run on trainbass.

The test carried out on trainbass with automatic maintenance of the set speed of movement of pathes within 0.1 m / minutes. Operating reliability is estimated on time of run up to exhaustion (at speed of 32 m / mines) as which criterion repeated landing of animals to an electrode floor and other attributes of weariness served. For experiment there were selected standardized male rats (weight 120-130 g) after their preliminary training to skills of run in trainbass at the lowered speed. The selected animals shared on equivalent control and experimental groups on 10 individuals.

"AP" entered to experimental rats in dozes of 1 and 3 ml / kg intragastrically 1 hour prior to tests. Control rats received inside water in the same volume. Re-testing on serviceability carried out daily within 10 days. At every research rats received a preparation in the same dozes for 1 hour before run.

Anti-hypoxical properties. Stability of an organism to hypoxia - one of the most integrated parameters of a functional condition of various physiological systems and biopower processes. For an establishment of effects of "AP" on resistency to hypoxia models, hypobaric and hemic hypoxia, describing various mechanisms of realization antihypoxical effect are used.

Hemic hypoxia. Experiences are led on female mice (CBA x C57BL) F1. Hemic hypoxia caused nitrite of sodium in a fatal doze of 300 mg / kg. A "AP" 10 and 30 ml / kg on 1 entered unitary in dozes 3, hour before introduction of nitrite of sodium or repeatedly in dozes of 3 and 10 ml / kg during 7 days. Antihypoxical effect estimated on a survival time of animals at a fatal poisoning.

Hypobaric hypoxia. Influence of "AP" on stability of mice to hypobaric hypoxia was estimated on a survival

time of animals in a rarefied atmosphere at "height" of 11 kms.

Influence on stability to overheating. In experiences on 20 Vistar female rats in weight 220-250 g, there was estimated influence of "AP" on reactance of cardiovascular system and breath at total convectional overheating.

Animals preliminary were adapted for conditions of measurement of arterial pressure and pulse oscillative a method on tail arteries at temperature 36°C. Thermal stress (41°C) caused a stream of heated up air in the thermal chamber at the control of temperature of a stream over accuracy 0.2°C. The "AP" was entered 1 hour prior to tests in a doze of 10 ml / kg.

Antiendotoxic action. Generally biological effects of endotoxine – gramme-negative lipopolisaccharide the bacteria causing heavy infectious defeats (a belly typhus, a dysentery, salmonellosis) and toxico-infections, are caused by clearing an organism from lymphocytes and macrophages endogenic citokieve – tumor necrotive factor (TNF) responsible for the majority of displays of toxic action endotoxine in an organism (frustration hemodinamical, hypercoagulation of blood, a shock and destruction of animals). It is known that adaptogenes of the vegetative and synthetic nature raise resistance to bacterial invation and endotoxine. One of possible mechanisms of this protective effect - blockade of clearing TNF, involutive endotoxine.

For an estimation of protective properties of the "AP" containing a set of effective natural adaptogenes, in experiments on mice influence of a BS on involutive endotoxine clearing TNF has been investigated.

Experiments are conducted on hybrid mice - males in weight of 18-20 g. The "AP" was entered to animal intragastrically in dozes of 1 and 3 ml / kg within 6 days. As the positive control used a powder of roots of a ginseng in a doze of 10 mg / kg and the control on placebo – water. For 7 days all animals were intravenously entered endotoxine in a doze of 0.5 mg / mouse. In 1 hour the animals hammered decapitation for reception of whey of blood in which determined credit TNF citotoxic the test for monolayer culture mouse fibroblasts. For unit of activity accepted the cultivation of whey (EC50) causing 50 % destruction of cells in culture. Individual and middlegroups values EC50 determined regressive analysis with calculation of confidential intervals at $P \leq 0.05$.

Immunomodulate activity. Presence of the vegetative components with immunomodulating effects in the structure of "AP", was the basis for studying

immunotrophic actions of a nonalcoholic concentrate on influence on production antibodycounter cells (ABC) and fagocitary activity which on the known data are sensitive to various phytopreparation.

Stimulation of B-cells. Influence of "AP" on a condition of antibody estimated in experiments on hybrid mice in weight 21-23 g by amount of antibodycounter cells (ABC) in a spleen at immunization of roulea in the ram (3×10^8 cells). Immunization was carried out in 1 day after the termination of a 6-day's rate of introduction of a concentrate in dozes of 3 and 10 ml / kg or placebo (water) intragastrically. The amount of ABC in a spleen determined method Canningheim in 4 days after introduction of a Influence of "AP" on a condition of antibody is estimated in experiments on hybrid mice in weight 21-23 g, by amount of antibodycounter cells (ABC) in a spleen at immunization of roulea in the ram (3×10^8 cells). Immunization was carried out in 1 day after the termination of a 6-day's rate of introduction of a concentrate in dozes of 3 and 10 ml / kg or placebo (water) intragastrically. The amount of ABC in a spleen determined method Canningheim in 4 days after introduction of an antigene.

Influence on phagocytes. Experiments are carried out on culture peritonist the macrophages received from control and skilled mice after 6 - day time introduction of a concentrate in dozes of 1 and 3 ml / kg. Phagocyte activity determined on intensity of restoration of nitroblue tetrozole (NBT) in reply to stimulation phagocyte process zimozan. Peritoneal cavity washed off environment 199 with addition of 10 % of whey of large horned livestock, on 5×10^6 cells, landed on plastic cups Petrie in diameter 3.5 sm and we were incubating 2 hours at 37°C. After an attachment of cells environment replaced fresh, containing zimozan (50 mg / ml), incubated 30 minutes and then brought NBT (10 mg / ml) at the presence of which incubation proceeded 60 minutes. Dye extragated 1 M NaOH and optical density of an extract measured at 675 nanometers. In control cups zimozan did not bring or incubative tests with zimozan carried out at 40°C.

RESULTS AND THEIR DISCUSSION

Antistressful action. Results of researches are submitted in tab. 1.

It is established, that immobilized stress in the given updating causes in control rats distinctly expressed displays of reaction of a pressure - a hypertrophy of adrenal glands with falling the maintenance in them of

an ascorbic acid, involution of thymus and spleens, hyperglycemia and detection of mucous a stomach.

Introduction of "AP" in a doze of 3 ml / kg essentially weakens the above-stated displays of stress: the hypertrophy of adrenal glands decreases approximately

on 2/3 and decrement of an ascorbic acid is accordingly reduced, hyperglycemia almost is completely levelled, falling weight lymphatic bodies is authentically weakened. Frequency of development detection of gastric mucosa is reduced from 90 % up to 45 % (P≤05).

TABLE 1

Influence of "AP" (3 ml / kg) 1) on metabolic and organ displays of stress at the rats, caused immobilization

Parameters	Biological control	Stress	
		Placebo	"AP "
Adrenal glands, mg%	22.7±1.2	29.3±1.6 ⁺	25.4±1.3 ^U
Ascorbic acid-that adrenal glands, mg%	852±19	564±17 ⁺	681±19 * ⁺
Sugar in blood, mg%	115± 5	157± 6 ⁺	130± 5*
Thimus, mg%	174± 8	109±6 ⁺	137±7 * ⁺
Frequency of cases Detection of a stomach	0/9	8/9	4/9 ^T

Notes: ¹⁾ the AP entered within 7 days in groups - on 9 rats. ⁺ - Authentic variously with biological control (P≤0.05); * - the same in comparison with placebo by criterion t-Student; ^U - the same by U-criterion; ^T - the same on TMF.

In a doze of 1 ml / kg in a day, "AP" essentially has not affected on specified metabolic and organic displays of stress at rats. Thus, at course introduction possesses distinct antistressful activity estimated on hormonal and organic to displays of reaction of a pressure. The essence of antistressful effect of this multicomponent herbal preparation, probably, is that "AP" at repeated introduction induces a condition of the increased specific resis-

tibility of an organism and in this connection weakens a level alarm - reactions (hypersecretion of glucocorticoids) to injuring stimulus. In the given attitude "AP" simulates effects known as adaptogenes.

Preventive maintenance of physical overfatigue. Results of researches are submitted in table 2 where average values and medians of time of run of rats up to exhaustion are resulted daily during 10-day's experiment.

TABLE 2

Influence of daily introduction of "AP" on duration of run up to exhaustion at rats at 10- day's tests (minutes, M±m, n=10)

Days of tests	Placebo	A "AP" in dozes, ml / kg	
		1	3
1	13.2±0.9 (13)	13.4±1.0 (13)	13.4± 2.3 (13)
2	18.6±1.6 (18)	22.4±2.5 (20)	20.1± 3.4 (20)
3	25.6±4.5 (21)	27.4±4.0 (28) *	34.2± 7.2 (28) *
4	26.8±7.6 (19)	33.2±8.3 (29) *	36.6± 7.6 (30) *
5	24.5±8.0 (9)	32.2±7.8 (22) *	34.1±10.9 (20) *
6	17.1±7.1 (3)	34.4±8.0 (25) *	37.7± 8.5 (25) *
7	11.1±5.0 (3)	34.1±7.7 (24) *	24.0± b.8 (! b) *
8	11.9±4.9 (3)	24.4±5.2 (17) *	20.0± 4.1 (13) *
9	3.6±1.4 (3)	17.2±3.1 (13) *	21.4± 9.3 (7) *
10	4.2±2.2 (0)	14.4±3.1 (10) *	13.1 + 5. 3 (4) *

Notes: values of a median are specified in brackets; * - authentic distinctions with control (P≤05) over criterion Wilcoxon-Manna-Witny.

It is established that at the first test the “AP” essentially does not influence on average time of run up to exhaustion, however, further advantage of animals, receiving the preparation before work, stably accrues. Actually up to 8 - 9th day of daily loads at experimental rats, average time of run increases and at the greater half of these animals in 1.5-2 times absolute parameters of operationability grow. The share of experimental rats at which overfatigue (time of run develops falls below initial) makes 20-30 %.

At control rats other dynamics of operationability is observed at regular overloads. After 3-5 days of tests operationability at the majority of them falls below initial down to zero. In a result half of rats (see values of medians) after 5th day maintains loading of no more than three minutes and only at separate animal (30 %)

arise some training effect and time adaptation to loading (up to 7-8th day).

The “AP” possesses the maximal stimulating effect in a doze of 3 ml / kg. In this case the high operationability exceeding an initial level is kept at the greater half of rats till 8th day of continuous exhaustible loadings. At a doze of 1ml/kg the stimulating effect on operating reliability is a little bit lower, however adaptogenic action thus longer period, up to 10th day when the majority of control rats practically became completely incapacitated is shown.

Thus, “AP” renders expressed adaptogenic action at regular exhaustible loadings, providing preservation of high operating reliability at repeated tests in operating conditions up to limiting exhaustion.

Anti hypoxical properties. Results of researches are presented in tab. 3.

TABLE 3

Protective effect of “AP” on model sharp hemic hypoxia

Groups	Dozes, ml / kg	ALE, minutes ¹⁾	P	An index of
The control	-	18.5 ±1.1		
Unitary introduction	3	20.3 ±1.5		1.09
	10	23.4±1.8	<0.05	1.26
	30	25.7±2.2	<0.05	1.39
The control	-	17.6±0.8		
7-day's introduction	3	23.7 ±1.4	<0.05	1.34
	10	28.9±1.7	<0.01	1.64

¹⁾ - ALE - average life expectancy.

Apparently from tab. 3, “AP” renders antihypoxical action on model hemic hypoxia at unitary introduction in dozes of 10 and 30 ml / kg, but is more effective at repeated introduction.

Hypobaric hypoxia. It is established (tab. 4) that on the given model “AP”, at unitary introduction in dozes of 10 and 30 ml / kg increased life expectancy of animals

over 20 minutes in 100 % of cases at 14.6±2.4 minutes in the control and raised percent of survival rate in hypobaric conditions first 30 minutes of an exposition with 40 up to 80-100 %. In an interval of the tested dozes the preparation did not change a body temperature of animals.

TABLE 4

Influence of “AP” on stability of mice to sharp hypobaric hypoxia

Dozes of ml / kg	n	ALE, mines	Survival rate, %
The control (water)	10	14.6 ± 2.4	40
3.0	10	18.4±2.3	60
10.0	10	> 20 *	80*
30.0	10	> 20 *	100*

* $P \leq 0.05$ in comparison with the control.

Presence at “AP” protective properties revealed on classical models hypoxia. At absence of essential influence on the basic exchange testifies that “AP” raises stability of life-support systems of animals in conditions of extreme oxygen deficiency and can be related to moderately effective antihypoxical to means.

Influence on stability to overheating. It is established that thermal heating causes in the control animals who

have received inside water in volume of 10 ml / kg, a sharp hypertension and tachycardia with the subsequent failure of functional stability of cardiovascular system and development of a thermal shock within the first hour. Introduction of “AP” slowed down hemodynamic failures and reduced frequency of cases of a shock by 33 % (at 2 of 6 rats) at overheating within one hour.

Anti-Endotoxigenic action. Results of study of antiendotoxigenic actions of “AP” under the test of induction TNF are presented in tab. 5.

TABLE 5

Inhibit influence of a tested “AP” and a substance of roots of a ginseng on induced by endotoxine clearing TNF at mice

№	Groups	Number of mice	Credit TNF (EU - 50)	Inhibition percent ¹⁾
1.	The biological control	6	<10	
2.	Placebo + endotoxine	10	409 (365-459)	-
3.	A ginseng of 10 mg / kg + endotoxine	6	177 (142-222) *	57
4.	“AP” 1 ml / kg + endotoxine	6	217 (189-250) *	47
5.	“AP” 3 ml / kg + endotoxine	6	107 (75-154) **	74

- the Percent of on inhibition is designed under the formula $(T_1 - T_2)/T_1 \times 100$, where T_1 - credit TNF at isolated introduction endotoxine (group 2), T_2 - a credit on a background of preparations.

* - $P \leq 0.01$; ** - $P \leq 0.001$ in comparison with endotoxine (placebo).

The received data show that the tested “AP” and a substance of roots of a ginseng cause the expressed decrease in sensitivity of animals to action endotoxine - suppress clearing endogenous TNF at preliminary introduction to mice during 6 days.

It is remarkable that effects of a ginseng in a doze of 10 mg / kg and “AP” in a doze of 1 ml / kg practically coincide. The extract in a doze of 3 ml / kg possesses the essentially greater activity on a degree of inhibition clearing TNF.

Thus, the ginseng and “AP” in structure of extracts of a ginseng, of eleutherococcus and other components, possess expressed antiendotoxigenic effect - inhibit caused endotoxine clearing TNF in an organism. The “AP” under this test is more effective, than equivalent dozes of a ginseng that specifies complex action of herbal substances included in a composition. Antiendotoxigenic action of a ginseng and a concentrate is shown in dozes which enter into an interval of recommended dozes for the person.

The carried out researches allow to conclude that regular application of “AP” can result in increase of

stability of an organism to the effects caused by bacterial endotoxines.

Stimulation of B-cells. It is established (tab. 6) that 6-day's introduction of “AP” in both tested dozes renders stimulating influence on process of generation antibodycounter cells which output raises on the average in 1.5 times in comparison with the control. The similar effect of stimulation can be estimated as moderately adaptive.

TABLE 6

Influence of 6-day's introduction “AP” on quantity antibodycounter cells in a spleen at mice, immunized by rouleau in the ram ($M \pm m$, $n=10$).

Doze, ml / kg in day	Weight of a spleen, mg	ABC x 10 ³
Placebo	126 ± 6	232 ± 8
3.0	139 ± 11	326 ± 15*
10.0	158 ± 8 *	384 ± 22*

* $P \leq 0.05$ by t-criterion Student

Influence on phagocytes. The results presented in tab. 7, testify, that 6-day's introduction of "AP" in dozes of 1 and 3 ml / kg raises ability of phagocytive cells to answer reaction of metabolic activation NADF-pentozic of the shunt, induced by the active forms of oxygen causing bactericidal effect at phagocyte.

TABLE 7

Influence of 6-day's introduction of "AP" on phagocytive metabolic reaction on peritoneal macrophages, induced by zimozan.

Variants of statement of the test	Optical density restored NTB
Macrofags of intactive mice	
1. + zimozan, 37 ⁰ C	0.169 ± 0.021
2. + zimozan, 40 ⁰ C	0.061 ± 0.012
3. - zimozan, 37 ⁰ C	0.055 + 0.010
Macrofags of the experimental mice which have received "AP" in the specified dozes, stimulated by zimozan at 37 ⁰ C with	
4. 1.0 ml / kg	0.267 ± 0.027*
5. 3.0 ml / kg	0.332 ± 0.036*
6. Placebo	0.138 ± 0.021

*P ≤ 0.05 in compared with placebo.

Results of conducted researches allow to conclude that "AP" in dozes of an interval renders of 1-10 ml / kg moderately expressed stimulative action on humous and nonspecific immunity.

CONCLUSION

DISCUSSION

❖ Results of study of adaptive properties of "AP" convincingly testify that the given in an interval of dozes of 1-10 ml/kg has property to raise resistance of an organism to stress, physical loads, a poisoning by hypoxic poisons, to oxygen starvation, overheating and action bacterial endotoxine.

- ❖ The most remarkable of these effects - adaptogenic action at long immobilized stress which causes a pronounced triad of Selye in the majority of control animals – a hypertrophy of bark of adrenal glands and decrease in contents of an ascorbic acid (an attribute of the increased secretion of glucocorticoids), involution of timiko-lymphatic system and evident gastric mucosa. The "AP" in such conditions provides essential easing of metabolic and organ displays of stress that demonstrates the increase of nonspecific resistency of an organism and decrease under influence of BS alarm - reactions to injuring influences.
- ❖ Another remarkable effect of "AP" – its adaptogenic action at daily physical overloads, which at the majority of control animals is rather quickly led to overfatigue and full physical disability. In these conditions "AP" provides not only preservation, but also a gain of working capacity during daily work up to full exhaustion, thus extending the period of an efficient operational condition of animals.
- ❖ As all models of overloads used here, intoxications and hypoxemic states characterize endurance of an organism in general and its main life support systems - biopower processes, functional stability of a brain and intimate - vascular systems, the received results give the basis to conclude, that "AP" adaptogenic means, capable to raise the general nonspecific resistance of an organism to influence of various factors causing frustration of a homeostasis.
- ❖ The "AP" shows moderately expressed immunomodulatory properties - stimulates T-dependent B-cells proliferation and raises functional activity of phagocytosi in the range of dozes of 1-10 ml/kg. Because of the high immunomodulatory properties, "AP" as a natural herb product, can actually increase the resistance and adaptive capacity of an organism.

References

1. Ingredients composition of bioactive additive "Grail". Patent 6516. Georgia. Bulletin #14(450). 2016. (in Georgian).
2. Melkadze R.G., Shalamberidze M. Counter-radiation balm and its medical properties at radiation injuries and functional disorders in gastrointestinal tract. Proceedings of the Georgian Academy of Sciences. Biology series "A". Vol. 32, #1. 2006, 91-96 pp. (in Russian).

- Melkadze R.G. Anti-narcotic and anti-alcoholic activity of the balsam "Graal". Proceedings of the Georgian Academy of Sciences. Biology series "A". Vol. 32, #6, 1195-1206 pp. (in Russian).
- Melkadze R. Results of the tests of balsam "Graal" in the patients with asiderotic anemia. Vestnik. GNAS. Tbilisi. №2. Vol. 33. 2007, 147-152 pp. (In Russian).
- Melkadze R.G. Antioxidant potential and polyphenolic complex of "Georgian Elixir". Journal "Novation". #3. Kutaisi. 2008, 10-13 pp. (in Georgian).
- Melkadze R.G. and others. Effective anti-stressful means. International congress "Progress in fundamental and applied sciences for human health". Crimea. 2004, 50-51 pp. (in Russian).
- Melkadze R. Balm "Graal" - a potential antinarcotic and antialcoholic remedy. Journal "Health" (USA). Vol.2. Number 10. 2010, 1226-1231 pp. (in English).
- Melkadze R., Kintsurashvili K. Radioprotective properties of bioactive additive "Grail". The second International Proceeding of 2-nd European Conference on Biology and Medical Sciences. "East-west" Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna. 2014, 228-236 pp. (in English).
- Melkadze R. Adaptive properties of bioactive additive "Grail". International Journal of Advanced Multidisciplinary Research. 2(3): 2015, 53-59 pp. (in English).

UDC 615.038

SCOPUS CODE 3005

ახალი აღაპტოგენური პრეპარატი

რ. მელქაძე კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: remeisi@mail.ru

რეცენზენტები:

ლ. გულუა, საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი, კახა ბენდუქიძის საუნივერსიტეტო კამპუსის ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: agruni.edu.ge

თ. მეგრელიძე, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: tmegrelidze@yahoo.com

ანოტაცია. აღაპტოგენური პრეპარატის (შემდეგში "AP") გამოკვლევის შედეგები დამაჯერებლად ამტკიცებს, რომ მას 1–10 მლ/კგ დოზების ინტერვალში გააჩნია სტრესის, ფიზიკური დატვირთვის, ჰიპოქსიური საწამლავებით მოწამვლის, ჟანგბადის უკმარისობის, ფიზიკური დატვირთვის, გადახურების და ბაქტერიული ენდოტოქსინის მოქმედების მიმართ ორგანიზმის წინააღმდეგობის ამაღლების უნარი.

ამ ეფექტებიდან ყველაზე აღსანიშნავია აღაპტოგენური მოქმედება სტრესის ხანგრძლივი იმობილიზაციისას, რომელიც საკონტროლო ცხოველების უმეტესობაში იწვევს ნათლად გამოხატულ სელესტრიადას – თირკმელზედა ჯირკვლის ქერქის ჰიპერტროფიას და მასში ასკორბინის მუავის შემცვე-

ღობის შემცირებას (გლუკოკორტიკოიდების სეკრეციის მატების ნიშანი), თიმიკო-ლიმფატური სისტემის ინვოლუციას და კუჭის აშკარა ლორწოვანებას. ამ პირობებში „AP“ უზრუნველყოფს სტრესის მეტაბოლური და ორგანული გამოვლენის შესუსტებას, რასაც მოწმობს ორგანიზმის არასპეციფიკური რეზისტენტობის ამადლება და მისით გამოწვეული ალარმ-რეაქციების დამახინებელი მოქმედების შესუსტება.

„AP“-ის მეორე აღსანიშნავი ეფექტია ადაპტოგენური მოქმედება ყოველდღიური ფიზიკური გადატვირთვებისას, რაც საკონტროლო ცხოველების უმეტესობაში შედარებით ჩქარა იწვევს გადაღლას და სრულ ფიზიკურ შრომისუნარობას. ამ პირობებში „AP“ უზრუნველყოფს არა მარტო შრომისუნარიანობის შენარჩუნებას, არამედ ყოველდღიური მუშაობისას მის მომატებას სრულ დაღლამდე და ამით ახანგრძლივებს ცხოველთა მუშა მდგომარეობის პერიოდს.

რადგანაც გადატვირთვის, ინტოქსიკაციის და ჰიპოქსიური მდგომარეობის აქ გამოყენებული ყველა მოდელი ახასიათებს ორგანიზმის და მისი ძირითადი სასიცოცხლო სისტემების – ბიოენერგეტიკული პროცესების, თავის ტვინის ფუნქციური სტაბილურობის და სისხლძარღვთა სისტემის გამძლეობის უნარს, მიღებული შედეგები გვაძლევს საფუძველს გავაკეთოთ ძირითადი დასკვნები, რომ „AP“-ს, როგორც ადაპტოგენურ საშუალებას, გააჩნია უნარი აამაღლოს ორგანიზმის საერთო არასპეციფიკური რეზისტენტობა ჰომეოსტაზის დარღვევის გამომწვევი ფაქტორების გავლენის მიმართ.

ღობის 1-10 მლ /კგ ინტერვალში „AP“ დემონსტრირებას ახდენს ზომიერად გამოხატულ იმუნომოდულაციურ მოქმედებაზე – ასტიმულირებს T-დამოკიდებულ პროლიფერაციის B-უჯრედებს და ამადლებს ფაგოციტების ფუნქციურ აქტიურობას.

მაღალი იმუნომოდულატორული თვისებების გამო „AP“-მ, როგორც მცენარეულმა ნატურალურმა სუბსტანციამ შეიძლება მნიშვნელოვანი შეასრულოს ორგანიზმის რეზისტენტობის და ადაპტოგენური შესაძლებლობების ამადლების საქმეში.

საკვანძო სიტყვები: ადაპტოგენური პრეპარატი; იმუნომოდულაცია; რეზისტენტობა; ჰიპოქსია.

UDC 615.038

SCOPUS CODE 3005

НОВЫЙ АДАПТОГЕННЫЙ ПРЕПАРАТ

Мелкадзе Р.Г. Департамент Пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 68^ა
E-mail: remeisi@mail.ru

Рецензенты:

Л. Гулуа, доктор биологических наук Аграрного университета кампус Кахи Бендукидзе
E-mail: agruni.edu.ge

Т. Мегрелидзе, профессор Департамента пищевой индустрии факультета транспорта и машиностроения ГТУ
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com

АННОТАЦИЯ. Результаты исследования адаптогенного препарата (далее „АР“) убедительно свидетельствуют о том, что он в интервале доз 1-10 мл / кг обладает свойством повышать сопротивляемость организма стрессу, физическим нагрузкам, отравлениям гипоксическими ядами, кислородному голоданию, перегреваниям и действиям бактериального эндотоксина.

Наиболее примечательным из этих эффектов - адаптогенное действие при длительном иммобилизованном стрессе, который у большинства контрольных животных вызывает ярко выраженную триаду Селье – гипертрофию коры надпочечников и снижение содержания в них аскорбиновой кислоты (признак повышенной секреции глюкокортикоидов), инволюция тимико-лимфатической системы и изъязвления слизистой желудка. „АР“ в этих условиях обеспечивает ослабление метаболических и органических проявлений стресса, что свидетельствует о повышении неспецифической резистентности организма и снижении под его влиянием аларм-реакции на повреждающие воздействия.

Другой примечательный эффект у „АР“ - адаптогенное действие при ежедневных физических перегрузках, которое у большинства контрольных животных сравнительно быстро приводит к переутомлению и полной физической нетрудоспособности. „АР“ в данных условиях обеспечивает не только сохранение, но и прирост работоспособности при ежедневной работе до полного утомления, удлинняя при этом период работоспособного состояния животных.

Так как все используемые здесь модели перегрузок, интоксикации и гипоксические состояния характеризуют выносливость организма в целом и его основных систем жизнеобеспечения - биоэнергетических процессов, функциональной стабильности головного мозга и интимной - сосудистой системы. Полученные результаты дают основание заключить, что „АР“ адаптогенное средство, способное поднять общую неспецифическую резистентность организма к влиянию различных факторов, вызывающих расстройство гомеостаза.

В интервале доз 1-10 мл / кг „АР“ демонстрирует умеренно выраженные иммуномодулирующие действия, стимулирует Т-зависимые В-клетки пролиферации и повышает функциональную активность фагоцитов.

Из-за высоких иммуномодулирующих свойств, „АР“, как растительная натуральная субстанция, может исполнить существующую роль в деле повышения резистентности и адаптационных возможностей организма.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: адаптогенный препарат; гипоксия; резистентность; иммуномодуляция.

The date of review 08.02.2018

The date of submission 24.02.2018

Signed for publishing 05.06.2018

UDC 615

SCOPUS CODE 3005

ТОКСИКОЛОГИЯ БИОАКТИВНОЙ ДОБАВКИ “GRAIL”

Р.Г. Мелкадзе Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175,
Тбилиси, ул. М. Костава 68^ა
E-mail: remeisi@mal.ru

Рецензенты:

Л. Гулуа, доктор биологических наук Аграрного университета кампус Кахи Бендукидзе
E-mail: agruni.edu.ge

Т. Мегрелидзе, профессор Департамента пищевой индустрии факультета транспорта и машиностроения ГТУ
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com

АННОТАЦИЯ. Изучена острая и хроническая токсичность биоактивной добавки “Grail”, представляющая собой многокомпонентную настойку более 25 лекарственных растений, продуктов пчеловодства и виноделия. Подопытными животными служили мыши, крысы и собаки.

Установлено, что в дозах 3 и 10 мл/кг к весу животных (превосходящих от 6 до 20 раз рекомендуемые для применения у человека) “Grail” не вызывает отклонений в жизнедеятельности животных, не оказывает отрицательного влияния на систему кровообращения, не обладает паренхиматозной токсичностью, не влияет на функциональное состояние печени и почек.

Судя по результатам биохимических исследований крови, “Grail” не вызывает нарушения основных обменных процессов в организме, не влияет на функции эндокринных органов и электролитный баланс.

Введение препарата в испытанных дозах оказало, вместе с тем, положительное заметное влияние на прирост массы тела животных и общий физический статус, оцениваемый по нагрузочно-координационному тесту тредмилл.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: биоактивная добавка; дозы; острая токсичность; подопытные животные; хроническая токсичность.

ВВЕДЕНИЕ

Растительные компоненты в биоактивной добавке “Grail” (далее БД) [1] содержатся в дозах, которые не превышают 1/5-1/3 терапевтических доз фитопрепаратов из тех же растений. Однако сумма компонентов по ряду общих направлений биоактивности достигает одной терапевтической дозы и может ее превышать. Учитывая при этом, что многие химические вещества, входящие в состав БД, могут обладать непредсказуемым эффектом при взаимодействии или проявлять взаимопотенцирующие свойства, доказательства токсикологической безопасности данной многокомпонентной растительной композиции является первым и главным условием возможности применения БД в качестве пищевого продукта с лечебными свойствами [2-5].

В соответствии со стандартными требованиями к изучению лекарственных средств и лечебных продуктов в данной работе в экспериментах на 3 видах животных – мышах, крысах и собаках обоего пола проведено изучение острой и хронической токсичности и переносимости БД при пероральном (интрагастральном) введении.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. ИЗУЧЕНИЕ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ

Острая токсичность для мышей

Опыты проведены на 40 самцах и самках мышей массой 21-23 г. Перед экспериментом животные выдерживались в течение 2 недель в карантинных условиях на стандартном пищевом рационе. Для опыта отбирали здоровых особей с чистым и гладким шерстным покровом и нормальной поведенческой активностью. Из общей партии отобранных животных формировали равноценные группы (по 5 мышей каждого пола на дозу), которые рассаживали по отдельным клеткам и брали в эксперимент после внутригрупповой адаптации. Доступ к воде и корму был свободным, световой режим – естественным [6-8].

БД вводили интрагастрально с помощью иглы-зонда в объемах 0.1, 0.3 и 1 мл на 10 г массы тела (10-100 мл/кг), т.е. в предельных количествах для данного вида животных. Большие объемы препарата (1 мл/10 г) вводили в 3 приема с интервалом 3-4 минуты, достаточным для эвакуации жидкости из желудка. В качестве биологического контроля использовали животных той же партии, которым вводили водопроводную воду в объеме 0.3 мл/10 г (плацебо) [9-11].

Острая токсичность для крыс

Эксперименты проведены на 40 крысах линии Вистар, массой 130-140 г (самцы) и 110-120 г (самки), содержащихся на стандартном пищевом рационе. Перед опытом животные взвешивались и распределялись по массе на равноценные группы, включающие по 5 особей каждого пола. БД вводили в дозах 3, 10 и 30 мл/кг интрагастрально, учитывая низкую ее токсичность для мышей. Следует отметить, что доза 30 мл/кг, составляющая 3% массы тела, является предельной по объему для введения крысам. Эту дозу во избежание перерастяжения желудка вводили в 3 приема.

Наблюдения за животными проводили в течение 14 суток с регистрацией выживаемости общего неврологического статуса (по Irvin) и весового прироста. Нейротоксичность оценивали по состоянию простых и сложных моторных рефлексов, изменению двигательной активности, абдоминальному тону, состоянию мышечной силы (хватательному рефлексу), наличию каталептоидных явлений, пилоэрекции, гип-

отермии, состоянию дыхания, наличию мидриаза или миоза, рефлексу испуга, реакции на хендлинг, состоянию диуреза, дефекации, саливации.

По окончании 2-недельного наблюдения исследовали гематологические показатели – содержание эритроцитов, лейкоцитов, нейтрофилов, тромбоцитов в периферической крови, оценивали состояние диуреза (при водной нагрузке), проводили гексеналовый тест на обезвреживающую функцию печени. На 16-е сутки животных забивали эфирным наркозом и подвергали аутопсии с целью патологоанатомического исследования внутренних органов.

Острая токсичность для собак

Эксперименты проведены на 12 беспородных собаках обоего пола массой 5.3 – 6.8 кг.

Животных перед опытом выдерживали в карантине в течение 3 недель. Для эксперимента отбирали здоровых особей по данным гематологического анализа крови и наблюдения за общим состоянием, функцией пищеварительного тракта, температурой тела. В группы из 4 собак (на дозу) включали по 2 самца и самки.

Собак в течение недели до эксперимента приучали ежедневно к процедуре измерений артериального давления (осциллографическим методом на голени) и записи ЭКГ, которые проводили у животных без фиксации в положении стоя.

Накануне эксперимента снимали фоновые показатели двигательной активности животных методом визуальной актометрии в течение 5 часов. Количественная визуальная актометрия основывалась на регистрации поведения и позы животных в покое (спонтанная двигательная активность – СДА) и реакции животных на контакт с экспериментатором (вызванная двигательная активность – ВДА). СДА и ВДА оценивали по 5-балльной шкале за каждые 15 минут наблюдения. Суммарные показатели активности за каждый час наблюдения сравнивали с соответствующими (по срокам) фоновыми значениями показателей, полученными накануне эксперимента у тех же собак в стандартных условиях. Статистическую значимость изменений СДА и ВДА в динамике интоксикации оценивали методом парных сравнений по Т-критерию Вилкоксона.

В день эксперимента перед введением БД в обстановке покоя снимали фоновые значения артериального давления, ЭКГ, ректальной температуры. БД

вводили интрагастрально желудочным зондом в дозах 1 и 3 мл на кг массы тела. Контрольным собакам в качестве плацебо инстиллировали водопроводную воду в объеме 3 мл/кг.

Наблюдение за животными проводили непрерывно в течение первых 5 часов после инъекции. Оценивали общее состояние, двигательную активность (СДА и ВДА), функцию желудочно-кишечного тракта, проводили измерения ректальной температуры, артериального давления и ЭКГ с интервалом 1-3 часа. В дальнейшем на протяжении 14 суток (1 раз в неделю)

регистрировали артериальное давление, ЭКГ, ежедневно оценивали общий неврологический статус, поедание корма, состояние дефекации и мочеиспускания, проводили анализ крови через 1, 7 и 14 суток.

2. ИЗУЧЕНИЕ СУБХРОНИЧЕСКОЙ ТОКСИЧНОСТИ

Условия проведения испытаний и критерии оценки

Исследование субхронической токсичности БД проведено в экспериментах на мышах по следующему протоколу:

Животные	Пол	Число животных	Дозы БГ, мл/кг	Продолжительность введения	Исследуемые показатели
Мыши [СВАХС ₅₇ В1 ₆] F ₁ 17-20 г	Самцы, самки	60	Плацебо 3.0 10.0	21 день	Масса тела, гематологические показатели, неврологический статус, патанатомическое исследование и весовые коэффициенты внутренних органов, биохимия крови, обезвреживающая функция печени.

Препарат вводили интрагастрально в объеме 0.1 мл/10 г массы тела ежедневно до 10 часов утра. Контрольные мыши получали внутрь водопроводную воду в том же объеме.

Общетоксическое действие БД оценивали по динамике массы тела животных при взвешивании 2 раза в неделю, гематологическим показателям – при исследовании крови 1 раз в неделю в течение курса введения и в конце эксперимента [12].

Нейротоксичность определяли по комплексу тестов, характеризующих функциональное состояние различных уровней организации мозга (рефлекс опрокидывания, зрачковый и роговичный рефлекс, реакция постановки лапы на опору, хватательный рефлекс, способность удерживать равновесие на перекладине), мышечную силу – по способности подтягиваться на горизонтально натянутой проволоке. Моторно-координационные функции оценивали в тесте на тредмилл.

Вегетативный статус характеризовали по состоянию слизистых, шерстного покрова, ширины глазных щелей, наличию саливации, диареи, опрятности животных.

Клеточный состав периферической крови определяли, используя стандартные методики подсчета

клеток в камере Горяева или автоматический счетчик. Пробы крови брали под эфирным наркозом из наружного орбитального синуса. Через сутки после последнего введения основы ставили гексеналовый наркотический тест для оценки функционального состояния печени [13-14].

Через 2 суток после проведения всех тестов у мышей под эфирным наркозом производили забор крови сердечной пункцией в объеме до 1.5 мл. Кровь подвергали свертыванию, центрифугировали, сыворотку отсасывали и хранили при -20°C до момента биохимического анализа. После этого животных вскрывали, оценивали патанатомическое состояние внутренних органов, затем внутренние органы (мозг, сердце, печень, легкие, почки, надпочечники, селезенка, семенники, яичники, тимус) извлекали и взвешивали для определения весовых коэффициентов, которые рассчитывали по отношению к массе тела [15-16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Острая токсичность у мышей

Проявления общего действия БД при интрагастральном введении мышам представлены в табл.1.

Проявления общего действия БД у мышей¹⁾

Дозы мл/кг	Число ²⁾ мышей	Реакция животных
10.0	10	Слабовыраженное кратковременное (до 1ч.) повышение возбудимости, в дальнейшем отклонений в поведении и состоянии животных не отмечается. Гибели нет.
30.0	10	Слабовыраженное, быстро проходящее повышение возбудимости. В дальнейшем на протяжении 14 суток состояние и поведение животных не отличалось от контроля. Гибели не наблюдалось.
100.0	10	Кратковременное угнетение, проходящее в течение часа. В дальнейшем на протяжении 14 суток отклонений в поведении и состоянии мышей не отмечается. Гибели нет.

Примечания: ¹⁾ – реакция идентична у животных обоего пола; ²⁾ – самцы и самки.

Наблюдение за животными проводили непрерывно на протяжении первого дня после введения препарата, и в последующем состояние животных отмечали дважды в сутки в течение 14 дней. Регистрировали клиническую картину интоксикации, неврологический статус и поведение животных, состояние вегетативных функций, шерстного покрова, поедание корма, потребление воды, динамику массы тела при ежедневном взвешивании. По истечении 14 суток у подопытных и контрольных мышей анализировали клеточный состав крови и проводили наркотический гексеналовый тест для выявления возможной гепатотоксичности препарата.

Испытания на мышах показали, что БД в дозах от 10 до 100 мл/кг, предельных для введения мышам и превосходящих среднюю дозу, рассчитанную на человека (0.5 мл/кг), в 20 – 200 раз, не оказывает видимого общего действия на поведение и состояние животных и не вызывает их гибели. Мыши сохраняют

обычную для них исследовательскую реакцию, локомоторные функции и координацию движений, болевую чувствительность. Не отмечается расстройств дефекации, мочеиспускания, других вегетативных симптомов и признаков нейротоксичности. Небольшое повышение возбудимости, возникающее у части мышей в течение 1-го часа после введения препарата, является проходящим. На протяжении последующих двух недель наблюдения изменений в общем состоянии и поведении животных, как и случаев гибели, не отмечено.

Двухнедельное наблюдение за животными, получившими БД в дозах 10-100 мл/кг, показало, что препарат не оказывает отрицательного последствия. У мышей не выявлено существенных изменений; 2-недельного прироста массы тела (табл.2), отклонений гематологических показателей (табл.3), нарушений функционального состояния печени, судя по результатам гексеналовой пробы (табл.4)

Влияние однократного интрагастрального введения БД в дозах 10-100 мл/кг на динамику массы тела мышей при последующем 14-суточном наблюдении (г, M±m)

Группы	Дозы БД, мл/кг	Сутки после введения			
		0	3	7	14
Контроль	Вода	22.0±0.3	23.4±0.3	25.1±0.4	26.6±0.1
БД	10.0	22.2±0.3	23.7±0.4	25.6±0.6	27.1±0.1
БД	30.0	22.1±0.4	23.4±0.4	24.8±0.5	26.4±0.1
БД	100.0	22.3±0.5	23.1±0.6	24.5±0.6	26.3±0.1

ТАБЛИЦА 3

Влияние однократного интрагастрального введения БД в дозах 10-100 л/кг на клеточный состав периферической крови¹⁾ у мышей через 14 суток (n=10)

Группы	Дозы мл/кг	Эритроциты 10 ³ /мкл	Лейкоциты 10 ³ /мкл	Нейтрофилы 10 ³ /мкл	Тромбоциты 10 ⁶ /мкл
Контроль	Плацебо	8,8±0,5	10,5±1,3	1,71±0,23	0,91±0,07
БД	10.0	8,1±0,5	8,9±1,0	1,47±0,30	0,94±0,18
БД	30.0	8,7±0,4	8,4±0,8	1,25±0,25	0,89±0,08
БД	100.0	8,5±0,6	9,3±1,1	1,57±0,32	0,86±0,12

Примечание¹⁾ – кровь брали из наружного орбитального синуса.

ТАБЛИЦА 4

Влияние однократного интрагастрального введения БД в дозах 10-100 мл/кг на результаты гексеналовой пробы у мышей через 14 суток (n=5)

Группы	Дозы мл/кг	Продолжительность наркоза ¹⁾ мин.	P _t ²⁾
Контроль	Вода	36.0±2.73	
БД	10.0	29.8±3.28	> 0.2
БД	30.0	32.2±3.12	> 0.2
БД	100.0	38.7±3.24	> 0.2

Примечания:¹⁾ – продолжительность бокового положения после внутрибрюшного введения гексенала в дозе 70 мг/кг;²⁾ – P_t – вероятность нулевой гипотезы при оценке различий по t-критерию Стьюдента.

При вскрытии животных, забитых в конце наблюдения, не обнаружено существенных патоморфологических изменений внутренних органов.

Таким образом, исследования на мышах показали, что БД нетоксичен для животных этого вида в дозах до 100 мл/кг, превосходящих до 200 раз расчетную дозу на прием человеком.

Острая токсичность у крыс

Картина общего действия БД у крыс в дозах 3-30 мл/кг суммирована в табл.5.

Установлено, что БД в дозе 3 мл/кг не оказывает обнаруживаемого влияния на поведение, неврологический статус и состояние вегетативных функций у крыс на протяжении всего периода наблюдения.

ТАБЛИЦА 5

Проявление общего действия БД у крыс

Дозы мл/кг	Число ¹⁾ крыс	Реакция животных
3.0	10	Изменений в общем состоянии и поведении не наблюдается.
10.0	10	Кратковременное повышение возбудимости, в дальнейшем изменений поведения, неврологического статуса и вегетативных функций не обнаруживается, гибели нет.
30.0	10	Кратковременное угнетение (0.5-1 час). В дальнейшем изменения отсутствуют, гибели нет.

Примечания:¹⁾ – самцы и самки.

В дозе 10 мл/кг у крыс, как и у мышей, отмечена кратковременная фаза повышения общей возбудимости ЦНС после введения препарата. В последующем состояние и поведение крыс не отличалось от нормы по всему комплексу поведенческих тестов. В дозе 30 мл/кг БД вызывает небольшую общую депрессию у животных, сохраняющуюся не более часа и обусловленную, возможно, большим объемом вводимой жидкости.

Во всех испытанных дозах (до 30 мл/кг) однократное введение БД не оказывало существенного влия-

ия на последующую жизнедеятельность животных. Так, при двухнедельном наблюдении у подопытных крыс отмечался нормальный весовой прирост (табл.6), не выявлено признаков нейротоксичности по моторно-координационному тесту (табл.7), существенных изменений гематологических показателей (табл.8) и диуреза (табл.9), не отмечено отклонений в состоянии печени, судя по гексеналовой пробе (табл.10). При аутопсии животных, забитых в конце наблюдения, не найдено патологоанатомических признаков токсичности препарата.

ТАБЛИЦА 6

Острая токсичность БД для крыс и влияние однократного введения препарата на прирост массы тела¹⁾

Дозы мг/кг	Число ²⁾ животных (n)	Летальность на указанные сутки			Прирост массы тела на 14-е сутки, %	
		1	7	14	Самцы	Самки
Контроль	10	0	0	0	33.2±4.8	30.6±3.5
3.0	10	0	0	0	37.0±4.5	31.3±3.2
10.0	10	0	0	0	36.6±4.1	32.3±4.2
30.0	10	0	0	0	37.8±4.3	27.6±3.9

Примечания:¹⁾ – БД вводили интрагастрально, контрольным крысам в качестве плацебо вводили водопроводную воду по 3 мл/100 г. ²⁾ – в группы входило по 5 самцов и 5 самок.

ТАБЛИЦА 7

Результаты тестирования моторно-координационных функций у крыс после однократного введения БД

Дозы мл/кг	Частота выявления моторно-координационных расстройств ¹⁾ в указанные сроки после введения			
	1 сут	3 сут	7 сут	14 сут
Плацебо	0/10	0/10	0/10	0/10
3.0	0/10	0/10	0/10	0/10
10.0	0/10	0/10	0/10	0/10
30.0	0/10	0/10	0/10	0/10

Примечание:¹⁾ – моторно-координационные функции тестировали по удержанию крыс на вращающемся барабане тредмилла при скорости 18 об/мин. Критерием нормы служило время удержания в течение 3 минут.

ТАБЛИЦА 8

Клеточный состав периферической крови у крыс (M±m) на 4-е
 сутки после однократного введения БД

Дозы мл/кг	Эритроциты, 10 ³ /мкл	Лейкоциты, 10 ³ /мкл	Нейтрофилы. 10 ³ /мкл	Тромбоциты, 10 ⁶ /мкл
Контроль	8.3±0.4	6.7±1.1	1.3±0.2	0.81±0.11
3.0	8.6±0.5	7.2±1.3	1.6±0.3	0.84±0.13
10.0	8.2±0.5	7.5±1.2	1.2±0.2	0.88±0.14
30.0	7.8±0.3	7.1±1.0	1.4±0.3	0.82±0.10

Примечание: в группы входило по 5 самцов и самок

ТАБЛИЦА 9

Влияние однократного введения БД на водный диурез у крыс на 16-е сутки после
 однократного введения (проба с водной нагрузкой¹⁾)

Дозы препарата, мл/кг	n	Выведение воды за 5 часов после водной нагрузки, % (M±m)	P _t
Контроль	5	89.0±7.3	
3.0	5	78.7±7.9	NS
10.0	5	84.5±7.2	NS
30.0	5	88.3±7.6	NS

Примечания: ¹⁾ – опыты на самцах. NS – отсутствие достоверных различий с контролем при P_t ≤ 0.05

ТАБЛИЦА 10

Результаты проведения гексеналового теста у крыс на 15 сутки после
 однократного введения БД¹⁾

Дозы препарата, мл/кг	n	Продолжительность ²⁾ гексен- алового наркоза мин., (M±m)	Достоверность ³⁾ различий
Контроль	5	36.4±4.8	
3.0	5	33.7±4.5	NS
10.0	5	41.0±3.7	NS
30.0	5	38.3±5.2	NS

Примечания: ¹⁾ – тест проведен на самках крыс на 15-е сутки после введения препарата или плацебо;

²⁾ – гексенал вводили внутривенно в дозе 75 мг/кг, наркотический эффект оценивали по длительности бокового положения. ³⁾ – оценено по t-критерию Стьюдента, F-критерию Фишера и U-критерию Манна-Уитни, NS – различия с контролем недостоверны при P ≤ 0.05 по всем указанным критериям.

Острая токсичность у собак

В испытанных дозах – 1 и 3 мл/кг – БД при однократном введении не вызывает токсических эффектов

у собак в первые сутки и на протяжении последующих 14 дней наблюдения (табл.11).

ТАБЛИЦА 11

Общее действие БД у собак при введении внутрь

Дозы мл/кг	Число ¹⁾ собак	Наблюдаемые эффекты в первые 6 часов после введения
Плацебо	4	Краткосрочная эмоциональная реакция.
1.0	4	В первые 1.5-2.5 часа повышены СДА, внимание, контактность, положительные эмоциональные реакции. В дальнейшем изменений в общем состоянии и поведении не обнаруживается.
3.0	4	Повышение двигательной и эмоциональной активности. Контактности в течение 2-3 часов. Вегетативные, неврологические и диспепсические нарушения отсутствуют. В течение 14 суток последующего наблюдения собаки не отличаются от контрольных.

Примечание: ¹⁾ – в группах по 2 самца и 2 самки.

Вместе с тем у собак, получивших БД, в течение 1.5-3 часов после введения отмечено повышение общей двигательной активности, эмоционального тонуса и реакции на контакт с экспериментатором (табл.12). Эти эффекты носили умеренно выраженный характер и не достигали степени возбуждения. В пос-

ледующем состоянии животных практически не отличалось от исходного – не обнаруживалось вегетативных дисфункций (дефекации, мочеиспускания) и отклонений от нормы неврологического статуса и поведения.

ТАБЛИЦА 12

Влияние БД на спонтанную (СДА) и вызванную (ВДА) двигательную активность собак (M±m)¹⁾

Вид активности	Дозы мл/кг	n	Часы после введения препарата				
			1	2	3	4	5
СДА	Плацебо	4	11±3	9±1	8±1	8±1	7±1
	1.0	4	15±3*	12±3	9±1	9±2	8±1
	3.0	4	17±2*	12±3	8±1	8±1	8±2
ВДА	Плацебо	4	12±2	11±2	9±1	9±1	9±1
	1.0	4	17±2*	15±1*	11±1	10±2	10±2
	3.0	4	18±1*	17±1*	12±1	11±1	9±1

Примечание: ¹⁾ – средняя сумма баллов за 1 час наблюдения при регистрации активности каждые 15 минут; * - достоверное различие с плацебо по T-критерию Вилкоксона.

Однократное введение БД не влияло на гематологические показатели крови (табл. 13), существенно не изменяло параметры артериального давления и показатели ЭКГ.

Таким образом, БД переносится у собак в дозах до 10 мл/кг без токсических и побочных эффектов.

Гематологические показатели у собак после однократного интрагастрального введения БД

Сутки после введения	Дозы мл/кг	Гемоглобин г/л	Эритроциты 10 ¹² /л	Ретикулоциты 10 ⁹ /л	Тромбоциты 10 ⁹ /л	Лейкоциты 10 ⁹ /л	Нейтрофилы 10 ⁹ /л
Фон	-	158± 7	.3±0.5	25±5.4	460±46	9.1±0.9	6.8±0.9
1	3	162±11	.2±0.4	20±4.8	440±63	.4±1.1	6.5±1.0
	10	157± 9	6.3±0.6	27±4.3	480±66	9.5±1.2	6.9±0.9
7	3	155±10	6.1±0.5	19±4.2	463±49	.7±0.8	6.5±0.8
	10	159± 8	5.8±0.7	28±5.7	442±57	9.3±1.0	6.2±0.6
15	3	163±11	6.2±0.6	20±4.1	425±52	8.6±0.9	5.7±0.7
	10	164± 7 *	6.0±0.4	23±5.4	439±46	8.9±0.8	6.3±0.7

Примечание: кровь брали из подкожной вены голени; каждое индивидуальное значение показателя является средним из подсчетов трех отдельных проб. В таблице приведены средние групповые показатели со стандартной ошибкой.

Хроническая токсичность

Общее действие

Проведенные испытания показали, что 3-недельное введение БД в дозах 3 и 10 мл/кг существенно не влияло на общее состояние животных и не вызывало случаев гибели. В ходе всего эксперимента

животные оставались активны, не отличаясь по своему поведению от контрольных. Ни в одном случае у животных не было выявлено неврологических расстройств или признаков нарушения вегетативных функций, возбудимости и эмоционального статуса (табл.14).

Вегетативный и неврологический статус у мышей при 3-недельном ежедневном введении БД в дозе 10 мл/кг

Показатели	Наличие отклонений в указанные сроки		
	7 сутки	14 сутки	21 сутки
Вегетативные функции	0/10	0/10	0/10
Поведение, двигательная активность	0/10	0/10	0/10
Моторная координация и мышечный тонус	0/10	0/10	0/10
Болевая чувствительность	0/10	0/10	0/10
Эмоциональность	0/10	0/10	0/10

Примечание: состояние мышей тестировали по Irvin, результаты обобщены за каждый интервал наблюдений.

В течение курса введения БД подопытные животные несколько опережали контрольных по приросту массы тела и в конце эксперимента это различие

достигло статистической значимости по критерию F Фишера (ANOVA) в обеих группах подопытных животных (табл. 15).

ТАБЛИЦА 15

**Влияние 3-недельного введения БД на прирост массы тела у мышей
 (в % к исходному весу, (M±m))**

Группы	Дозы мл/кг	n	Исходная масса, г	Прирост массы в %		
				Недели введения		
				1	2	3
Самцы						
Плацебо	-	10	19.1±0.4	4.5±1.2	9.8±1.4	1.4±1.3
БД	3.0	10	18.9±0.3	5.5±1.2	10.7±1.2	16.8±1.4*
БД	10.0	10	19.3±0.3	5.9±1.4	11.4±1.3	17.2±1.5*
Самки						
Плацебо	-	10	18.2±0.2	3.7±0.8	7.5±0.9	11.3±1.1
БД	3.0	10	18.0±0.3	4.4±0.6	8.4±0.8	13.6±1.3*
БД	10.0	10	18.1±0.2	4.6±1.0	8.9±1.1	14.3±1.3*

Примечание: БД и плацебо (водопроводную воду) вводили интрагастрально в объеме 0.1 мл/10 г 1 раз в сутки в утренний период (9-10 часов); животных взвешивали непосредственно перед введением препарата с точностью до 0.5 г 2 раза в неделю. * - Достоверное различие с контролем по критерию Фишера ($P \leq 0.05$, ANOVA).

Возможность кумулятивного нейротропного действия БД была оценена по тесту скоростной выносливости мышей при беге по вращающемуся барабану тредмилла.

Результаты исследований, представленные в табл. 16, показывают, что в испытанных дозах БД повышал скоростную выносливость животных до 40 об/мин, которая является предельной при данном испытании.

ТАБЛИЦА 16

**Влияние субхронического введения БД в дозах 3 и 10 мл/кг на моторно-координационную функцию и скоростную выносливость мышей (тест тредмилл), оцениваемую через 30-40 мин.
 После назначения БД (об/мин, M±m, n=10)**

Сутки опыта	Контроль	3 мл/кг	10 мл/кг
7	36 ± 1.4 ¹⁾	39 ± 0.3	> 40
14	37 ± 1.3	> 40	> 40
21	> 40 ²⁾	> 40	> 40

Примечания: ¹⁾ – предельная скорость вращения барабана тредмилла (об/мин, M± m), при которой мыши способны бежать, не падая с барабана, более 10 с; ²⁾ – в данном и других подобных случаях (при V=40) все мыши выдерживали максимально возможную скорость вращения барабана.

Проведенные исследования позволяют заключить, что основа БД при 3-недельном введении в дозах 3-10 мл/кг не только не оказывает общетоксического действия, оцениваемого по весовому приросту, потреблению корма, состоянию локомоторных функций, двигательной активности и эмоционального статуса, но, напротив, способствует более полноценному физическому развитию животных.

Влияние на гемопоз

Результаты исследований, представленные в табл. 17, показывают, что длительное введение основы БД в дозах 3-10 мл/кг не оказывало существенного влияния на клеточный состав периферической крови и содержание гемоглобина у мышей.

ТАБЛИЦА 17

Влияние субхронического ежедневного введения БД на клеточный состав периферической крови, у мышей (M±m, n=10, самцы и самки)

Сутки	Дозы, мл/кг	Гемоглобин, г/л	Эритроциты, 10 ¹² /л	Ретикулоциты, 10 ⁹ /л	Тромбоциты, 10 ⁹ /л	Лейкоциты, 10 ⁹ /л	Нейтро-филы 10 ⁹ /л
7	Плацебо	143±4	9.2±0.3	94±13	1210±57	9.3±0.5	1.4±0.2
	3.0	141±4	9.0±0.4	72±10	1180±64	8.4±0.6	1.3±0.2
	10.0	139±4	9.3±0.5	71± 9	1290±75	9.8±0.9	1.6±0.3
14	Плацебо	139±4	9.1±0.2	155± 5	1300±62	13.0±0.9	1.4±0.2
	3.0	141±3	8.8±0.2	123±13	1175±72	11.3±0.8	1.5±0.5
	10.0	136±4	8.7±0.3	135±16	1225±53	10.7±1.1	1.3±0.3
21	Плацебо	142±4	9.5±0.2	95± 9	1270±74	12.7±1.2	1.0±0.1
	3.0	140±3	9.2±0.3	112±11	1163±86	12.0±0.9	1.2±0.2
	10.0	139±4	8.9±0.3	131±14	1310±78	11.7±0.9	1.1±0.2

Примечание: венозную кровь брали при надрезе наружного орбитального синуса под эфирным наркозом.

Оценка паренхиматозной токсичности

Токсичность БД для паренхиматозных органов была изучена комплексно по влиянию препарата на весовые коэффициенты внутренних органов, макроскопическую структуру тканей и биохимические показатели крови, характеризующие состояние основных метаболических процессов в организме, эндо-

кринный и электролитный гомеостаз.

Результаты исследований, представленные в табл.18, свидетельствуют, что 3-недельное введение БД в дозах 3 и 10 мл/кг не влияет на весовые коэффициенты внутренних органов, рассчитанные на единицу массы тела.

ТАБЛИЦА 18

Весовые коэффициенты внутренних органов мышей после 3-недельного интрагастрального введения БД и плацебо (M±m, n=10)¹⁾

Органы	Ед. Изм. ²⁾	Дозы препарата, мл/кг		
		Контроль	3.0	10.0
Головной мозг	%	1.50±0.03	1.44±0.03	1.48±0.04
Сердце	%	0.49±0.02	0.47±0.03	0.50±0.03
Печень	%	5.34±0.10	5.40±0.12	5.14±0.13
Почки	%	1.32±0.03	1.25±0.04	1.34±0.04
Легкие	%	0.61±0.02	0.58±0.03	0.65±0.03
Селезенка	%	0.37±0.02	0.33±0.03	0.43±0.04
Тимус	мг%	88±10	115±12	134±15
Надпочечники	мг%	21± 2	20± 2	23± 2
Семенники	мг%	570±13	580±16	595±19

Примечание: ¹⁾ – самцы и самки; ²⁾ – вес органа в % (мг%) к массе тела.

Макроскопическое исследование внутренних органов мышей показало, что данный препарат не вызывает у животных общепатологических, и тем более, специфических деструктивных изменений в органах и тканях.

Биохимические показатели крови изучены у мышей после 3-недельного интрагастрального введения БД в дозе 10 мл/кг.

Кровь брали у животных внутрисердечной пункцией на 23-ие сутки опыта после проведения остальных тестов. В сыворотке крови определяли 15 биохимических показателей, характеризующих функциональное состояние паренхиматозных органов, функции печени,

почек, эндокринный статус и электролитный баланс.

Определения проводили на биохимическом анализаторе „Kone Ultra“ с использованием стандартных наборов реагентов.

Результаты, представленные в табл.19, свидетельствуют, что 3-недельное введение БД в дозе 10 мл/кг (превышающей в 20 раз среднюю дозу потребления препарата человеком), не оказывает существенного влияния на активность, в сыворотке крови у мышей обоего пола аланин – и аспартаттрансфераз, щелочной фосфатазы, амилазы, содержание белка, альбуминов, холестерина, креатинина, мочевины, глюкозы, ионов натрия, калия, кальция, хлора и железа.

ТАБЛИЦА 19

Биохимические показатели крови у мышей после 3-недельного ежедневного введения БД в дозе 10 мл/кг ($M \pm m$, n=5)

Показатели	Самцы		Самки	
	Контроль	БД	Контроль	БД
АЛТ, ед/л	58±5	67 ±8	62±4	56±5
АСТ, ед/л	76±5	85±5	81±3	70±6
Щ.Ф., ед/л	399±21	587±61	450±11	408±27
Амилаза, ед/л	1215±49	1682±97	1298±114	1326±70
Белок, г/л	59±0.4	51±4.1	63±1.1	61±1.0
Альбумин, г/л	11±0.3	11±1.0	13±0.6	13±0.9
Холестерин, мМ/л	1.0±0.8	1.3±0.1	1.1±0.1	1.2±0.1
Креатинин, мМ/л	11±2	10±3	15±2	14±4
Мочевина, мМ/л	5.2±0.1	4.8±0.3	5.0±0.2	5.3±0.2
Глюкоза, мМ/л	5.6±0.1	5.9±0.3	5.2±0.1	5.7±0.3
Ca ⁺⁺ , мМ/л	2.2±0.02	2.6±0.1	2.2±0.1	2.4±0.1
K ⁺ , мМ/л	4.3±0.1	3.9±0.2	3.9±0.1	3.7±0.1
Na ⁺ , мМ/л	148±1	156±2	143±1	124±2
Cl ⁻ , мМ/л	114±1	117±2	107±1	116±2
Fe ⁺⁺⁺ , мМ/л	19±2	19±1	34±2	30±2

Полученные результаты дают основание заключить, что БД при хроническом введении по меньшей мере в дозе до 10 мл/кг не оказывает токсического действия на паренхиматозные органы, не влияет на функции печени, почек, эндокринных органов и электролитный баланс.

Влияние на обезвреживающую функцию печени

С целью характеристики действия БД на метабо-

лические процессы, осуществляющие детоксикацию чужеродных веществ в печени, был проведен гексеналовый тест на мышах, получавших препарат в течение 3 недель в дозе 10 мл/кг.

Результаты проведения гексеналовой пробы (табл. 20) показывают, что 3-недельное введение БД не оказывает существенного влияния на функциональное состояние обезвреживающей функции печени.

**Результаты гексеналовой пробы¹⁾ у мышей после 3-недельного
 интрагастрального введения БД в дозе 10 мл/кг и плацебо (n=10)**

Группы	Продолжительность бокового положения, мин (M±m)			
	Самцы	P _t	Самки	P _t
Плацебо	15.6±1.3		17.4±1.7	
БД	12.6±1.1	> 0.05	14.2±1.5	> 0.05

Примечание: ¹⁾ – гексенал вводили внутривенно в дозе 70 мг/кг на следующие сутки после окончания курса введения препарата.

Совокупность полученных данных позволяет заключить, что БД не обладает отрицательными гепатотоксическими эффектами при хроническом введении и не влияет на метаболические процессы функции печени, обеспечивающие инактивацию чужеродных веществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты испытаний острой токсичности, проведенных на мышах, крысах и собаках, позволяют заключить, что БД при введении внутрь нетоксичен для млекопитающих и риск острого отравления с БД в дозах до 3 мл/кг реально не существует.

БД вместе с тем оказывает на животных различных видов заметное тонизирующее влияние, обнаруживаемое по увеличению спонтанной двигательной активности, исследовательской реакции, контактности (собаки) без видимых явлений возбуждения и гиперактивности. Отдаленных побочных и токсических эффектов БД не вызывает.

Изучение субхронической токсичности БД, проведенное на мышах, показало, что БД при 3-недельном ежедневном введении в дозах 3 и 10 мл/кг (превходящих от 6 до 20 раз рекомендуемые для применения у человека) не вызывает отклонений в жизнедеятельности животных, не оказывает отрицательного влияния на систему кроветворения, не обладает паренхиматозной токсичностью, не влияет на функциональное состояние печени и почек.

Судя по результатам биохимических исследований крови, БД не вызывает нарушений основных обменных процессов в организме, не влияет на функции эндокринных органов и электролитный баланс.

Таким образом, экстрактивная растительная основа БД с токсикологических позиций полностью безопасна при длительном употреблении в рекомендуемых дозах.

Введение препарата в испытанных дозах оказало, вместе с тем, положительное заметное влияние на прирост массы тела животных и общий физический статус, оцениваемый по нагрузочно-координационному тесту тредмилл.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ingredients composition of bioactive additive “Grail”. Patent 6516. Georgia. Bulletin #14(450). 2016. (in Georgian).
2. Guskova T.A. Drug toxicology and safety of drugs. Journal “Toxicological review”. #2 (125). 2014. (in Russian).
3. Manual on experimental (preclinical) study of new pharmacological substances. M.: 2005. (in Russian).
4. Guidance for industry—Estimating the maximum safe starting dose in initial clinical trials for therapeutics in adult healthy volunteers. Centre for drug evaluation and research, food and drug administration, USFDA. 2005. (in English).
5. Mordenti J. Man versus beast: pharmacokinetic scaling in mammals. Journal “Pharmaceutical sciences”. 1986. (in English).

6. Verstakova O.L, Arzamastsev E.V. Good preclinical toxicological study of pharmacological substances and pharmacotoxicological expertise as a basis for safe clinical trials and medical use of New drugs. Pharmacological substances. #1. 2006, 28-33 pp. (in Russian).
7. Guskova T.A. Toxicology drugs. Publishing house "Russian doctor". M.: 2003, 154 p. (in Russian).
8. Clinical pharmacology. National leadership. GEOTAR-Media. M.: 2009, 976 p. (in Russian).
9. Kurlyandsky B.A. General toxicology. Medicine. M.: 2002, 606 pp. (in Russian).
10. Mashkovsky M.D. XX century medicine. M.: 1998, 320 p. (in Russian).
11. Sofronov G.A. Introduction to toxicology. General toxicology. Medicine. M.: 2002, 12-31 pp. (in Russian).
12. Arzamastsev E.V., Guskova T.A., Berezovskaya I.V., and others. Methodical instructions for study of general toxic effect of pharmacological substances: Guide to the experimental (preclinical) studying of new pharmacological substances. M., 2005, 41-54 pp. (in Russian).
13. Berezovskaya I.V. Experimental substantiation of optimization ways of toxicological tests of pharmacological and medicinal agents. 1985, 382 p. (in Russian).
14. Berezovskaja I.V. Classification of chemicals in the parameters of acute toxicity of parenteral routes of administration. Chemical and pharmaceutical magazine. 37 (3). 2003, 32-34 pp. (in Russian).
15. Babayan E.A., Utkin O.B. Original positions of approbation of pharmaceuticals in the USSR and foreign countries. Medicine. M.: 1982, 192 p. (in Russian).
16. Berezovskaya I.V. Possibilities of preclinical toxicological research in forecasting the safety of medicines. Materials of the VI international conference "Clinical research of medicines". M.: 2007, 19 p. (in Russian).

UDC 615

SCOPUS CODE 3005

ბიოაქტიური დანამატის – „GRAIL“-ის ტოქსიკოლოგია

რ. მეღვაძე კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: remeisi@mal.ru

რეკონტაქტები:

ლ. გულუა, საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი, კახა ბენდუქიძის საუნივერსიტეტო კამპუსის ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი
E-mail: agruni.edu.ge

თ. მეგრელიძე, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com

ანოტაცია. შესწავლილია ბიოაქტიური დანამატის – „Grail“-ის მწვავე და ქრონიკული ტოქსიკურობა. დანამატი 25-ზე მეტი სამეურნალო მცენარის, მეფუტკრეობის და ღვინის პროდუქტების მრავალკომპონენტური ნაყენია. საცდელ ცხოველებად გამოყენებული იყო თაგვები, ვირთხები და ძაღლები.

დადგინდა, რომ 3 და 10 მლ/კგ დოზებში ცხოველის მასაზე (რომელიც 6-დან 20-ჯერ აღემატება ადამიანისთვის მისაღებ რეკომენდებულ დოზებს) დანამატი არ იწვევს ცხოველთა ფუნქციონირების ნორმიდან გადახრას, უარყოფით გავლენას არ ახდენს სისხლწარმოქმნის სისტემაზე, არ გააჩნია

პარენქიმატოზური ტოქსიკურობა, უარყოფითად არ მოქმედებს ღვიძლისა და თირკმლების ფუნქციურ მდგომარეობაზე.

სისხლის ბიოქიმიური გამოკვლევის შედეგების განსჯით შეიძლება დავასკვნათ, რომ დანამატი არ იწვევს ორგანიზმში ძირითადი ცვლის პროცესების დარღვევას, გავლენას არ ახდენს ენდოკრინული ორგანოების ფუნქციაზე და ელექტროლიტურ ბალანსზე.

ამასთან, პრეპარატის მიღებამ გამოსაცდელ დოზებში გამოიწვია შესამჩნევი დადებითი გავლენა ცხოველთა სხეულის მასის მატებაზე და საერთო ფიზიკურ სტატუსზე დატვირთვა-კოორდინირების ტრენდმილის ტესტის შეფასებით.

საკვანძო სიტყვები: ბიოაქტიური დანამატი; დოზები; მწვავე ტოქსიკურობა; საცდელი ცხოველები; ქრონიკული ტოქსიკურობა.

UDC 615

SCOPUS CODE 3005

TOXICOLOGY OF BIOACTIVE ADDITIVE "GRAIL"

R. Melkadze Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68a M. Kostava str, 0175
Tbilisi, Georgia
E-mail: remeisi@mal.ru

Reviewers:

L.Gulua, Doctor of Biological Sciences, Agricultural University of Georgia, Kakha Bendukidze University Campus
E-mail: l.gulua@agruni.edu.ge

T. Megrelidze, Professor, Doctor of Technical Sciences, Department of Food Industry, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com

ABSTRACT. The article refers to the study of acute and chronic toxicity of bioactive additive "Grail", which represents a multicomponent tincture of more than 25 medicinal plants, beekeeping products and winemaking. The experimental animals were mice, rats and dogs.

It is established that in doses of 3 and 10 ml / kg to the weight of animals (surpassing from 6 to 20 times recommended for the human use) "Grail" does not cause deviations in vital activities of animals, does not affect hematopoietic system and functional status of liver and kidneys, and also has no parenchymatous toxicity.

Based on the results of biochemical blood tests, "Grail" does not trigger any violations of the basic metabolic processes not affecting the functions of endocrine organs and electrolytic balance negatively.

Administration of the drug in the tested doses revealed positive effect on the gain of animals weight as well as overall physical status assessed by treadmill (load-coordination) testing.

KEY WORDS: Acute toxicity; bioactive additive; chronic toxicity; doses; experimental animals.

Дата рассмотрения 08.02.2018

Дата поступления 14.02.2018

Подписано к печати 05.06.2018

ავტორთა საძიებელი

Author's index

Указатель авторов

გელოვანი ნ. 66	უნგიაძე კ. 11
გიორგაძე ნ. 38	ღვინეფაძე გ. 38
გუგულაშვილი გ. 47, 54	ჭუმბურიძე ვ. 38
დენისოვა ი. 31	ხელიძე გ. 25
ინაშვილი ი. 31	ჯაფარიძე დ. 11
ისაკაძე თ. 47, 54	Melkadze R. 79
ლომიძე ი. 25	Махарадзе Л.И. 60
მაისურაძე მ. 66	Мелкадзе Р.Г. 89
მეგრელიძე თ. 47, 54	
პატარიძე გ. 66	

რეცენზენტთა საძიებელი

Reviewer's index

Указатель рецензентов

ბერუაშვილი გ. 47

გიგინეიშვილი გ. 25

გიგოშვილი თ. 66

იმნაიშვილი ლ. 38

კვირიკაშვილი გ. 54

კიკნაველიძე გ. 11

კობახიძე ლ. 47

მუსელიანი თ. 11

სოსელია გ. 31

სუსიაშვილი თ. 38

ყრუაშვილი ი. 31

წიქარიშვილი ხ. 66

ჯაფარიძე ზ. 54

ჯიშკარიანი თ. 25

Gulua L. 79

Megrelidze T. 79

Бежанишвили А. 60

Гулуа Л. 89

Кирмелашвили Г. 60

Мегрелидзе Т. 89

ავტორთა საყურადღებოდ

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული არის ყოველკვარტალური რეგულირებადი მულტიდისციპლინური პერიოდული გამოცემა, რომელიც რეგისტრირებულია საერთაშორისო ელექტრონულ მონაცემთა ბაზაში – Index Copernicus International.

- სტატია (მიიღება ქართულ, ინგლისურ, რუსულ ენებზე) ქვეყნდება ორიგინალის ენაზე.
- სტატიის ავტორთა რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს სამს.
- ავტორს შეუძლია საგამომცემლო სახელში პუბლიკაციისათვის მოგვარდოს ან ელექტრონული ფოსტით sagamomcemlosakhli@yahoo.com მისამართზე გამოგვიგზავნოს ერთი ან რამდენიმე სტატია, აგრეთვე თანდართული დოკუმენტაციის დასკანერებული ფაილები, მაგრამ კრებულის ერთ ნომერში გამოქვეყნდება მხოლოდ ორი ნამუშევარი.

ელ. ფოსტით სტატიის გამოგზავნის შემთხვევაში გთხოვთ გაითვალისწინოთ შემდეგი მოთხოვნები:

- Subject ველში (თემა) მიუთითეთ კრებულის დასახელება და ავტორის (ავტორების) გვარი.
- გამოიყენეთ ფაილის მიმაგრება (Attach).
- დიდი მოცულობის ფაილის შემთხვევაში გამოიყენეთ არქივატორი (ZIP, RAR).

• სტატია შედგენილი უნდა იყოს მართლმეტყველებისა და ტერმინოლოგიის დაცვით. ავტორი (ავტორები) და რეცენზენტები პასუხს აგებენ სტატიის შინაარსსა და ხარისხზე.

• ვინაიდან საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომების კრებული არის არაკომერციული გამოცემა, ჩვენი მეცნიერი თანამშრომლებისა და დოქტორანტებისთვის სტატიის გამოქვეყნება უფასოა.

• საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს № 200 დადგენილებით (22.01.2010წ.), ფიზიკურმა პირმა, რომელიც არ არის საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თანამშრომელი, შრომების კრებულში სტატიის გამოქვეყნებისთვის წინასწარ უნდა შეიტანოს ან გადმორიცხოს საჭირო თანხა (1 გვერდი – 10 ლარი) და სტატიის დოკუმენტაციას (ორი რეცენზია და ორგანიზაციის სამეცნიერო საბჭოს მიმართვა სტატიის სტუ-ის შრომების კრებულში გამოქვეყნების შესახებ) დაურთოს გადახდის ქვითარი. გრაფაში „გადახდის დანიშნულება“ უნდა ჩაიწეროს „სტატიის გამოქვეყნების ღირებულება“.

სტუ-ის საბანკო რეკვიზიტებია: სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი; საიდენტიფიკაციო კოდი 211349192; მიმღების ბანკი: სახელმწიფო ხაზინა; მიმღების დასახელება: ხაზინის ერთიანი ანგარიში; ბანკის კოდი: TRESGE22; მიმღების ანგარიში: სახაზინო კოდი 708977259.

გთავაზობთ სამეცნიერო სტატიის გაფორმების წესს:

- სტატია წარმოდგენილი უნდა იყოს ნაბეჭდი სახით A4 ფორმატის ფურცელზე, არანაკლებ 5 გვერდისა (არეები – 2 სმ, ინტერვალი – 1,5).

- სტატია შესრულებული უნდა იყოს doc ან docx ფაილის სახით (MS Word) და ჩაწერილი – ნებისმიერ მაგნიტურ მატარებელზე;
- ქართული ტექსტისთვის გამოიყენეთ შრიფტი Acadnux, ზომა 12;
- ინგლისური და რუსული ტექსტებისთვის – შრიფტი Times New Roman, ზომა 12;

სტატიას უნდა ერთვოდეს შემდეგი ინფორმაცია:

- უაკ (უნივერსალური ათობითი კლასიფიკაცია) კოდი.
- ცნობები ავტორის (ავტორების) და რეცენზენტების შესახებ ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე:
 - ყველა ავტორის სახელი და გვარი სრულად, E-mail-ი, სამეცნიერო წოდება და საკონტაქტო ტელეფონი;
 - დეპარტამენტის დასახელება. ორგანიზაციის სრული სახელწოდება – ყოველი ავტორის მუშაობის ადგილი, ქვეყანა, ქალაქი.
 - რეცენზენტთა გვარები და სახელები სრულად, ელექტრონული ფოსტის მისამართი, სამეცნიერო წოდება, დეპარტამენტის ან სამუშაო ადგილის დასახელება.

სტატია უნდა შეიცავდეს:

- ანოტაციას ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე (100–150 სიტყვა). *უცხოელი მკითხველისათვის ანოტაცია არის სტატიის შინაარსისა და მასში გადმოცემული კვლევის შედეგების შესახებ ინფორმაციის ერთადერთი წყარო. სწორედ იგი განსაზღვრავს ინტერესს მეცნიერის ნაშრომის მიმართ და, მაშასადამე, სურვილს, დაიწყოს დისკუსია ავტორთან, გამოითხოვოს სტატიის სრული ტექსტი და ა.შ.*

ანოტაცია უნდა იყოს:

- ინფორმაციული (არ უნდა შეიცავდეს ზოგად სიტყვებსა და ფრაზებს);
- ტექსტი ინგლისურ და რუსულ ენებზე უნდა იყოს ორიგინალური;
- უნდა ასახავდეს სტატიის ძირითად შინაარსსა და კვლევის შედეგებს;
- სტრუქტურირებული (მიჰყვებოდეს სტატიაში შედეგების აღწერის ლოგიკას).

უნდა შეიცავდეს:

- სტატიის საგანს, თემას, მიზანს (რომლებსაც უთითებთ იმ შემთხვევაში, თუ ეს არ არის ცხადი სტატიის სათაურიდან);
- კვლევის ჩატარების მეთოდს ან მეთოდოლოგიას (სამუშაოს ჩატარების მეთოდის ან მეთოდოლოგიის აღწერა მიზანშეწონილია იმ შემთხვევაში, თუ იგი გამოირჩევა სიახლით, საინტერესოა მოცემული ნაშრომის თვალსაზრისით);
- კვლევის შედეგებს;
- შედეგების გამოყენების არეალს;
- დასკვნას;

- საკვანძო სიტყვებს, დალაგებულს ანბანის მიხედვით (ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე);
- სტატიაში ქვესათაურებით გამოკვეთილ შესავალს, ძირითად ნაწილს და დასკვნას;
- სურათების ან ფოტოების კომპიუტერულ ვარიანტს, შესრულებულს ნებისმიერი გრაფიკული ფორმატით, გარჩევადობა – არანაკლებ 150 dpi-სა.
- ლიტერატურა
 - საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალების მონაცემთა ბაზების რეკომენდაციით, გამოყენებული ლიტერატურის რაოდენობა სასურველია იყოს არანაკლებ ათისა.

წარმოდგენთ გამოსაქვეყნებელ სტატიაში გამოყენებული ლიტერატურის გაფორმების წესს:

ყველა ავტორის გვარი და ინიციალები მოცემული უნდა იყოს ლათინური ანბანის ასოებით, ე.ი. ტრანსლიტერაციით, სტატიის სახელწოდება – თარგმნილი ინგლისურად, წყაროს (ჟურნალის, შრომების კრებულის, კონფერენციის მასალების) სახელწოდება – ტრანსლიტერაციით; გამოსასვლელი მონაცემები – ინგლისურ ენაზე (სტატიის ენა მიეთითება ფრჩხილებში).

ლიტერატურა (ნიმუში)

1. Jacques Sapir. Energy security as a common advantages.
http://www.globalaffairs.ru/rumbler/n_7780 (In Russian).
2. “Official website of the International Energy Agency:
<http://www.iea.org/topics/energysecurity/>” (In English).
3. International Energy Agency “Key World Energy Statistics” 2014 (In English).
4. Energy strategy of France McDoleg_butenko20 May, 2009 (In Russian)
5. G.G. Svanidze, V.P. Gagua, E.V. Sukhishvili “Rene-wable energy resources of Georgia”, Leningrad, Hydrometizdat, 1987, pp. 75-76 (In Russian).
6. Revaz Arveladze, Tengiz Kereselidze “The Georgian Full Independence of Electry Power Is Supported By Hydropower”. Sakartvelos Teqniki Universitetis Archil Eliashvilis Saxelobis Martvis sistemebis Institutis Proceedings. N18 2014. Tbilisi (In Georgian).

გთავაზობთ სტატიის წარმოდგენისთვის საჭირო დოკუმენტაციის ჩამონათვალს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თანამშრომლებისა და დოქტორანტებისთვის:

- ორი რეცენზია (იხ. ნიმუში)

http://publishhouse.gtu.ge/site_files/recenziis_nimushi.docx

- ფაკულტეტის საგამომცემლო საქმის დარგობრივი კომისიის ოქმის ამონაწერი

(იხ. ნიმუში) http://publishhouse.gtu.ge/site_files/aqtis_forma.docx

დოკუმენტები დამოწმებული უნდა იყოს ფაკულტეტის ბეჭდით.

ავტორს შეუძლია ნიმუშად გამოიყენოს კრებულის ერთ-ერთი ბოლო ნომერი.

აქტის ნიმუში

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის _____ ფაკულტეტის

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის _____ დარგობრივი კომისიის

აქტი № _____

„_____”

სხდომას ესწრებოდნენ:

დარგობრივი კომისიის წევრები:

(მიუთითეთ კომისიის შემადგენლობა)

განსახილველი სტატიის ავტორი/ავტორები: (მიუთითეთ სახელი და გვარი სრულად, სამუშაო ადგილი და სამეცნიერო წოდება, აკადემიური ხარისხი სრულად, ელ. ფოსტა, საკონტაქტო ტელეფონი).

1. _____

2. _____

3. _____

რეცენზენტები: (მიუთითეთ სახელი და გვარი სრულად, სამუშაო ადგილი და სამეცნიერო წოდება, აკადემიური ხარისხი სრულად, ელ. ფოსტა, საკონტაქტო ტელეფონი).

1. _____

2. _____

დარგის მოწვეული სპეციალისტები:

1. ნაშრომის განხილვა

2. (მიუთითეთ ფაკულტეტის დასახელება)

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის დარგობრივი კომისიაში განსახილველად შემოვიდა ავტორის/ავტორების მიერ მომზადებული სამეცნიერო სტატია

(მიუთითეთ სტატიის სრული დასახელება)

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის დარგობრივი კომისიის მიერ გამოყოფილია რეცენზენტები:

1. _____

2. _____

2. ნაშრომის საჯარო განხილვა

1. მოისმინეს: ავტორის/ავტორების *(მიუთითეთ)* ინფორმაცია განსახილველად წარმოდგენილი სტატიის შესახებ. _____

ნაშრომის ანოტაცია

3. მოისმინეს: რეცენზენტის/რეცენზენტების *(მიუთითეთ)* არგუმენტირებული შეფასება სტატიის აქტუალურობის, სიახლის და გამოცემის მიზანშეწონილობის შესახებ. _____

4. მოისმინეს: ფაკულტეტის ხარისხის უზრუნველყოფის სამსახურის დასკვნა-რეკომენდაცია *(მიუთითეთ მომხსენებლის ვინაობა)* _____ სტატიის გამოცემის შესახებ.

აზრი გამოთქვას:

დაადგინეს:

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ფაკულტეტის

(მიუთითეთ ფაკულტეტის დასახელება)

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის დარგობრივ კომისიაში განსახილველად შემოვიდა ავტორის/ავტორების მიერ მომზადებული სამეცნიერო სტატია

(მიუთითეთ სტატიის სრული დასახელება)

რეკომენდაციას უწევს სტატიის გამოქვეყნებას სტუ-ის შრომათა კრებულში.

ფაკულტეტის დარგობრივი კომისიის თავმჯდომარე

კომისიის მდივანი

კომისიის წევრები:

ფაკულტეტის დარგობრივი კომისიის თავმჯდომარის

ხელმოწერის სინამდვილეს ვადასტურებ

ფაკულტეტის დეკანი

(ხელმოწერა)

რეცენზიის ნიმუში

1. ნაშრომის დასახელება სრულად

2. ავტორის/ავტორების სამეცნიერო წოდება, სამუშაო ადგილი, საკონტაქტო ინფორმაცია ელ. ფოსტა

3. ნაშრომში დასმული ამოცანის მოკლე მიმოხილვა

4. გამოსაქვეყნებლად მომზადებული ნაშრომის აქტუალობა

5. ძირითადი ასპექტები, რომლებიც განხილულია ავტორის მიერ

6. რეკომენდაცია ნაშრომის გამოქვეყნებისათვის (იმ შემთხვევაში თუ სარეცენზიო ნაშრომი სამეცნიერო სტატიაა, აუცილებელია სამეცნიერო ჟურნალის დასახელების მითითება)

7. რეცენზენტის გვარი და სახელი სრულად, სამუშაო ადგილი, სამეცნიერო წოდება, საკონტაქტო ინფორმაცია – ელ. ფოსტა (სტატიის რეცენზირების შემთხვევაში რეცენზენტის მონაცემები გამოქვეყნებული იქნება სტატიასთან ერთად)

Guidelines for Authors

Collection of Academic Works of Georgian Technical University is a multidisciplinary quarterly refereed periodical included in Index Copernicus International.

- An article (accepted in Georgian, English or Russian) is published in the original language;
- The number of authors of an article should not exceed three;
- Authors should submit original copies of one or more articles for publication to the publishing house or send scan versions to sagamomcemlosakhli@yahoo.com along with supporting documentation, but only two articles from the same author(s) will be published in one edition;

To submit scan versions via email please follow the instructions:

- *In the Subject line indicate the collection of works and the name(s) of author(s).*
- *Attach the file(s) properly;*
- *Use ZIP or RAR file compressors in case of large files to attach.*

- The article should be literal, well-structured and apply proper terminology to convey the author's constructive arguments relevant to the subject. The authors and reviewers are responsible for the content and quality of an article;
- The collection of works of GTU is a non-commercial publication and running the articles of our researchers and for PhD students is free of charge;
- According to the Resolution No.200 of GTU Academic Council (22.01.2010), authors who are not the employees at the University, should make the preliminary payment by cash or transfer to have their paper published (10 GEL per page). Copy of the payment receipt should be enclosed with the supporting documentation (two reviews and a reference by the organization's academic board on publishing the article in GTU collection of scientific papers). "Cost of article publication" shall appear as subject in the "purpose of payment" field.

GTU bank details: LEPL Georgian Technical University; organization's identification number 211349192; beneficiary bank: State Treasury; beneficiary: joint treasury account; bank code: TRESGE22; Account number: treasury code 708977259.

How to form an academic article:

- The text should be presented in print-out form (A4), no less than 5 pages (margins - 2 cm, line spacing - 1,5);
- Only MS Word versions of texts are accepted (doc or docx) presented electronically on any magnetic carrier;
- For Georgian texts: font - Acadnux, font size - 12 pt;
- For English and Russian texts: font - Times New Roman, font size - 12 pt.

The accompanying information to the article should include:

- Universal Decimal Classification (UDC)

- Information about the author(s) and reviewers in Georgian, English and Russian:
 - Full name, academic title, email and phone number of each author;
 - Department, full name of organization – place of employment of each author, area/town, country;
 - Full name, email, academic title, department or place of employment of each reviewer.

The article should include:

- An abstract in Georgian, English and Russian (100-150 words long). ***For foreign readers an abstract is the only source of information about the content of an article and results of the research conveyed by it. An abstract therefore defines the reader's interest towards the article and possibility of further outreach to the author for the full text, etc.***

An abstract should be:

- *Informative (free of generalized terms and statements);*
- *Original (with quality translations in English and Russian with the proper application of terminology);*
- *Specific (conveying the core content of an article);*
- *Properly structured (consistent with the research results given in the article).*

An abstract should contain:

- *The subject, topic and objective of an article (indicated in case if these are not clear from the title);*
- *Method or methodology of research performed (expected to be described when and if this method or methodology are new and interesting with reference to the article);*
- *Research results;*
- *Area of application of research results;*
- *Conclusion.*

- Key words sorted by alphabet (Georgian, English and Russian);
- Sections should be outlined Introduction, Main Part and Conclusion;
- Digital version of drawings or images in any graphic format, resolution 150 dpi;
- Reference
 - By the recommendations of Databases of International Scientific Journals the number of references should be no less than ten.

How to form the reference section in the article:

Name and surname of each author should be given in Latin letter initials, title of the articles – translated in English, name of the source (journal, collection of works, conference materials) – with transliteration (original language of the article should be indicated in brackets).

References (sample)

1. Jacques Sapir. Energy security as a common advantages.
http://www.globalaffairs.ru/rumbler/n_7780 (In Russian).
2. “Official website of the International Energy Agency:

<http://www.iea.org/topics/energysecurity/>” (In English).

3. International Energy Agency “Key World Energy Statistics” 2014 (In English).
4. Energy strategy of France McDoleg_butenko20 May, 2009 (In Russian).
5. Svanidze G.G., Gagua V.P., Sukhishvili E.V. “Renewable energy resources of Georgia”, Leningrad, Hydrometizdat, 1987, pp. 75-76 (In Russian).
6. Revaz Arveladze, Tengiz Kereselidze “The Georgian Full Independence of Electric Power Is Supported By Hydropower”. Sakartvelos Teqniki Universitetis Archil Eliashvilis Saxelobis Martvis sistemebis Institutis Proceedings. N18 2014. Tbilisi (In Georgian).

Requirements for the submission of articles by the employees and for PhD students of Georgian Technical University:

- Two reviews (see the sample at)
http://publishhouse.gtu.ge/site_files/recenziis_nimushi.docx
- Minutes of the sectoral committee of the faculty publishing (see the sample at)
http://publishhouse.gtu.ge/site_files/aqtis_forma.docx
Documents should be verified with the faculty stamp.

Notice to Authors

Authors may consider one of the previous editions of GTU Collection of Academic Works as an example

К сведению авторов

Сборник научных трудов Грузинского технического университета является ежеквартальным мультидисциплинарным реферируемым периодическим изданием, которое зарегистрировано в международной базе электронных данных – Index Copernicus International.

- Статьи (принимаются на грузинском, английском, русском языках) публикуются на языке оригинала.
- Количество авторов статьи не должно превышать 3.
- Автор может предоставлять для публикации в Издательском доме или по электронной почте (на следующий адрес: sagatomcemlosakhli@yahoo.com) одну или несколько статей, а также в сканированных файлах сопутствующую документацию, но в одном номере могут быть опубликованы только две работы.

- **В случае статей, присылаемых по эл. почте, просьба предусмотреть следующие требования:**

- указать в эл. Subject-е название сборника (тема) и фамилию автора (авторов);

- использовать Attach (приложить файл);

- в случае большого объема файла применить архиватор (ZIP, RAR).

- Статья должна быть составлена грамотно, с соблюдением терминологии. Автор (авторы) и рецензенты несут ответственность за содержание и качество статьи.

- Поскольку сборник трудов Грузинского технического университета является некоммерческим изданием, для сотрудников статьи публикуются бесплатно.

- Согласно постановлению академического совета №200 (22.01.2010 г.), физическое лицо, не являющееся сотрудником университета, для публикации статьи в сборнике трудов должно заранее внести или перечислить необходимую сумму (1 страница стоит 10 лари) за статью и соответствующую документацию (две рецензии и направление научного совета организации о публикации статьи в сборнике трудов ГТУ), приложив справку об оплате. В графе «Назначение оплаты» следует записать «стоимость публикации статьи».

Банковские реквизиты ГТУ: Юридическое лицо публичного права (ЮЛПП); Грузинский технический университет; идентификационный код 211349192; банк приема; государственная казна; название получателя: единый счет казны; код банка: TRESGE22; счет получателя: код казны 708977259.

Предлагаем порядок оформления научной статьи:

- статья должна быть представлена в напечатанном виде на странице формата А4, содержать не меньше 5 страниц (поля – 2 см, интервал – 1,5);
- статья должна быть выполнена в виде файла doc или docx (MS Word) и записана на любом магнитном носителе;
- для грузинского текста применять шрифт Acadnusx, размер 12;
- шрифт для английского и русского текстов Times New Roman, размер 12;

Статья должна сопровождаться следующей информацией:

- код УДК (Универсальная десятичная классификация).

Сведения об авторе (авторах) на грузинском, английском и русском языках:

- полностью имя и фамилия автора (авторов), E-mail, научная степень и контактный телефон;
- название департамента, полное название организации – место работы каждого автора – страна, город;
- полностью фамилии и имена рецензентов, адрес электронной почты, научное звание, название департамента или места работы.

К статье должны прилагаться:

- Аннотация на грузинском, английском и русском языках (100-150 слов). **Для иностранных читателей аннотация является единственным источником информации о результатах исследований, приведенных в содержании статьи. Именно это определяет интерес ученого к работе и, соответственно, желание начать дискуссию с автором, познакомиться с полным текстом статьи и т.д.**

Аннотация должна быть:

- *информационной (не должна содержать общих слов и фраз);*
- *оригинальной (перевод на английском и грузинском языках должен быть качественным, при переводе следует использовать специальную терминологию);*
- *содержательной (должна отражать основное содержание статьи и результаты исследования);*
- *структурированной (следовать в статье логике описания результатов).*

Должна содержать:

- *предмет статьи, тему, цель (которые указывают в том случае, если это не ясно из заглавия статьи);*
- *метод или методологию проведенного исследования (описание метода или методологии проведенной работы целесообразно в том случае, если они выделяются новизной, интересны с точки зрения данной работы);*
- *результаты исследования;*
- *ареал использования результатов;*
- *выводы;*
- ключевые слова, расположенные по алфавиту (на грузинском, английском и русском языках);
- в статье должны быть выделены подзаголовки: введение, основная часть и заключение (выводы);
- компьютерные варианты чертежей или фотографий должны быть выполнены в любом графическом
- формате, разрешением – не менее 150 dpi.

- Литература

По рекомендации базы данных международных научных журналов, число использованной литературы желательно должно быть не меньше 10.

Представляем порядок оформления в публикуемой статье использованной литературы:

Фамилия и инициалы всех авторов должны быть выполнены буквами латинского алфавита, т.е. транслитерацией; название статьи с переводом на английский язык; название источников (журнала, сборника трудов, материалов конференции) – транслитерацией (язык статьи указан в скобках).

Литература (Образец)

1. Jacques Sapir. Energy security as a common advantages.
http://www.globalaffairs.ru/rumbler/n_7780 (In Russian).
2. "Official website of the International Energy Agency:
<http://www.iea.org/topics/energysecurity/>" (In English).
3. International Energy Agency "Key World Energy Statistics" 2014 (In English).
4. Energy strategy of France McDoleg_butenko20 May, 2009 (In Russian)
5. G.G. Svanidze, V.P. Gagua, E.V. Sukhishvili "Rene-wable energy resources of Georgia", Leningrad, Hydrometizdat, 1987, pp. 75-76 (In Russian).
6. Revaz Arveladze, Tengiz Kereselidze "The Georgian Full Independence of Electry Power Is Supported By Hydropower". Sakartvelos Teqniki Universitetis Archil Eliashvilis Saxelobis Martvis sistemebis Institutis Proceedings. N18 2014. Tbilisi (In Georgian).

Для представления статьи должен быть приложен перечень необходимых документов для сотрудников и докторантов Грузинского технического университета:

- две рецензии (см. образец)
http://publishhouse.gtu.ge/site_files/recenziis_nimushi.docx
- выписка из протокола отраслевой комиссии по издательскому делу факультета (см. образец)
http://publishhouse.gtu.ge/site_files/aqtis_forma.docx
документы должны быть удостоверены печатью факультета.

Автор может использовать в качестве образца один из последних номеров издания.

რედაქტორები: ნ. დოლიძე, ნ. ჟიჟილაშვილი, მ. პრეობრაჟენსკაია
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ე. ქარჩავასი

გადაეცა წარმოებას 02.04.2018. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 05.06.2018. ქაღალდის ზომა
60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 7.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant.
scripta manent