

Austrian Journal of Technical and Natural Sciences

**Nº 9–10 2014
September-October**



«East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH

**Vienna
2014**

Austrian Journal of Technical and Natural Sciences

Scientific journal

Nº 9–10 2014 (September-October)

ISSN 2310-5607

Editor-in-chief	Petra Busch, Austria
Consulting editors	Jolanta Lewicka, Poland Alajos Fazekas, Hungary
International editorial board	Egor Rachynski, Ukraine Rostislav Komarov, Russia Slavka Konstantinova, Bulgaria Jennifer Mathieson, Scotland Hong Han, China Alessandro Massaro, Italy
Proofreading	Kristin Theissen
Cover design	Andreas Vogel
Additional design	Stephan Friedman
Editorial office	European Science Review “East West” Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, Am Gestade 1 1010 Vienna, Austria
Email:	info@ew-a.org
Homepage:	www.ew-a.org

Austrian Journal of Technical and Natural Sciences is an international, German/English/Russian language, peer-reviewed journal. It is published bimonthly with circulation of 1000 copies.

The decisive criterion for accepting a manuscript for publication is scientific quality. All research articles published in this journal have undergone a rigorous peer review. Based on initial screening by the editors, each paper is anonymized and reviewed by at least two anonymous referees. Recommending the articles for publishing, the reviewers confirm that in their opinion the submitted article contains important or new scientific results.

Instructions for authors

Full instructions for manuscript preparation and submission can be found through the “East West” Association GmbH home page at: <http://www.ew-a.org>.

Material disclaimer

The opinions expressed in the conference proceedings do not necessarily reflect those of the «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, the editor, the editorial board, or the organization to which the authors are affiliated.

© «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH

All rights reserved; no part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without prior written permission of the Publisher.

Typeset in Berling by Ziegler Buchdruckerei, Linz, Austria.

Printed by «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, Vienna, Austria on acid-free paper.

Section 1. Architecture

*Okonchenko Olha Myhajlivna,
Lviv Polytechnic National University,
teaching assistant, Institute of Architecture
E-mail: oliaokonchenko@gmail.com*

Volume-Space structure of Western Ukraine bastion castles

Abstract: Regularities of changes of volume-space structure of bastion castles of Western Ukraine are analysed. The genesis of the forms of castle bastion fortifications throughout their military functioning and after the loss of their defensive function is outlined.

Keywords: castles of Western Ukraine, military architecture, defensive works, bastions.

*Оконченко Ольга Михайловна,
Национальный университет "Львовская Политехника"
асистент, Институт Архитектуры
E-mail: oliaokonchenko@gmail.com*

Объемно-пространственная структура бастионных замков Западной Украины

Аннотация: Проанализированы закономерности изменений объемно-пространственной структуры бастионных замков Западной Украины и намечен генезис форм бастионных укреплений замков на протяжении периода их милитарного функционирования и после потери оборонительной функции.

Ключевые слова: бастионы, бастионная система, замки, милитарная архитектура, оборонительные сооружения.

Постановка проблемы. Сохранившиеся до нашего времени замки Западной Украины превратились в туристические объекты, получив новую жизнь в качестве памятников архитектуры и истории, что, в свою очередь, предопределило появление ряда исследований по выявлению исторической и художественной ценности данных объектов с их последующим приспособлением к новым современным функциям.

Для раскрытия художественной и исторической ценности замков определяющим является понимание формы архитектурных объектов. В частности, особого внимания требует изучение генезиса объемно-пространственной структуры оборонительных сооружений, приобретших на протяжении всего периода существования множество наслоений, которые и сформировали современный неповторимый облик замка.

Анализ исследований и публикаций. Из многочисленных публикаций украинских и польских исследователей особо следует отметить работы Чоловского А.

[1], Нельговского Ю. [2], Логвина Г. [2], Мацюка А. [3], Пшика В. [4], Афтаназы Р. [5], в которых излагается строительная история замков. Эти исследования содержат информацию об утраченных элементах, перестройках и разрушениях, что позволяет составить полную картину изменений фортификаций отдельных замков. Некоторые исследователи (Нельговский Ю. [6], Годованюк Е. [6], Гверкен Б. [7], Богдановский Я. [8], Пламеницкая А. [9], Прибега Л. [10], Вечерский В. [11], Годованюк А. [12], Трегубова Т. [12]) поднимают вопрос об формообразовании оборонительных сооружений замков и, опираясь на использованные типы оборонительных сооружений и оборонительных систем, предлагают свои варианты классификаций замков. Однако эволюция объемно-пространственной структуры бастионных замков Западной Украины на данный момент исследована недостаточно.

Цель исследования: проанализировать закономерности изменения объемно-пространственной

структуры бастионных замков и очертить генезис форм бастионных укреплений замков в периоды их милитарного функционирования и после утраты ими оборонительных функций.

Изложение основного материала. Большинство сохранившихся до нашего времени замков Западной Украины были уфортифицированы или доуфортифицированы в середине XVI — начале XVIII в., в период, когда на данной территории появляется и активно развивается бастионная система организации укреплений. Применение бастионной системы привело к изменению архитектурного облика замка. Требования, продиктованные спецификой бастионной системы, противоречили такой характерной особенности средневекового замка, как доминирование над окружающей территорией. Если в период средневековья замок возводился на господствующей высоте (что было продиктовано проблемами обороноспособности, одновременно подчеркивая доминирующую роль и престиж архитектурного комплекса), то в XVII в. возникла необходимость скрывать оборонительные сооружения в уровне предполья, а постройки внутри периметра укреплений выполнять невысокими.

Бастионная система — это система организации оборонительных сооружений, которая базируется на применении принципа размещения бастионов (объединенных с куртинами для образования бастионных фронтов) таким образом, чтобы с куртины и фасов половин двух смежных бастионов (которые образуют фронт) была возможность осуществлять перекрестную оборону предполья, а с их флангов — вести фланкирующий куртину и фасы бастионов огонь [8, 551], [14].

В середине XVI — начале XVIII в. применение бастионной системы на исследуемой территории встречается как при устройстве новых замков, так и при доукреплении уже существующих, уфортифицированных в башенной или бастейной системах.

Для большинства замков (укрепления ядра которых выполнены в соответствии с правилами бастионной системы) присуща геометрически правильная форма начертания линии укреплений. При возведении таких замков участок подбирался с расчетом возможности упорядочить предполье и распланировать периметр, приближенный к квадрату или правильному пятиугольнику.

Примерами вышеупомянутых реализаций являются замки в Жолкве (XVI/XVII), Золотом Потоке (нач. XVII), Збараже (кон. XVI), Подзамочке (кон. XVI — нач. XVII) [13], укрепления которых выпол-

нены в соответствии с принципами ранних вариантов бастионной системы.

В этих замках были полностью сформированы основные характеристики бастионной системы: геометрически-правильная форма начертания; расположение фланкирующих элементов равномерно по периметру замка согласно расстояниям, регламентированным дальностью выстрела; пятиконечные в плане фланкирующие элементы, полностью исключающие наличие мертвых полей; бастионы с куртинами, образующие бастионные фронты.

Образцами применения геометрически правильной формы начертания укреплений являются замки, кардинально модернизированные или возведенные в XVII в., фортификации которых выполнены в соответствии с принципами западноевропейских классических школ бастионной архитектуры (новоитальянской и староголландской). К ним относятся: замок в Бродах (укрепления распланированы на основе правильного пятиугольника), замки в Ольке, Золочеве, Чернелице, Подгорцах, Вишневце (начертание их укреплений приближено к правильному квадрату, на углах которого расположены бастионы).

Применение неправильной формы начертания линии бастионных укреплений встречаем при необходимости доуфортифицировать существующий замок с устаревшей и, поэтому, недостаточно эффективной системой укреплений (башенной, бастейной, раннебастионной), или при необходимости разместить фортификации новозаложенного замка на территории, на которой в прошлом уже существовали укрепления.

Например, вторую линию бастионных укреплений неправильной формы начертания получили замки в Ляшках Мурованых (до этого замок был уфортифицирован в соответствии с принципами башенной системы), в Бережанах (до этого замок был уфортифицирован в соответствии с принципами бастейной системы). Наличие существующих укреплений и необходимость приспособляться к условиям обычного рельефа привели к тому, что только часть периметра замков в Мариамполе и Дубно была доуфортифицирована новыми бастионными укреплениями. Крутой рельеф гор, на которых расположены замки в Ягильнице и Галиче, не позволил применить для вновь возводимых укреплений полноценное бастионное начертание правильной геометрической формы, в результате склоны гор были уфортифицированы тенальными фронтами. Удлиненную прямоугольную форму, нехарактерную для бастионных замков, приобрела вторая линия укреплений Язловецкого замка,

что обуславливалось формой участка, ограниченного крутыми склонами.

На территории современной Западной Украины бастионы применяют с середины XVI в., начиная со староитальянских форм, через новоитальянскую школу вплоть до голландской школы бастионной архитектуры [3, с.107]. Бастионные школы военной архитектуры: старо и новоитальянская, староголландская, новоголландская и французская сменяли друг друга на протяжении XVI–XVIII вв. Они диктовали новые принципы построения укреплений, повлиявшие на переустройство бастионов во многих замках. Примеры таких изменений наблюдаем в замках в Олыке, Вишневце, Поморянах, Чернелице, Бережанах, в которых соотношение бастионов с различными характеристиками в одном оборонительном периметре не является редкостью, чему свидетельство — дошедшие до нашего времени реализации и историческая иконография вышеупомянутых замков. На протяжении военного функционирования замков менялись размеры их бастионов, углы флангов, материал из которого выполнены бастионы, достраивались и нивелировались уши, надстраивались кавальеры и т. п.

В некоторых замках, с целью улучшения обороноспособности объекта, модернизировали отдель-

ные фланкирующие сооружения в существующих линиях. Также проводились более существенные изменения, заключающиеся в возведении новых бастионных линий и внешних укреплений, окружавших замок.

Примеры реализованных новых бастионных линий геометрически правильного начертания, расположенных рядом с уже существующими укреплениями предыдущих систем, наблюдаем в замках в Жолкве и Поморянах. Удобному распланированию укреплений этих замков способствовало их расположение на пологом участке рядом с подтопляемыми территориями. Примером уфортифицирования бастионными укреплениями территорий вокруг замка, значительно больших по площади от ядра замка, служат замки в Збараже и Бережанах.

Укрепления замков перестраивались согласно господствующим в определенное время требованиям к обороноспособности, наличествующего в замке вооружения и задач, решение которых замки должны были обеспечивать. Результатом таких трансформаций была реализация различных компромиссных вариантов, существенно отличающихся от предлагаемых в трактатах идеальных решений начертаний оборонительных укреплений.

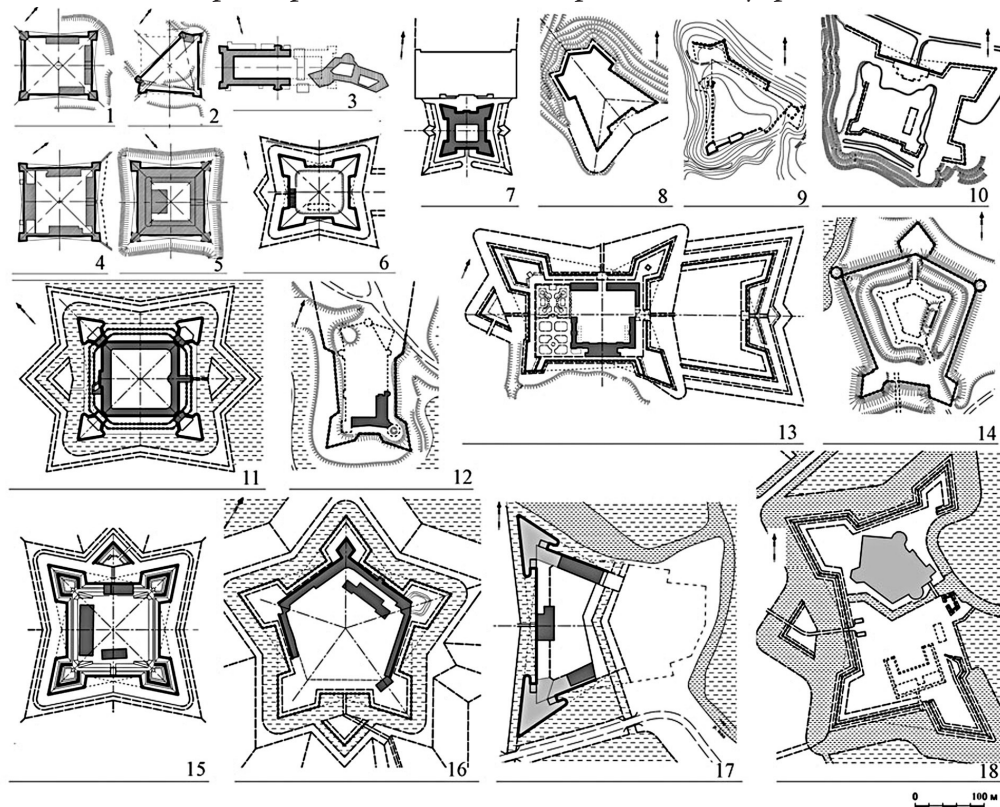


Рис. 1. Сравнительная схема начертаний замков, представленных в едином масштабе. Замки в 1) Золотом Поточе; 2) Подзамочке; 3) Язловце; 4) Жолкве; 5) Збараже; 6) Чернелице; 7) Подгорцах; 8) Ягольнице; 9) Галиче; 10) Мариамполе; 11) Олыке; 12) Поморянах; 13) Вишневце; 14) Ляшках Мурованных; 15) Золочеве; 16) Бродах; 17) Дубно; 18) Бережанах. Чертежи автора.

Выводы. Бастионный замок конца XVI — первой половины XVII в. извне мало чем отличался от бастионной крепости, которая не имела резиденционной функции. В этот период основатели замков предпочитали закладывать замки на новом участке, где была возможность упорядочить предполье и распланировать геометрически правильный оборонительный периметр в самой актуальной системе фортификаций.

Начертание линии укреплений замков, ядро которых было распланировано в соответствии с принципами бастионной системы, зачастую максимально приближалось к геометрически правильной форме.

Замки, доуфортифицированные бастионной линией, ядро которых было распланировано в соответствии с правилами башенной или бастейной систем, приобретали начертание бастионной линии, форма которого, в ущерб геометрической правильности, была изменена в результате приспособления к существующим укреплениям предыдущих периодов и особенностей рельефа участка. Несмотря на общее несоответствие формы начертания геометрически правильным формам, определяющим для объемно-пространственного решения укреплений замков в период их военного функционирования было соответствие формы принципам построения бастионной системы, что обеспечивало жизнеспособность таких объектов. Оборонительные сооружения необходимо было укрывать в уровне предполья, а постройки внутри оборонного периметра выполнять не высокими, с возможностью устройства артиллерийских позиций.

Когда во второй половине XVII — начале XVIII в. бастионные укрепления ядра замков потеряли оборонительное значение, замок снова стал доминировать над окружающей территорией. Проводятся значительные работы по раскрытию замковых эскарпов, нивелированию внешних укреплений и засыпанию рвов. На бастионах и въездных узлах вырастают башни (которые служат доминантами), возводятся новые яруса в дворцовых сооружениях и на куртинах. Валы укреплений, которые веками тщательно приспособлялись к требованиям обороны, трансформируются в парковые террасы. Расположенные внутри оборонительного периметра небольшие парки объединяются с огромными парковыми комплексами, устраиваемыми на бывшей территории предполья.

В каждом из сохранившихся замков уровень наслоений и степень сохранности бастионных укреплений разные. В одних замках, как например в Язловце и Жолкве, ранние бастионы трансформировались в краугольные башни дворцов, в других — как в Подзамочке, Золочеве, Чернелице, сохранилась оборонительная структура бастионных укреплений с характерным окружением. В замках в Подгорцах, Олыке, Вишневецке и Ляшках Мурованых бастионные укрепления, после утраты оборонительного значения, приспособлены под террасы дворцовых комплексов.

Несмотря на все наслоения и контекст, в котором мы воспринимаем замки сегодня, в основе формирования оборонительных сооружений замков неизменными остаются причины военного характера.

Список литературы:

1. Czolowski A. Dawne zamki i twierdze na Rusi Halickiej//TeKa konserwatorska. – Lwow, 1892. – S.65–132.
2. Памятники архитектуры и градостроительства Украинской ССР. – К., 1985. – Т. 1–4.
3. Мацюк О. Замки і фортеці Західної України. – Львів: Центр Європи. – 1997 р. – 160 с.; 4. Пшик В. Укріплені міста, замки, оборонні двори та інкастельовані сакральні споруди Львівщини XIII-XVIII ст.: Каталог-інформатор. – Львів, 2008. – 240 с.
4. Aftanazi R. Materialy do dziejow rezydencji. – Warszawa: Polska academia nauk, 1990. – Т. VIIa. – 696s.
5. Нельговський Ю., Годованюк Е. Каменные замки Западной Украины конца XVI – первой пол. XVII ст.//Архитектурное наследие. – Москва: Стройиздат, 1986. – №. 34. – С. 125–133.
6. Guerquin B. Zamki w Polsce. – Warszawa: Arkady, 1984. – 348 s.
7. Bogdanowski J. Architektura obronna w krajobrazie Polski: Od Biskupina do Westerplatte. – Warszawa – Krakow: Wydawnictwo Naukowe PWN, 1996. – 612s.
8. Пламеницька О. Початок мурованого оборонного будівництва на Поділлі/Українська спадщина. Науково-дослідний інститут пам'яткоохоронних досліджень/2008 р.
9. Прибега Л. До питання типологічної класифікації мурованих замків України//Замки України: дослідження, збереження, використання. Мат. міжн. науково-практичної конфер. Галич, 3 листопада 2011 р. – Галич: Нац. заповідник «Давній Галич», 2011 – С. 35–39.

10. Вечерський В. Оборонні комплекси західних земель України у другій половині XVII – середині XVIII століть // Замки України: дослідження, збереження, використання. Мат. міжн. науково-практичної конфер. Галич, 3 листопада 2011 р. – Галич: Нац. заповідник «Давній Галич», 2011 – С. 5–18.
11. Історія української архітектури/Наукове видання; Ю. С. Асєєв, В. В. Вечерський, О. М. Годованюк та ін.; За ред. В. І. Тимофійенка. – К.: Вид. «Техніка», 2003–471 с.
12. Оконченко О. М. Планувальна структура ранніх бастіонних фортифікацій замків Західної України. // Архітектура: Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – Львів: НУЛП, 2011. – № 716 – С. 198–209.
13. Шперк В. Фортификационный словарь. Москва: ВИА КА им. В. Куйбышева, 1946.

*Putintsev Andrey Lvovich,
Moscow Institute of Architecture (State Academy),
Professor, the Department of Town Planning
E-mail: alp-apx@yandex.ru*

Social factor of modern Russian urban planning

Abstract: The nature of the social order and that it comes from someone in the community, are crucial for a successful and socially-oriented urban development (urban) activities. "Social" order on urban projects should be the result of feedback between managers of public institutions and civil society. The current Russian reality shows that the first is still not fully aware of, and the second - born in pain ...

Keywords: social order, civil society, town-planning codex, person, any person, rule-making, house-building plant or complex.

The term «town planning» seems to be becoming a historical anachronism due to its close relation to the Soviet period of our history, when new towns appeared in dozens and hundreds. Today, the reality is different and the development of our towns has changed its vector according to a new political and economic doctrine. The so-called «market economy» brought about such novices as private ownership of the land, immovable property and infrastructure facilities in the process of town planning; it has radically changed the very process of town planning design and forms of its realization, normative and technical base and terminology. Although, it is correct to say that our attitude has simply changed towards all this ...

The term «urban planning» hasn't rooted deeply yet in our professional architectural consciousness. It's a matter of time. The fashion for globalization will pass with time; it will be replaced with a new (old) trend for «national color» and there will be a different name of an endless process of development of human settlements, more suitable and catching all new nuances.

In fact, it is not that important which of these two terms fits more to describe processes changing our living environment. It is significantly more important what these processes are, what conditions and prospects for their existence are there.

In the present article I would like to consider only one, the most important aspect, in my opinion, — social.

Town planning Code of the Russian Federation as of 29.12.2004 № 190-ФЗ states that «the subjects of town planning activity are the Russian Federation, subjects of the Russian Federation, municipal formations, physical persons and legal entities» (article 5, item 1). Consequently, the authors of the law presupposed that the interaction of the listed subjects should build a system of town regulation and town planning, in which every «bolt» of this complex mechanism will take its place — from task setting to the details of project realization. The very character of social order and the fact that it is generated in the society are determining for successful and socio-oriented town planning (urban planning) activity. Thus, I put it on the first place in the list.

Since Russia entered the club of countries with market economy, her citizens have to think independently about the development of their personal and social space, i. e. participate as a «subject» in town planning activity together with the state, being the owners of land and property objects.

What, in our Russian reality, can we today understand as the society (or community), which sends those impulses of activity affecting the direction of the vector and formation of the content of town planning projects?

«Physical persons» are ordinary citizens, working specialists (including architects, engineers and other town planning specialists), small and medium-size businessmen — all of them are under the pressure of numerous household and working problems and preoccupied with «survival» exclusively. Their role in town planning process narrows down to participation in social (public) hearings of territorial planning projects in their communities. Even in the event of high interest in the discussion of a project, it is not easy, because officials and builders (developers) do not inform the population about upcoming hearings sufficiently, as a rule. The quality and content project materials placed in media resources are such, that it is almost impossible and quite difficult to understand the idea of proposed solutions.

But, even if you manage to find the required materials, learn them and take part in it leaving office (the time of public hearings is almost always within «working» interval from 10.00 to 17.00), there is no guarantee that you will be heard, even though, they will probably allow you to express your opinion.

The matter is that in accordance with Town planning Code of the Russian Federation, «participants of public hearings ... have the right to submit their propositions and remarks regarding the project to a body appointed for the conduct of public hearings ... to include them in the protocol of public hearings».

However, whether your remarks on the project will be taken into consideration depends only on the chief executive (an analogue of a mayor or a *bürgermeister*), who «takes decision about the approval of documentation on territory planning or deviations of such documentation and submitting it to a body of local self-regulation for modification taking into account the protocol of public hearings on the project and conclusion about the results of public hearings». Here is a binary system of assessment, absolutely deprived of transparency and objective analysis and grounds for decision-making, in the hands of one person, even if it's a good person. Such prospect of «participation» hardly seems productive.

In other words, the impact of ordinary citizens on the processes of town planning design is very limited, for which reason the category «physical persons» cannot be considered seriously as «generator of urban impulses».

«Legal entities» have more chances to influence town planning activity appearing in the role of builders. However, more often, their activity narrows down to the execution of obligations under investment contracts on financing the development of social infrastructure of

municipalities (homes, educational, medical and sports establishments). In reality, they are not interested in contributing any novices to the process of urbanization and showing initiative.

It is absolutely unclear that the main source of town planning initiatives (the impulses) in Russia is the state. Legislative branch of the authority (State Duma, «parliaments» of the subjects of the Federation and municipal deputy assemblies) develops and approves the game rules for all «subjects of town planning activity» in accordance with the established hierarchy.

The overview of state town planning initiatives and rule-making reveals their inconsistent, sporadic and, what is the worst, asocial character. Most town planning programs and projects do not have a logic or real realization because of the problems with financing, weak projection, insufficiently accurate grounds and setting of priorities in the solution of territory problems. As a rule, the state is interested in large and costly «image» PR-projects, which enhance the prestige and ratings and, solving the set tasks, bring the population a lot of new problems.

It turns out that no subject of town planning activity listed in item 1 article 5 of Town planning Code of the Russian Federation is a real source of social order for town planning activity.

What is the reason? Today, we often hear that «Economy dictates (defines) everything!», or that «a built project should pay off» etc. But, it's not new! It has always been this way. These phrases hide a desire to implant the idea that «one has to pay for everything» and that eventually «he who pays the piper calls the tune» in the society... It is a wrong, externally imposed point of view, because living space for hundreds of thousands of people cannot be viewed as a profitable business project. Such policy will inevitably lead to social confrontations and explosion... The relations of the population and state management in this sphere can be characterized as untrustworthy, constrained and sometimes turning into a confrontation.

However, such tendency is still traceable, though «turbulent 90s» are over. That means someone needs it. The answer is absolutely clear. V. L. Glazychev formulated it as follows in «Urban planning»:

«New «oligarch» corporations of builders have been formed, ... home-building integrated plants have been preserved since the Soviet times without significant changes. Now, these structures undertake a massive expansion into big cities of the country. Herewith, cities-clients are imposed the models of houses and planning

schemes, which are more typical and convenient for the builder. The chances of lean construction relative to local conditions starting from economic opportunities of most part of the population and ending with the cultural tradition of the place are significantly reduced in this case, if not disappear at all».

In spite of the unprecedented boom of individual (private) low-rise construction in our country in the 90s, when a considerable part of the population «voted» for new quality of urban life, the construction monopolies continue forcefully to impose their morally outdated product.

Thus, «social order» for town planning activity in the Russian Federation, as a really widely common social phenomenon, doesn't exist yet. «Social» or public order for town planning projects should be the result of an inverse relationship between managerial state institutions and civil society.

Though, in the last 5–10 years there has been a clear tendency for the formation of cells of this civil society. It is most visible in Moscow, Saint-Petersburg, the largest cities (centers of the Federation subjects) and several medium-sized and small towns and regions, where there is high cultural, scientific and technical intellectual potential of the population. Active position of the society in the town planning sphere caused a serious resonance with regard to several big projects in Moscow region, projects of «high-rise» development in the historic structures of Moscow and Saint-Petersburg.

Currently, the most known organization is Public movement «Arkhnadzor» that started its work in Moscow in 2007 and unites specialists of creative professions and interested town citizens.

The Manifest of the organization says that the main directions of the movement's work are:

- detection, photo-fixation and study of the monuments of old Moscow, contribution to their registration for state protection;
- social monitoring of the condition and use of historic and architectural monuments of Moscow;
- disclosure of the facts of violation of the legislation of the Russian Federation and Moscow with regard to the objects of cultural heritage;

- assistance in the organization of independent legal, artistic, technical and other expertise with regard to the problems related to the historic monuments of Moscow;

- preparation of legal, organizational and other propositions contributing to preservation of historic monuments, landscapes and sights of Moscow.

In March this year Moscow held the Conference of town protectors of Russia. Over 100 representatives of social organizations in the sphere of cultural heritage protection from 32 towns took part in it: activists of regional branches of All-Russia community of historic monuments and culture protection (ACHMCP), public movements «Arch-protection of Ufa», «Arkhnadzor» (Moscow), «Live town» (Saint-Petersburg), «True Vologda», «Lost Ossetia», «SpasGrad» (Nizhniy Novgorod), «Real History» (Yekaterinburg), «Tver domes» etc.

During two days the participant of the Conference discussed several problems that town protectors face in different regions and developed a complex of urgent legal, administrative and organizational measures on the improvement of state policy in the sphere of protection of the cultural heritage of Russia, cooperation of state bodies and public organizations in the sphere of heritage protection. They formed a base of the Declaration of the conference, which was published and sent to state authorities. The Conference decided to start a Coordination union of town protection organizations of the country that is intended to ensure a closer interaction and joining of efforts of town protectors in All-Russia scale.

According to most professional architects and town planners, currently and in the future the main direction of the development of most towns of Russia should be the large-scale reconstruction of their engineering and transport infrastructure, system of social objects and development of a new type of homes.

They say about Russians that «the Russian are slow starters but they drive fast». It seems that the process of urbanization in the Russian towns and settlements starts working up the speed. It is important that it grows in social width and professional depth.

References:

1. Town planning Code of the Russian Federation as of 29.12.2004 N 190-Φ3 (approved by State Duma of the Russian Federation as of 22.12.2004). – «Rossiyskaya Gazeta», N 290, 30.12.2004.
2. Glazychev V.L. Urbanistika. – M.: Published by «Evropa», 2008. – 220p.

Section 2. Biology

*Lygin Sergei Aleksandrovich,
candidate of chemistry, associate professor Birsk branch
of the Bashkir State University, Russia Birsk
Email: lygins@mail.ru*

*Kabirova Liana Rystamovna,
student of biology and chemistry Birsk branch
of the Bashkir State University, Russia Birsk
Email: lygins@mail.ru*

Karaidel district is a source of clay as natural “sterilizer” of cow’s milk

Abstract: The article discusses the possibility of using clay as a sterilizer of cow’s milk. It is established that clay of the three types (white, red, blue) most antibacterial and sterilizing action has blue clay in the territory of Karaidel district.

Keywords: sterilizer, milk, clay, antibacterial influence.

*Лыгин Сергей Александрович,
канд. хим.наук, доцент Бирского филиала
Башкирского государственного университета, РФ, г. Бирск
Email: lygins@mail.ru*

*Кабирова Лиана Рустамовна,
студент факультета биологии и химии Бирского филиала
Башкирского государственного университета, РФ, г. Бирск
Email: lygins@mail.ru*

Караидельский район — источник глины, как естественного «стерилизатора» коровьего молока

Аннотация: В статье рассматривается вопрос возможности использования глины как стерилизатора коровьего молока. Установлено что из трех видов глин (белая, красная, голубая) наибольшим антибактериальным и стерилизующим действием обладает голубая глина территории Караидельского района.

Ключевые слова: стерилизатор; молоко; глина; антибактерицидное воздействие.

Глина является прекрасной «целительницей», доступная каждому в домашнем самолечении. Люди, с давних времен, используют глину не только для изготовления посуды, но и как строительный материал, а так же в лечебных целях. Так, например, Людовик XIV пользовался глиной от расстройства желудка при передаче. Египтяне использовали глину для бальзамирования, так как уже тогда знали, какими сильными антибактериальными свойствами она обладает.

Бактерицидность — свойство вызывать гибель различных микроорганизмов.

В Индокитае перед употреблением речную воду, где присутствует глина, сначала мутили, а затем пили. Во время войн солдатам для профилактики дизенте-

рии, при отсутствии перевязочных и дезинфицирующих материалов накладывали на раны глину. При помощи накаливаемого в печи красного кирпича лечили радикулит. Засыпанный сверху луковой шелухой горячий кирпич применяли для ингаляций при простудных заболеваниях, а для дезинфекции помещения сверху насыпали полынь и ветки можжевельника [1].

Глина состоит из одного или нескольких минералов группы каолинита $Al_4 [Si_4 O_{10}] [OH]_4$, монтмориллонита $m\{Mg_3 [Si_4 O_{10}] [OH]_2\} \cdot p\{(Al, Fe^{3+})_2 [Si_4 O_{10}] [OH]_2\} \cdot nH_2O$ или других слоистых алюмосиликатов, но может содержать и песчаные и карбонатные частицы. Как правило, породообразующим минералом в глине является каолинит, его состав:

47% (мас) оксида кремния (IV) (SiO_2), 39% оксида алюминия (Al_2O_3) и 14% воды (H_2O) [5].

В зависимости от того, из какой породы и каким образом идет образование глины, она приобретает различные цвета. Наиболее часто встречаются желтая, красная, белая, голубая, зеленая, темно-коричневая

и черная глины. Все цвета, кроме черного, коричневого и красного, говорят о глубинном происхождении глины [1].

Для исследования были взяты глины: голубая, красная и белая (рис. 1).

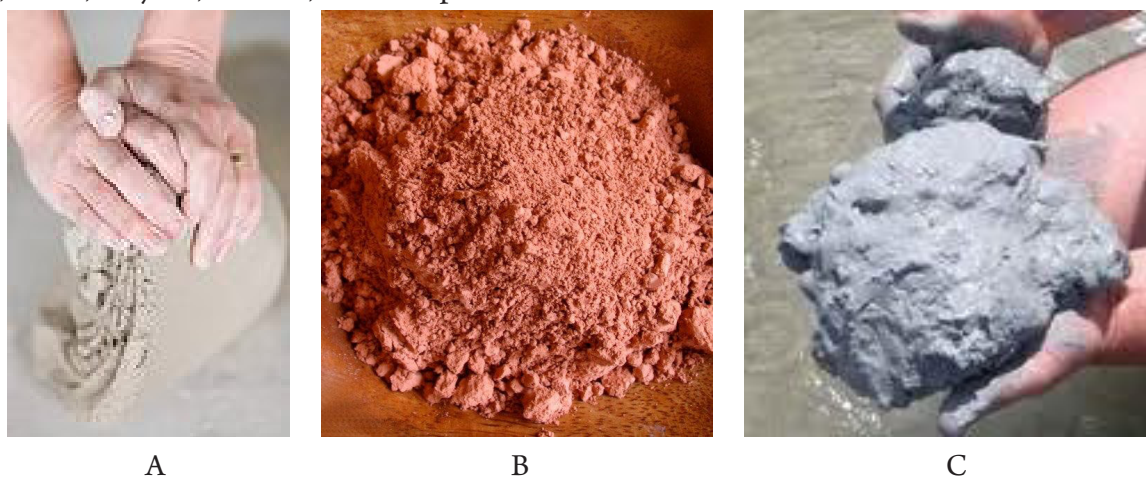


Рис. 1. Образцы глин, и, определяющие их цвет элементы:

- А — белая глина — каолинит;
 В — красная глина — оксид железа и меди;
 С — голубая глина — ион серебра, кобальт, кадмий.

Белая глина

Археологи полагают, что маски из белой глины помогли Клеопатре длительное время сохранять лицо белоснежным. Это вполне может быть правдой, поскольку белая глина обладает многими полезными свойствами. В первую очередь, следует заметить, что основой этого вида глины является минерал каолинит — он отвечает за эластичность, очищение, регенерацию тканей, а также способствует выработке лецитина.

Кроме того, белая глина имеет широкое распространение в плане изготовления косметических препаратов, детских в том числе. Это явно свидетельствует о том, что материал эффективный. К примеру, белая глина добавляется в состав очищающих масок, которые избавляют от проблемной угревой сыпи: она хорошо очищает эпидермис. Плюс ко всему, белая глина:

- поглощает микробы;
- насыщает кожу минералами;
- способствует обновлению кожи;
- оказывает противовоспалительное действие.

Уровень pH белой глины — 5, подходит она для чувствительной, сухой, увядающей кожи, а также для склонной к обветриванию, быстрому загрязнению [7].

Месторождения белой глины встречаются во всем мире. Во влажном состоянии она светло-серая, а по-

сле обжига приобретает цвет белесый или слоновой кости. Такая глина используется для изготовления посуды, кафеля и предметов сантехники или для поделок из глиняных пластин. Температура обжига — $1050 \div 1150$ °С. С помощью белой глины лечат заболевания кишечника, ожирение, выпадение волос, укрепляют ногти [3].

Красная глина

Оксид железа и меди является фактором, благодаря которому глина имеет красный цвет. Она отлично снимает покраснения на коже, улучшает кровоснабжение, повышает степень эластичности сосудов и капилляров. Красная глина подходит для склонной к раздражению, покраснению кожи, а также для особо чувствительной кожи, расположенной к аллергическим высыпаниям. Прыщи, расширенные капилляры, повышенная сальность, пигментные пятна, гнойные воспаления и сосудистая сетка — с этими проблемами красная глина прекрасно справляется.

Железо — незаменимый элемент, благодаря которому красную глину высоко ценят. Она богата полезными веществами, которые оказывают общеукрепляющее воздействие, а также красная глина выводит инфильтраты. Те люди, которые мечтают получить волшебное средство для омоложения и придания коже свежести, обязательно должны обратить внимание на этот вид глины [7].

При обжиге в зависимости от температуры или типа печи глина приобретает красную или белесую окраску. Она легко разминается и выдерживает нагрев не более $1050 \div 1100$ °С. Большая эластичность этого вида сырья позволяет использовать его для работ с глиняными пластинами или для моделирования небольших скульптур. Красную глину используют при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, гипотонии, варикозном расширении вен, нервных и эндокринных заболеваниях [3].

Голубая глина

Цвет данного вида глины обуславливается наличием ионов серебра, благодаря которым глина имеет дезинфицирующие и противовоспалительные свойства. Голубая глина смягчает, тонизирует кожу, сужает поры и избавляет лицо от мелких морщин. Уровень рН голубой глины близок к нейтральному — 7,3. Также замечено антицеллюлитное и антистрессовое действие такой глины, добывается она в Болгарии.

Преимущество ее среди других глин в том, что голубая глина содержит очень редкий радиоактивный элемент, имеющий большую силу — радий. Лечение голубой глиной дает организму радий в чистом виде, естественном состоянии и в необходимых дозах. Кроме радия, голубая глина содержит по существу все минеральные соли и микроэлементы в которых мы нуждаемся, а именно: кремнезем, фосфат, железо, кальций, магний, калий и т. д., причем в весьма хорошо усваиваемой человеческим организмом форме [7].

Главным лечебным свойством глины считается ее абсорбирующие и адсорбирующие свойства (в пять

раз больше, чем для активированного угля). Голубая глина хорошо лечит ожирение, гиподисфункцию щитовидной железы, снимает мышечную слабость и обеспечивает подвижность суставов, а также оказывает стерилизующее действие на продукты питания [6].

Стерилизация — освобождение какого-либо предмета или материала от всех видов микроорганизмов (включая бактерии и их споры, грибы, вирусы и прионы), либо их уничтожение.

С древних времен люди знали, что в голубой глине нет патогенных (болезнетворных) бактерий и она поглощает жидкие и газообразные токсины, запахи, газы, убивает болезнетворные микробы, уничтожает тухлый запах масла и других продуктов питания. Овощи, такие как морковь, свекла, редька, картофель не загнивают всю зиму, если поместить их на несколько секунд в глиняную болтушку, а потом подсушить [4].

На территории Караидельского района имеются залежи осадочных пород, таких как глина, мел, известняк, строительный камень. Это связано с тем, что в древности эта территория была дном древнего моря (рис. 2).

Караидельский район расположен на севере Башкортостана. Образован 20 февраля 1932 г. Площадь 3786 км², из них 2347 км² занимают леса. В 99 населенных пунктах проживает 28,3 тысяч человек. Из-за обилия хвойных лесов, гор и Павловского водохранилища, реки Уфа в народе район называют «второй Швейцарией» [8].



Рисунок 2. Карта Караидельского района

С целью проверки влияния глины на скисаемость коровьего молока был проведен эксперимент с использованием трех видов глин (для сравнения).

Для каждого варианта эксперимента использовалось 200 мл свежего коровьего молока и 10 г глины (за исключением контроля). Эксперимент проводился при температуре 22° С и основывался на методике [2].

Предлагаемая методика органолептического исследования является наиболее приемлемой для домашних (бытовых) условий, которая представлена как результат экстраполяции нескольких вариантов ранее проведенного эксперимента.

Результаты времени полного скисания и органолептических характеристик молока представлены на рисунке 3,4.

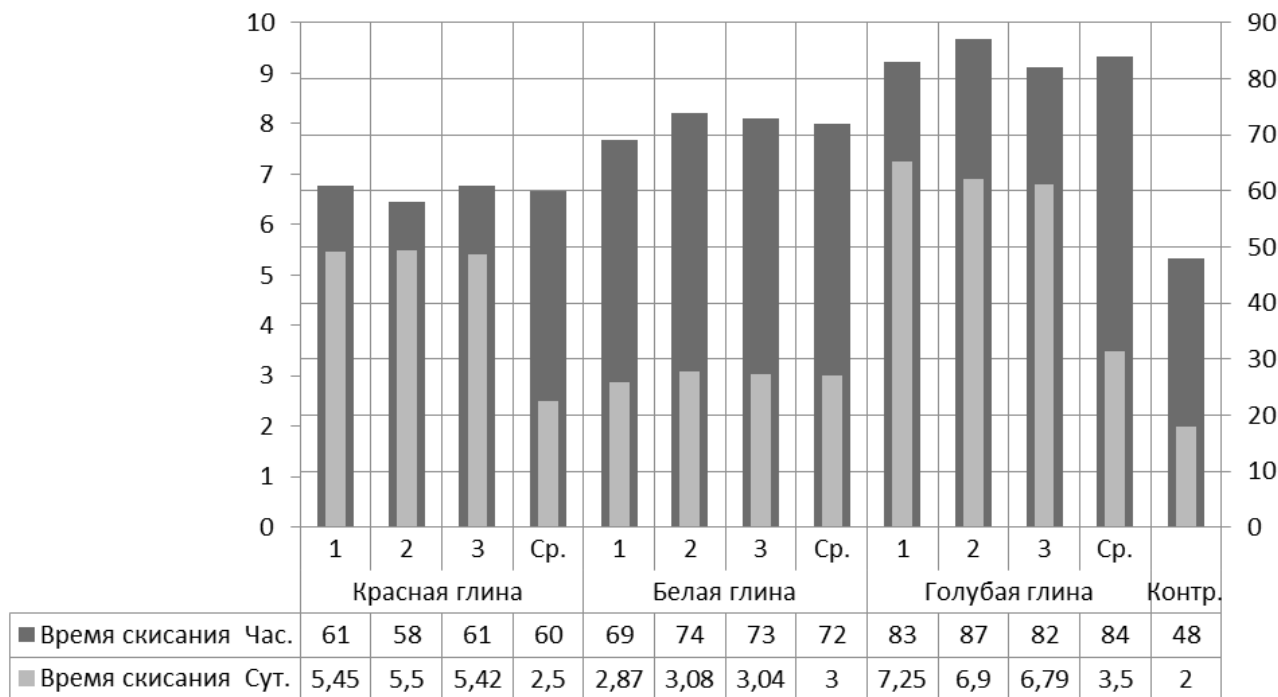


Рисунок 3. Время полного скисания молока (час/сут)

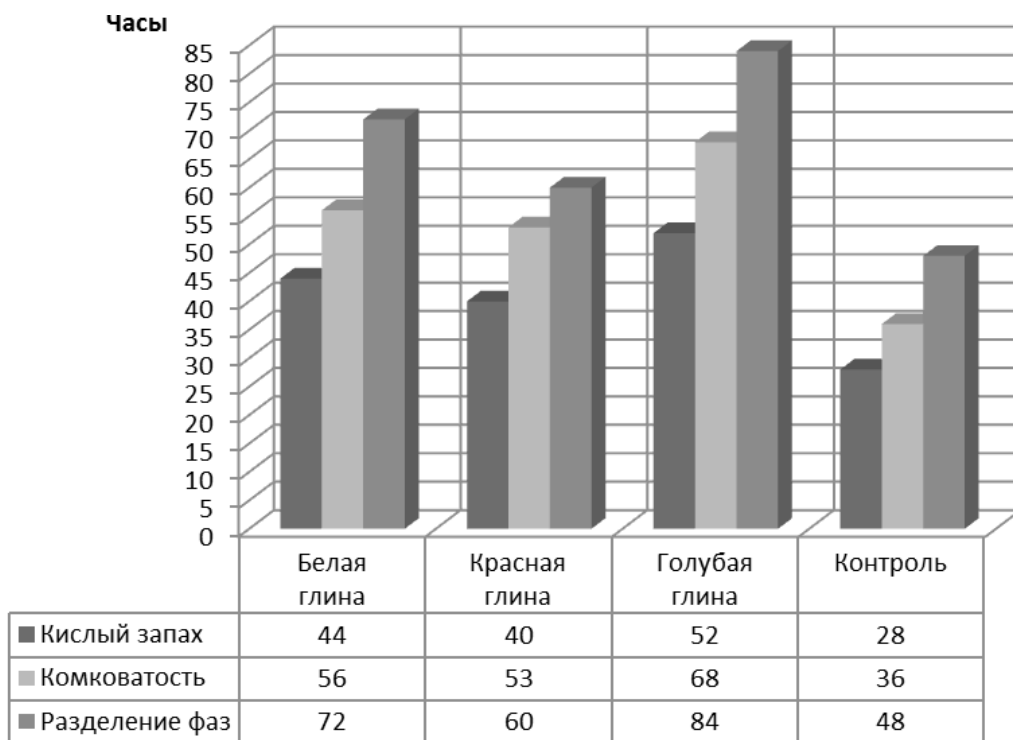


Рисунок 4. Органолептические характеристики молока

По результатам выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

- голубая глина, является лучшим естественным «стерилизатором» молока, как видно из рисунков 3,4;
- установлено, что голубая глина обладает бактерицидными свойствами, так как полное скисание прошло через 3,5 суток, что указывает на подавление молочнокислого брожения в течение этого времени;

— в сравнении с контролем несколько хуже, чем голубая, но лучше чем красная (2,5 сут.) проявляет схожие свойства белая глина (3 сут.).

В отличие от химических антисептиков, которые убивают не только микробы, но разрушают и здоровые клетки, глина, устраняя микробы и их токсины, создает в организме иммунитет против новой микробной инфекции.

Список литературы:

1. Глина и ее лечебные свойства. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_919.html (дата обращения 15.09.2013).
2. ГОСТ Р ИСО 22935–2-2011. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://vsegost.com/Catalog/51/51223.shtml> (дата обращения 25.10.2012).
3. Злобина Т. Целительные силы Алтая. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://lib.rus.ec/b/166023> (дата обращения 15.02.2014).
4. Здоровый образ жизни, здоровье и красота. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.rusmedserver.ru/med/narodn/glina/12.html> (дата обращения 11.04.2014).
5. Минералы и горные породы. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.catalogmineralov.ru/mineral/> (дата обращения 17.06.2013).
6. Семёнова Н. А. (А. П. Холопов, В. А. Шашель, Н. А. Чаплыгина, Н. Г. Морозов) Кремний – элемент жизни. Экология и медицина. – СПб.: «Издательство «ДИЛЯ», 2008. – 448 с. Серия «Исцелит тебя Надежда!»
7. Уход за лицом и телом. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://damenwelt.ru/beauty/body-face/maski-dlya-lica-iz-gliny.html> (дата обращения 03.11.2013).
8. Экологический проект. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://lib.znate.ru/docs/index-198933.html> (дата обращения 21.03.2013).

*Mambetullaeva Svetlana Mirzamuratovna,
Karakalpak State University, Scientific laboratory,
Dr. Sci. Biol., prof.
E-mail: svetmamb@mail.ru
Bakhiyeva Luiza Aminovna,
Karakalpak State University
Ph. D. of Biology
Begzhanova Gulnara Turdymukhambetovna,
Karakalpak State University,
Assistant to chair of Ecology and physiology
Shaniyazova Zukhra Bukharbaevna,
Ph. D. of Biology*

Features of distribution of biogenic elements in water ecosystems of Aral Sea area

Abstract: In article the analysis of distribution of biogenic elements in water ecosystems of Aral Sea area by a method main a component is carried out. The role revealed by means of the analysis and the importance of indicators find quite logical removability from one term of supervision of influence of variables in an orientation of processes of transfer of substances in water object.

Keywords: Aral Sea area, biogenic elements, water ecosystems, analysis, method of main component.

*Мамбетуллаева Светлана Мирзамуратовна,
Каракалпакский государственный университет,
Научная лаборатория, доктор биологических наук, проф.
E-mail: svetmamb@mail.ru*

*Бахиева Луиза Аминовна,
кандидат биологических наук, доцент,
Научная лаборатория Каракалпакского
государственного университета*

*Бегжанова Гулнора Турдымухамбетовна,
Ассистент кафедры Экологии и физиологии
Каракалпакского государственного университета*

*Шаниязова Зухра Бухарбаевна,
кандидат биологических наук, доцент*

Особенности распределения биогенных элементов в водных экосистемах Приаралья

Аннотация: В статье проведен анализ распределения биогенных элементов в водных экосистемах Приаралья методом главных компонент. Выявленные с помощью анализа роль и значимость показателей обнаруживают довольно логичную сменяемость от одного срока наблюдений влияния переменных в направленности процессов переноса веществ в водном объекте.

Ключевые слова: Приаралье, биогенные элементы, водные экосистемы, анализ, метод главных компонент.

Последние десятилетия характеризуются резким усилением антропогенной нагрузки на водоемы и водотоки [13, 144]. Происходит прогрессирующее ухудшение качества водной среды, что составляет угрозу экологической и национальной безопасности нашей страны. К ним можно отнести разрушение структурно-функциональной организации водных экосистем, снижение водохозяйственного, рыбохозяйственного и рекреационного потенциалов водных объектов, снижение их экологических свойств, определяющих социальную привлекательность территории проживания населения. Весьма разнородны причины, обуславливающие антропогенную деградацию водных объектов: загрязнение, засорение и эвтрофирование водной среды и эксплуатация гидротехнических сооружений, нерациональное использование водных ресурсов [1, 320; 3, 23; 7, 88; 12, 56].

Изменение гидрологического и гидрохимического режима реки Амударья, а также возрастающие антропогенные нагрузки привели к значительной трансформации природной среды региона. Антропогенный фактор, приводящий к многочисленным сукцессиям биогеоценозов, существенно меняет и разрушает состав и взаимосвязи организмов.

Общую информацию о распределении имеющих в водных экосистемах биогенных элементов (БЭ) получают с помощью обобщенных интегральных по-

казателей. Однако для всесторонней оценки особенностей нахождения в природной воде БЭ и развития их распределения необходимо анализировать значительные ряды наблюдений за изменчивостью измеряемых интегральных показателей [10, 111–127].

В настоящее время использование многомерных статистических методов и, в частности, метода главных компонент (ГК) очень перспективно для характеристики особенностей распределения БЭ в водных экосистемах [2, 124; 11, 106–112; 14, 65–71]. Метод ГК объединяет три статистических анализа корреляционный, дисперсионный и регрессионный, а также позволяет проводить одновременно анализ закономерностей взаимосвязанного распределения и изменчивости множества показателей. При сравнении различных показателей БЭ методом ГК можно перейти от исходного достаточного широкого набора параметров к характеристике состояния БЭ новым набором некоррелируемых переменных, называемых ГК. Метод ГК по сути является способом преобразования широкого набора информации для характеристики исследуемых процессов, их компоновки и рассмотрения только наиболее существенных параметров, которые важны в наблюдаемых флуктуациях показателей и системы в целом.

Материал и методы

В настоящей работе использованы данные наблюдений с 2005 по 2010 гг. в весенний, летний пе-

риоды года, а также ноябре месяце в Дауткульском водохранилище. На начальном этапе использованы следующие параметры: горизонты отбора проб воды h , O_2 , содержание взвешенных органических веществ (ВОВ) или содержание сестона, общее содержание фосфора $P_{\text{общ}}$, суммарное содержание азота $N_{\text{сум}}$, содержание минерального азота $N_{\text{мин}}$, органического азота $N_{\text{орг}}$. Возможности применения этих параметров обсуждаются в работах Бердавцевой и соавт. (1984), Леонова и соавт. (1990), Скопинцева и соавт. (1986).

Содержание кислорода определялось методом Винклера. Определения $P_{\text{общ}}$, $N_{\text{сум}}$, $N_{\text{мин}}$ и $N_{\text{орг}}$ выполнялись в соответствии с практическими руководствами [15, 375]. Методология анализа ряда наблюдений с помощью метода ГК рассмотрена в работе [2, 124].

Результаты и их обсуждение

Изменчивость показателей в разные сроки наблюдений существенно различается, что сказывается на неоднозначности оценки распределения БЭ в исследуемом водоеме.

Проведенный анализ показал, что значения Цв в весенний период (март месяц) коррелирует с содержанием Р ($r=0,78$). В последующие сроки наблюдений эта связь несколько утрачивает свою значимость. Среднегодовое содержание $N_{\text{сум}}$ во все сроки наблюдений в большей степени определяется вкладом $N_{\text{орг}}$ ($r=0,68$). Также можно наблюдать, что величины температуры воды и процентное содержание рас-

творенного кислорода обратно пропорционально связаны с горизонтом наблюдений в летне-осенний периоды. Процентное содержание кислорода в этот период сильно коррелирует с величинами температуры воды ($r=0,82$).

Проведенный анализ показывает, что в целом изучаемая система характеристик состояния и распределения биогенных элементов в исследуемом водном объекте не отличается стабильностью корреляционных связей, в отдельные сроки наблюдений корреляционные связи между изучаемыми показателями ослабевают или даже отсутствуют. Коэффициенты корреляции указывают на присутствие стохастической связи между обсуждаемыми переменными.

Причинно-следственные зависимости способствуют раскрыть анализ соотношений параметров, характеризующих ГК, которые определяют внутреннюю структуру процессов и явлений изучаемой системы. Нами выделены 4 ГК, которые объясняют 80–90% изменчивости компонентов водной экосистемы (табл 1). I ГК в марте объясняет 49% дисперсий всей совокупности распределения БЭ в системе. Отрицательные нагрузки образует содержание Р в водной среде. Содержание Р в воде отражает важную роль в формировании запаса БЭ в весенний период. В июне I ГК объясняет 35% дисперсии распределения БЭ в системе. Ее положительные нагрузки определяются Цв и $N_{\text{мин}}$, а отрицательные — содержанием O_2 (фактическим и относительным).

Таблица 1. – Собственные значения (числитель) и их накопленные отношения (знаменатель) для выделенных главных компонент

Период наблюдений (месяцы)	I	II	III	IV
Март	5,42/0,49	2,60/0,65	1,57/0,82	-
Июнь	5,74/0,35	3,44/0,58	2,34/0,74	1,14/0,86
Ноябрь	4,01/0,26	3,18/0,44	2,51/0,61	1,45/0,80

В ноябре вклад I ГК в дисперсию системы составил 26%, ее положительная нагрузка определяется перманганатной окисляемостью. По-видимому, в этот сезон действие абиотических факторов среды в этот сезон уже не очень выражено.

Вклад II ГК в дисперсию системы в марте составляет 16%, в июне — 23%, ее положительные нагрузки формируются показателями Цв, а отрицательные — компонентами азота ($N_{\text{сум}}$ и $N_{\text{орг}}$). В ноябре, как и в марте вклад III ГК в дисперсию системы составляет 18%. Положительные нагрузки сформированы переменными, характеризующими содержание форм азота ($N_{\text{сум}}$ и $N_{\text{орг}}$) и фосфора. Отрицательные нагрузки II ГК выражены в основном относительным содержанием O_2 .

Вклад III ГК в марте в дисперсию системы составлял 17%. Положительные и отрицательные нагрузки ее формируются взвешенными органическими веществами. В июне вклад III ГК в общую дисперсию системы составил 16%. Положительные и отрицательные нагрузки этой ГК образованы переменными, характеризующие содержание в водной среде $N_{\text{орг}}$ и фракций фосфора. В ноябре вклад III ГК в дисперсию системы составлял 17%. Отрицательные нагрузки сформированы концентрациями форм азота ($N_{\text{мин}}$) и фосфора.

IV ГК выделена по сериям наблюдений, проведенным в июне-ноябре. Вклад данной ГК в дисперсию системы составил 12–19%. Ее нагрузки в разные пе-

риоды наблюдений зависят в основном от переменных, характеризующих содержание в среде $P_{\text{общ}}$, $N_{\text{сум}}$ и $N_{\text{орг}}$. Поэтому смысловая трактовка этой ГК, вероятно, связывается с влиянием форм азота и фосфора на развитие окислительной трансформации органических веществ.

Компонентный анализ показал, что трансформация распределения БЭ в отдельные периоды может быть охарактеризована различными переменными. Выявленные с помощью анализа роль и значимость показателей обнаруживают довольно логичную сменяемость от одного срока наблюдений влияния переменных в направленности процессов переноса веществ в водном объекте.

Роль внутренних и внешних потоков в формировании балансов отдельных форм фосфора и азота различна. Полученные результаты подтверждают, что внешние потоки (поступление и вынос, обмен между водой и дном озера) наиболее существенны при формировании годового баланса БЭ, а внутренние — при формировании баланса $P_{\text{общ}}$ и $N_{\text{орг}}$ в живом веществе. Но, следует учесть, что в течение года ситуация может изменяться, что в свою очередь может отразиться в соотношении фракций БЭ в исследуемом водоеме. Количество основных фракций в нагрузке не очень значительно.

В мелких водоемах поступление фосфора из донных отложений оказывает непосредственное воз-

действие на эвтрофирование водоема. Установлено, что внутривидовое распределение скоростей биохимической трансформации $P_{\text{общ}}$ и $N_{\text{орг}}$ определяется в немалой степени температурой и прозрачностью воды, а также освещенностью водной поверхности. Максимальная скорость потребления фосфора неорганического фитопланктоном составляет 0,39 мг P/л год, а выделения — 0,097 мг P/л год [12, 56–57].

Формирование качества воды в водных объектах — процесс сложный, многогранный, зависящий от комплекса разнообразных факторов, связанных с функционированием водных экосистем, так и с условиями окружающего ландшафта и ложем водоема. Результаты исследования позволяют объяснить наблюдаемые особенности функционирования водных экосистем и специфичность динамики биогенных элементов, где они выступают в качестве одной из частей пускового механизма в процессе эвтрофирования водоемов.

Таким образом, метод ГК может быть применен при обобщении значительных рядов наблюдений с целью упорядочения имеющейся информации. Имея даже небольшой набор различных характеристик среды и биоты, можно получить представление о состоянии экосистемы в целом и изменчивости недостающих компонентов. Несомненно, это негативно отражается на адекватности нормирования и контроля загрязнения водных экосистем в Южном Приаралье.

Список литературы:

1. Абдиров Ч. А., Константинова Л. Г., и др. Качество поверхностных вод низовьев Амударьи в условиях антропогенного преобразования пресноводного стока. – Ташкент: ФАН. – 1996. – 325 с.
2. Андрукович П. Ф. Применение метода главных компонент в практических исследованиях. Вып. 36, – М.– МГУ. – 1973. – 124 с.
3. Атаназаров К. М. Экологическая роль биогенных элементов поверхностных вод низовьев Амударьи в условиях антропогенного пресса: Автореф. ... канд. биол. наук. – Ташкент, 1999. – 23 с.
4. Бердавцева Л. Б., Цыцарин Г. В. Гидролого–гидрохимические аспекты превращения органического вещества в Можайском водохранилище // Водные ресурсы. – 1984. – № 4. – с. 121–129.
5. Дмитриева Н. Г., Эйнон Л. О. Формы и содержание фосфора в природной воде и определяющие факторы его круговорота. // Водные ресурсы. – 1984. – № 4. – С. 110–120.
6. Дубров А. М. Обработка статистических данных методом главных компонент. – М. – Статистика. – 1978. – 136 с.
7. Ешимбаев Д. Гидрохимическое состояние водоемов Каракалпакии в условиях водохозяйственных мероприятий в бассейне Амударьи. – Ташкент: ФАН, 1975. – 88 с.
8. Константинова Л. Г. Антропогенная эвтрофикация поверхностных вод низовьев Амударьи. // Биологические ресурсы Приаралья. – Ташкент: ФАН, 1986. – С. 61–90.
9. Константинова Л. Г. Эвтрофия озер низовьев Амударьи. // Арал – надежда моя. – Нукус: Каракалпакстан, 1987. – С. 86–92.
10. Леонов А. В., Бердавцева Л. Б. Оценка процессов разложения органического вещества по кинетическим параметрам БПК // Водные ресурсы. – 1986. – № 4. – с. 111–127.

11. Максимова М. П. Применение метода главных компонент в экосистемных исследованиях Белого моря // Водные ресурсы. – 1986. – № 3. – С. 106–112.
12. Матсапаева И. В., Мамбетуллаева С. М., Константинова Л. Г. Исследование трансформации соединений фосфора в озере Шегекуль с использованием имитационной математической модели. // Вестник ККО АН РУз. – 2000. – № 1. – С. 56–57.
13. Россолимо Л. Л. Изменение лимнических систем под воздействием антропогенного фактора. – Л.: Наука. – 1977. – 144 с.
14. Скопинцев Б. А., Бикбулатова Е. М. Использование метода главных компонент в экологии морского фитопланктона (обзор) // Экология моря. Вып. 13. – Киев. – Наук. Думка. – 1983. – С. 65–71.
15. Унифицированные методы анализа вод / Под ред. Лурье Ю. Ю. – М. – Химия. – 1971. – 375 с.

*Mirametova Nadira Purkhanatdinovna,
the competitor of Nukus State Pedagogical Institute,
E-mail: svetmamb@mail.ru*

Research of adaptation systems at children of Karakalpakstan on action of physical activities

Abstract: Article considers questions of studying of adaptation systems of children on action of different types of loadings. The analysis showed that at children, been born living in the Republic of Karakalpakstan, some excess of level of indicators in functioning of adaptive respiratory system is revealed.

Keywords: Karakalpakstan, children's population, cardio respiratory system, physical activities, adaptation, breath regulation.

*Мираметова Надира Пурханатдиновна, соискатель
Нукусского государственного педагогического института,
E-mail: svetmamb@mail.ru*

Изучение адаптационных систем у детей Каракалпакстана на действие физических нагрузок

Аннотация: Статья рассматривает вопросы изучения адаптационных систем детей на действие различных видов нагрузок. Анализ показал, что у детей, родившихся проживающих в Республике Каракалпакстан, выявлено некоторое превышение уровня показателей в функционировании адаптивной респираторной системы.

Ключевые слова: Каракалпакстан, детское население, кардиореспираторная система, физические нагрузки, адаптация, регуляция дыхания.

Одной из важнейших задач современной физиологии является изучение механизмов адаптации организма к различным видам деятельности [6, 833]. Кардиореспираторная система, обеспечивающая поступление кислорода к клеткам организма является одной из важнейших физиологических систем, определяющей как умственную, так и физическую работоспособность детей в онтогенезе и при адаптации к учебной деятельности [7, 112].

Известно, что экологические условия Южного Приаралья за последние годы существенно ухудшились. По данным ряда исследователей [1, 20–25; 11, 8] состояние здоровья населения продолжает значи-

тельно ухудшаться по целому ряду показателей. Наибольшие изменения произошли в показателях состояния здоровья детей, которые в силу несовершенства защитных сил организма первыми среди других групп населения реагируют на неблагоприятную экологическую ситуацию в регионе. Их организм является своеобразным маркером повышенной чувствительности к состоянию окружающей среды.

Изучение динамики показателей внешнего дыхания и сердечно-сосудистой системы младших школьников на различные виды нагрузок в течение учебного года представляется весьма актуальным в настоящее время. Специалистами установлено, что с возрастом

дыхание становится все более и более кортикализированным и управляемым [6, 834]. Также с возрастом проявляется тенденция к снижению относительной величины минутного объема дыхания, углублению и снижению частоты дыхания. При физических нагрузках умеренной и большой мощности происходит уменьшение объемных скоростей дыхания, свидетельствующее об утомлении дыхательной мускулатуры [7, 115–116]. У детей наблюдается незрелость механорецепторного и центрального механизмов регуляции дыхания. Это, в свою очередь, может обуславливать неадекватность физиологических сдвигов дыхательной системы в процессе адаптации младших школьников к учебной нагрузке.

Разные виды нагрузок вызывают резкое увеличение потребления кислорода в нервной и мышечной системах ребенка. Поэтому возникает необходимость в обеспечении возросшего потребления кислорода органами и тканями. Данную функцию обеспечивает дыхание — обмен газов между внешней средой и клетками человеческого организма. Конвекционный транспорт дыхательных газов объединяет два процесса — легочную вентиляцию и транспорт газов кровеносной системой. Таким образом, кардиореспираторная система является единым целым, обеспечивая необходимый уровень окислительно-восстановительных процессов в клетках.

Необходимые уровни минутного объема дыхания могут быть обеспечены только в случае наличия соответствующего функционального резерва и зрелости механизмов регуляции дыхания, что обеспечивает экономизацию функционирования дыхательной системы. Внешнее или легочное дыхание, осуществляющее газообмен между внешней средой и кровью легочных капилляров, в процессе возрастного развития претерпевает существенные изменения в связи с ростом и формированием бронхо-легочного аппарата [4, 38].

Несмотря на многочисленные исследования по проблемам изучения адаптационных систем современных детей, однако, ряд вопросов не обсуждался, либо рассматривался не комплексно, в узком диапазоне онтогенеза. За последние годы большинство работ современных исследователей посвящено физическому развитию детей [11, 9], и гораздо меньше представлены результаты комплексных функциональных исследований [2, 28].

В настоящее время экологические условия Южного Приаралья (в том числе Республики Каракалпакстан) за последние годы существенно ухудшились.

По данным ряда специалистов состояние здоровья населения продолжает значительно ухудшаться по целому ряду показателей [1, 30; 12, 44]. Наибольшие изменения произошли в показателях состояния здоровья детей, которые в силу несовершенства защитных сил организма первыми среди других групп населения реагируют на неблагоприятную экологическую ситуацию в регионе.

Всего было обследовано 140 детей, родившихся и проживающих в различных районах Каракалпакстана. Дозированная физическая нагрузка задавалась на велоэргометре с магнитным торможением и составляла 1,0 ватт на 1 кг массы тела ребенка, длительность работы — 5 минут, частота — 60 об/мин.

В ходе исследования нами установлено, что у школьников младших классов происходит два важных периода развития системы внешнего дыхания: в 6–7 лет, когда происходит значительное снижение бронхиального сопротивления, что приводит к увеличению объема вдоха и выдоха, и 10–11 лет — периода интенсивного увеличения объема легких. Общие закономерности развития функций внешнего дыхания, его резервных и адаптивных возможностей в онтогенезе детей многосторонне изучены специалистами [3, 56].

Проведенный анализ полученных данных показывает, что у детей младших классов, обучающихся в общеобразовательных учреждениях Республики Каракалпакстан в начале учебного года после физической нагрузки все изученные параметры системы внешнего дыхания изменялись незначительно. В ходе проведенного исследования также было установлено, что изометрическая нагрузка в начале учебного года приводила к снижению значений большинства показателей внешнего дыхания мальчиков первого года обучения. Наблюдалось снижение значения минутного объема дыхания (МОД) до $8,57 \pm 0,61$ л/мин ($p < 0,01$) за счет урежения частоты дыхания (ЧД).

Полученные результаты свидетельствуют о существенном негативном влиянии изометрической нагрузки у девочек, что свидетельствует о более высокой степени адаптивных возможностей системы внешнего дыхания девочек к физической деятельности и к неблагоприятным экологическим условиям проживания. В исследованиях, проведенных в конце учебного года, изометрическая нагрузка у девочек приводила к увеличению МОД ($p < 0,05$) за счет учащения дыхания. Здесь также увеличивался резервный объем вдоха (РОВд). Значения других показателей внешнего дыхания (дыхательный объем, максималь-

ная вентиляция легких и т. д.) у детей обоего пола не изменялись.

При выполнении стандартных физических нагрузок дети по сравнению с взрослыми имеют большую относительную легочную вентиляцию [7, 112]. Одним из возможных объяснений этому факту могут служить различия в морфологии аппарата внешнего дыхания детей и взрослых. Для осуществления вентиляции детям требуется больше усилий на преодоление сопротивления в дыхательных путях. Для общего представления о работе внешнего дыхания можно привести сведения о том, что общая работа дыхательных мышц в покое у детей 8 лет составляет 0,38 кгм/мин, а компонент эластической работы — 72,2%. Снижение показателей эластической работы дыхательных мышц при различном возрасте связано, главным образом, с увеличением растяжимости легочной ткани, которая у 7–8 летних школьников составляет 46,7 мл/см вод. ст., а у детей 13–14 лет — 120,8 мл/см вод. ст. [7, 112].

В ходе исследования было выявлено, что изометрическая нагрузка оказывала различный эффект на сердечно-сосудистую систему девочек и мальчиков. У девочек было зафиксировано существенное увеличение ударного и минутного объема крови, а также увеличение показателей систолического, диастолического и пульсового артериального давления. У мальчиков эти изменения были менее выражены. Эти различия, по-нашему мнению, могут объясняться особенностями реакции показателей вариабельности сердечного ритма у девочек и мальчиков на изометрическую нагрузку. У мальчиков их динамика выражено свидетельствовала о преобладании парасимпатического канала регуляции.

Таким образом, можно отметить, что у детей, родившихся проживающих в неблагоприятных экологических условиях Республики Каракалпакстан, выявлено некоторое превышение уровня показателей в функционировании адаптивной респираторной системы.

Список литературы:

1. Абдиров Ч. А., Агаджанян Н. А., Северин А. Е. Экология и здоровье человека. – Нукус, 1993. – 184 с.
2. Абрамовских Н. А. Физическое развитие детей в условиях ухудшения основных показателей социально-экономического положения населения Курганской области. – Тюмень, 2007.
3. Воронцов И. М. Закономерности физического развития детей и методы его оценки // Учебно-методич. Пособие. – Л., 1986. – 56 с.
4. Губарева Л. И., Ермоленко Г. В. Физическое развитие подростков и микроэлементозы // Ставрополь, 2005. – с. 38–40.
5. Ещанов Т. Б. Медико-экологическое районирование Республики Каракалпакстан в свете состояния здоровья матери и ребенка // Экологические факторы и здоровье матери и ребенка в регионе Аральского кризиса: Материалы междунар. семинара. – Ташкент: ФАН, 2001. – 11–14 с.
6. Зайнеев М. М., Ситдииков Ф. Г., Зиятдинова Н. И., Зефирова Т. Л. Реакция кардиореспираторной системы первоклассников на различные виды нагрузки в течение учебного года // Казанский медицинский журнал. – 2008. – Т. 89. – № 6. – с. 833–834.
7. Кеткин А. Т., Варламова Н. Г., Евдокимов В. Г. Антропометрические показатели и физическая работоспособность. Физиология человека. – М, 1984. – Т. 10. – № 1. – с. 112–116.
8. Климова Т. В. Взаимосвязь различных экзогенных факторов среды и состояния здоровья детей старшего дошкольного возраста // Фундаментальные исследования. – 2005. – № 5 – С. 17–20
9. Константинова Л. Г., Курбанов А. Б., Атаназаров К. М. Качество питьевой воды, состояние здоровья населения и прогноз заболеваемости населения Республики Каракалпакстан // Экологические факторы и здоровье матери и ребенка в регионе Аральского кризиса: Материалы Междунар. семинара. – Нукус: Фан, 2001. – С. 87–95.
10. Лазарев В. Ф. Состояние окружающей среды и здоровье детей сельских районов Пензенской области: Автореф. дисс. канд. мед. наук. – М., 2001. – С. 23.
11. Махмудов О. С., Шамсиев Ф. М., Каримов У. А., Худайбергенов М. А., Мамбеткаримов Г. А. Заболеваемость детей первого года жизни в экологически неблагополучном регионе Приаралья // Вестн. ККО АН РУз. – 2001. – № 5. – С. 8–10.
12. Матуразова Э. М. Характеристика показателей системы крови и кровообращения у детей в условиях Южного Приаралья – Автореф. канд. дисс. – Ташкент, 2008. – 16 с.

Melnik Viktor Ivanovich, doctor of Biology Sciences,
Professor, zaveduyuschyu otделom pryrodnoy floru
by the National Botanical Garden Point to them. M.M. Grishko
National Academy of Sciences,
E-mail: flora@nbg.kiev.ua

Skoroplyas Irina Aleksandrovna, aspyrantka
(otdela pryrodnoy floru by the National Botanical Garden Point to them. M. M. Grishko
National Academy of Sciences of Ukraine), researcher otdela fytozozolohyy
Kremenetskoho Botanical Garden,
E-mail: skoroplas@rambler.ru

Modern status of populations of *Carlina onopordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. & Pawl. in Ukraine

Abstract: Modern state of population of rare species of Ukrainian flora *Carlina onopordifolia* Besser. ex Szafer, Kulcz. et Pawl (*Asteraceae*) are considered. Analyzis of age structure of *Carlina onopordifolia* populations in Ukraine are shown qualitative differentiation depending on the modern state of natural habitats. Recommendation for improvement of protection of *Carlina onopordifolia* in Western Podilla are proposed.

Keywords: *Carlina onopordifolia*, population, localities, rare species.

Мельник Виктор Иванович,
доктор биологических наук, профессор, заведующий отделом природной флоры
Национального ботанического сада им. М. М. Гришка НАНУ,
E-mail: flora@nbg.kiev.ua

Скоропляс Ирина Александровна,
аспирантка научный сотрудник отдела естественной флоры
Национального ботанического сада им. М. М. Гришко НАН Украины,
фитосозологии Кременецкого ботанического сада,
E-mail: skoroplas@rambler.ru

Современное состояние популяций *Carlina onopordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. & Pawl. в Украине

Аннотация: Рассмотрено современное состояние популяций редкого вида флоры Украины *Carlina onopordifolia* Besser. ex Szafer, Kulcz. et Pawl (*Asteraceae*). Анализ возрастной структуры популяций *C. onopordifolia* показал качественные различия в зависимости от современного состояния местообитаний. Предложены рекомендации по улучшению охраны *C. onopordifolia* в Украине.

Ключевые слова: *Carlina onopordifolia*, популяция, локалитет, редкий вид.

Введение

Carlina onopordifolia Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawl (*Asteraceae*) — редкий, реликтовый вид, который внесен в Красные книги Украины, Польши, бывшего Советского Союза, Европейский Красный список МСОП и приложения 1 Бернской конвенции [2, 8, 9, 13, 14, 16]. В Украине каждое местонахождение вида требует охраны, однако недостаточная изученность популяций *C. onopordifolia* является препятствием в этом деле.

В 2011–2012 гг нами было проведено изучение современного состояния популяций *C. onopordifolia* в Украине.

Объекты и методика исследований

Объектом исследования были природные популяции *C. onopordifolia* в Украине. Для изучения географического распространения вида использовались материалы экспедиционных исследований, литературные данные и гербарный фонд пяти гербариев Украины (KW, KWHA, LW, LWS, LWKS). Эколога — ценолитические условия местообитаний *C. onopordifolia* изучались по методике Т. А. Работнова [12]. Возрастная структура популяций *C. onopordifolia* изучалась в соответствии с методическими принципами Т. А. Работнова [12]. Численность особей разных

онтогенетических состояний устанавливали путем непосредственных подсчетов на всей площади, которую занимает каждая популяция. При определении онтогенетических состояний особей в популяциях использовались диагностические признаки, описанные А. Т. Зеленчуком [6].

Результаты исследований

Дизъюнктивный ареал *C. onopordifolia* охватывает Подольскую, Волынскую (Украина), Люблинскую, Малопольскую (Польша) возвышенности. В пределах Польши зафиксировано лишь пять локалитетов вида [3, 7, 8, 10].

В Украине, как уже отмечалось, основная часть местопроизрастаний *C. onopordifolia* сосредоточена на Западном Подолье. Для Волынской возвышенности приводилось лишь четыре локалитета. Достоверно известно, что только два из них сохранились до наших дней [10]. На Восточном Подолье популяции *C. onopordifolia* сохранились в урочищах Терещуков Яр, Ромашково, Васильевка, Бабиево (Винницкая область) и исчезли места произрастания вида, которые приводились А. Андржейовским [1] для территории современного Гайсинского района и окрестностях Брацлава и Ладыжина [13].

Приводим результаты полевых исследований популяций *C. onopordifolia* в Украине.

Ровенская обл., Млиновский р-н

1. Гора Сморда в окрестностях одноименного села, представляет собой останец высотой 25 м, сложенный мелом, который у подножия горы перекрыт суглинками, мощностью 40–50 см. Почвы — дерново-карбонатные (рендзины). Лугово-степная растительность покрывает южный склон, крутизной 40–50°. Проективное покрытие растительного покрова — 80%, а доминанта *Carex humilis* — 30%. Популяция *C. onopordifolia* малочисельна (175 особей) приурочена к юго-западной части склона. Средняя плотность ее составляет 1–3 особи на 1 м², максимальная — 5 особей на 1 м².

2. Урочище Грабовещина в окрестностях с. Владиславовка представляет собой меловый склон, который у подножия перекрывается лессовидными суглинками, мощностью до 1 м. Почвы — дерново — карбонатные (рендзины). Лугово-степная растительность приурочена к крутому склону (250°) южной экспозиции. Ее проективное покрытие — 70%, проективное покрытие доминантов *Carex humilis* — 20%, *Inula ensifolia* — 15%. Популяция *C. onopordifolia* багаточисельна, насчитывает 331 особь, средняя плотность популяции 2–6 особей на 1 м².

Львовская обл., Золочевский р-н.

3. Гора Лысая находится между селами Красное и Майдан и представляет собой эрозионный останец состоящий из карбонатных пород. Почвы дерново-карбонатные, маломощные. Проективное покрытие растительного покрова — 70–80%, проективное покрытие доминанта *Carex humilis* — 30%. Популяция *C. onopordifolia* насчитывает — 736 особь, средняя плотность популяции 5–9 особей на 1 м².

4. Гора Сипуха расположена рядом с горой Лысая. Ее площадь — 283 га. Подножие горы перекрыто суглинками, мощностью 40–50 см. Почвы — дерново-карбонатные (рендзины). Южный склон (крутизна — 30–50°) покрыт лугово-степной злаково-разнотравной растительностью. Проективное покрытие травостоя — 100%. Доминируют *Festuca valesiaca* Gaudin (40%), *Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski (20%) и *Inula ensifolia* L. (30%). Проективное покрытие *C. onopordifolia* составляет 2%.

Популяция *C. onopordifolia* малочисленна (45 особей), растения встречаются одиночно и небольшими группами по 2–6 особей на м².

5. Гора Стенка находится в окрестностях с. Стенка. Подножие горы перекрыто суглинками, мощностью 20–40 см. Почвы — дерново-карбонатные (рендзины). Южный склон (крутизна — 20–50°) покрыт лугово-степной злаково — разнотравной растительностью. Проективное покрытие травостоя — 90%. Доминантами здесь выступают *Briza media* L. (30%) и *Dactylis glomerata* L. (25%). Субдоминантами являются *Carex humilis* Leys. (10%), *C. onopordifolia* 5%. Популяция *C. onopordifolia* многочисленна и насчитывает 1217 особей. Средняя плотность популяции 2–9 особей на м², максимальная — 10–20.

6. Гора Белая (Подлесская) площадью — 146,5 га, расположена вблизи с. Подлесье. Геологическую основу горы составляют меловые отложения. Почвы — дерново-карбонатные (рендзины). Южный склон (крутизна — 20–30°) покрыт лугово-степной злаково-разнотравной растительностью. Общее проективное покрытие составляет 90%, проективное покрытие доминанта *Carex humilis* — 20%.

Популяция *C. onopordifolia* многочисленна (289 особей), растения встречаются одиночно и небольшими группами по 5–20 особей на м².

7. Гора Сторожиха расположена к северу от села Жулицы. Почвы — дерново-карбонатные (рендзины). В прошлом склоны этой горы были покрыты лугово-степной растительностью и только на вершине росла сосна. К одному из таких мест приурочена

популяция *C. onopordifolia*, в состав которой входят только 14 особей, и только одна из них генеративная. Ювенильные растения отсутствуют. Очевидно, в прошлом эта популяция занимала большую площадь и была более многочисленной. Целенаправленное высаживание здесь сосны и создание лесной культуры привело к деградации популяций *C. onopordifolia*.

Бродовский р-н.

8. Гора Макитра расположена вблизи с. Бучино и представляет собой высокий останец с возвышением в 90 м над Малым Полесьем. Лугово-степная растительность приурочена к известняковым склонам. Проективное покрытие травостоя — 100%. Доминируют *Carex humilis* (30–50%), *Bromopsis inermis* (25%). Проективное покрытие *C. onopordifolia* составляет меньше 1%.

Данная популяция является инвазионной. Растительный покров г. Макитра детально был изучен ранее рядом ученых [5]. Однако *C. onopordifolia* ими здесь не была обнаружена. Впервые особи этого вида были зафиксированы нами в начале нового тысячелетия [11]. Наличие только одной генеративной особи и 4-х виргинильных особей свидетельствует о том, что процесс становления новой популяции *C. onopordifolia* достаточно медленный.

Тернопольская обл., Бережанский р-н.

9. Гора Голица расположена между селами Куряны и Демня. Степная растительность приурочена к южному и юго-западному склонам горы Голица и занимает площадь около 60 га. Проективное покрытие травяного покрова 100%, а *C. onopordifolia* — 5%. В состав популяции этого вида входят 171 особь.

Кременецкий р-н.

10. В ходе исследований нами обнаружено новое местонахождение *C. onopordifolia* на горе Курилиха в Кременецком районе Тернопольской области. Это единственное местонахождение вида в Тернопольской части Вороняков. Популяция *C. onopordifolia* приурочена к подножию горы и занимает площадь около 50 м². Почвы здесь дерново-карбонатные (рендзины). Растительный покров представлен ассоциацией *Carex humilis* + *Teucrium chamaedrys*. Проективное покрытие — 90%. Проективное покрытие *Carex humilis* — 40%, *Teucrium chamaedrys* — 30%, *C. onopordifolia* — 5–10%.

Ивано-Франковская обл., Рогатынский р-н.

11. Урочище «Большие Голды». Популяция *C. onopordifolia* находится в нижней части юго-восточного склона. Почвы — рендзины, мощностью до 55 см., сформированные на гипсоангидритных отложениях.

Лугово-степная растительность имеет проективное покрытие травостоя — 100%. Доминантами здесь выступают *Brachypodium pinnatum* и *Carex montana* (30%). Проективное покрытие *C. onopordifolia* составляет 10%.

Популяция *C. onopordifolia* многочисленна (1000). Растения встречаются группами по 10–20 особей на м².

Винницкая обл., Чечельницкий р-н.

12. Урочище «Терещуков яр». Расположено в окрестностях пгт. Чечельник. Почвы — черноземы типичные. Лугово-степная растительность представлена формацией *Cariceta humilis*. Проективное покрытие травостоя — 90%. Доминантами здесь выступают *Carex humilis* (50%) и *Teucrium chamaedrys* (25%). Проективное покрытие *C. onopordifolia* составляет 10%.

Популяция *C. onopordifolia* малочисленна (293 особей). Средняя плотность популяции 1–5 особей на м².

13. Урочище «Бабиёво». Расположено в окрестностях с. Красная Плотина. Площадь участка — 0,5 га. Почвы — черноземы типичные. Лугово-степная растительность представлена формацией *Cariceta humilis*, ассоциациями *Carex humilis* + *Poa pratensis*. Проективное покрытие травостоя — 90%. Доминантами выступают *Carex humilis* (60%) и *Poa pratensis* (20%). Проективное покрытие *C. onopordifolia* составляет 5%.

Популяция *C. onopordifolia* малочисленна (150). Средняя плотность популяции 1–5 особей на м², максимальная — 10–12 особей на м².

14. Урочище «Васильевка». Расположено в окрестностях с. Васильевка. Площадь участка — 4500 м². Почвы — черноземы типичные. Лугово-степная растительность представлена формацией *Cariceta humilis*, которая образует ассоциацию *Carex humilis* + *Melica nutans*. Проективное покрытие травостоя — 90%. Доминантами выступают *Carex humilis* (50%) и *Melica nutans* (30%). Проективное покрытие *C. onopordifolia* — 15%.

Популяция *C. onopordifolia* малочисленна (250). Средняя плотность популяции 1–2 особей на м², а максимальная — 10 особей на м².

15. Урочище «Ромашково». Расположено в окрестностях с. Васильевка. Локальная популяция *C. onopordifolia* приурочена к средней и нижней части южного склона холма. Почвы — черноземы. Лугово-степная растительность представлена формацией *Cariceta humilis*, которая образует ассоциации *Carex humilis* + *Melica nutans*. Проективное покрытие травостоя — 90%. Доминантами выступают *Carex humilis*

(60%) и *Melica nutans* (20%). Проективное покрытие *C. onopordifolia* составляет 5%.

Популяция *C. onopordifolia* многочисленна (800 особей), растения встречаются небольшими группами по 6–14 особей на м².

Выводы

Из 23 локалитетов *C. onopordifolia*, зафиксированных в Украине на Волыно-Подольской возвышенности, до сегодняшних дней сохранилось 17, в том числе 2 на Волинской возвышенности и 15 на западе Подольской возвышенности. Анализ возрастной структуры исследованных популяций показал, что большинство из них являются гомеостатическими с левосторонними спектрами онтогенетических состояний, что свидетельствует о соответствии ценологических условий луговых степей, которые покрывают меловые склоны останцевых гор Западного Волыно-

Подолья, экологическим потребностям *C. onopordifolia*.

Не смотря на то, что семена *C. onopordifolia* легко разносятся ветром на большие расстояния, формирование инвазионных популяций вне существующих локалитетов не происходит, поскольку нет достаточного количества экотопов, благоприятных для их формирования. Обнаружена только одна инвазионная популяция вида на горе Макитра.

Создание лесных культур на степных склонах препятствует нормальному развитию популяций и приводит к регрессивным изменениям, как это наблюдается на горе Сторожиха.

Если будут сохранены луговые степи на Волыно-Подольской возвышенности, то сохранятся и популяции *C. onopordifolia*. В целом, охрана луговых степей в регионе удовлетворительная.

Список литературы:

1. Андружейовский А. Продолжение исчисления растений Подольской губернии и смежных с нею мест // Университетские известия. Киев, 1862. – № 7. – С. 94–142.
2. Вініченко Т. С. Рослини України під охороною Бернської конвенції. – Київ: Хімджест, 2006. – 160 с.
3. Дідух Я. П. Етюди фітоекології. – Київ: Арістей, 2008. – 268 с.
4. Дмитраш І. І. Поширення та еколого-ценологічні особливості *Carlina cirsioides* Klokov і *Carlina onopordifolia* Besser. ex Szafer, Kulcz. et Pawl. на Бурштинському Опіллі/І. І. Дмитраш, Н. В. Шумська // Теоретичні та практичні аспекти флорології та фітосоціології: Збірник праць всеукраїнської наукової конференції присвяченої 90-річчю з дня заснування Ботанічного музею. – Київ, 2011. – С. 77–81.
5. Заверуха Б. В. Нові дані до хорології та фітоценологічної приуроченості рідкісного реліктового виду *Carlina onopordifolia* Bess. ex Szafer, Kulcz. et Pawl./Б. В. Заверуха // Український ботанічний журнал. – 1981. – № 2. – С. 49–52.
6. Зеленчук А. Т. Биоморфологические особенности *Carlina onopordifolia* Bess., ее интродукция и охрана // Бюллетень Главного ботанического сада, Москва «Наука», 1986, Вып. 142. – С. 69–74.
7. Кагало О. О. Судинні рослини державного заказника «Лиса гора та гора Сипуха» в Золочівському районі Львівської області/О. О. Кагало, М. М. Загальський, А. Т. Зеленчук, Н. М. Сичак // Наукові основи збереження біотичної різноманітності.: Тематичний збірник Інституту екології Карпат НАН України. – Випуск 6: – Львів: «Ліга-Прес», 2006. – С. 66–81.
8. Клоков М. В. Рід відкашик – *Carlina L.* // Флора УРСР. – Київ: вид-во АН Української РСР, 1962. Т. 2. – С. 419–431.
9. Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений/Под ред. А. М. Бородина. – М., 1984. Т. 2. – 480 с.
10. Мельник В. І. Географічне поширення та умови місцезростань *Carlina onopordifolia* на Волинській височині/В. І. Мельник, В. О. Володимирець, І. І. Кузьмишина // Вісник національного науково-природничого музею. Сер. Ботанічна. – 2005–2007. – Ч. 2. – С. 489–495.
11. Мельник В. І., Парубок М. І. Горицвіт весняний (*Adonis vernalis* L.) в Україні. – Київ: Фітосоціоцентр, 2004. – С. 45–50.
12. Работнов Т. А. Фитоценология. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1984. – 296 с.
13. Червона книга України. Рослинний світ/За ред. Я. П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 912 с.
14. European Red List of Vascular Plants./M. Bilz., S. P. Kell, N. Maxted and R. V. Landsdown. – Luxembourg: Publications Office of European Union, 2011. – 230 p.
15. Motyka J. Rozmieszczenie i ekologia roślin naczyniowych na północnej krawedzi zachodniego Podola. – Lublin: Un-t Mari Curie – Skłodowskiej, 1947. – 400 s.
16. Polska Czerwona Księga roślin/Ed. By K. Zarzycki, R. Kazmierczakowa. – Kraków, 1993, 310 s.

Section 3. Biotechnology

Omelchuk Evgen Olexandrovich, assistant
E-mail: evgomel@gmail.com

Krasinko Victoria Olegivna, PhD, assistant professor

Krapyvnytska Irina Olexiyivna, PhD, assistant professor

Teterina Svitlana Mycolayvna, PhD, assistant professor
National university of Food Technologies, Kiev, Ukraine

Syrchin Sergiy Olexandrovich, PhD
Institute of microbiology and virology
of the National Academy of Sciences of Ukraine

Physical and chemical properties of endoglucanases from *Aspergillus* sp. 262 and *Corynascus* sp. 2006 327n

Abstract: This article describes the results of studies of pH and temperature influence on the activity of endoglucanase, produced by micromycetes *Aspergillus* sp. 262 and *Corynascus* sp. 2006 327n. It is shown that examined enzymes have maximum activity at pH 6,0 and the following temperatures: for *Aspergillus* sp. 262—70 °C, and for *Corynascus* sp. 2006 327n — 60 °C. The obtained results also prove that *Aspergillus* sp. 262 and *Corynascus* sp. 2006 327n endoglucanases remain stable at high temperatures and in wide pH range.

Keywords: endoglucanase, *Aspergillus*, *Corynascus*, thermostability, termooptimum, pH-stability, pH-optimum.

Introduction. Hydrolytic enzymes, cellulases in particular, are characterized by a wide range of application in various industries, such as the textile, food and pulp-and-paper industries. Their wide application is known in farming, namely in forage production to increase the nutritive value of forage [1, 2].

Among the factors that influence individual properties of cellulase complexes, pH and temperature optimum of action have to be mentioned, meaning the stability of the action of enzymes from some particular conditions of application [3].

The heightened thermal stability of enzymes stipulates an array of advantages in their application in biocatalytic technologies, because in heightened temperatures the risk of contamination by alien microflora is significantly decreased, the reactions take a faster course, which in its turn leads to a decrease in main and exploitations costs on account of the shortening of the time of fermentation [3].

The purpose of the research was to identify the influence of temperature and pH on the activity and stability of endoglucanase, which are produced by thermo-tolerant strains of micromycetes *Aspergillus* sp. 262 and *Corynascus* sp. 2006 327n from the Ukrainian collection

of micromycetes of the Institute of microbiology and virology of the National Academy of Sciences of Ukraine.

Methods. Cultivation of the producer was carried out by depth under conditions chosen by us previously for a maximum biosynthesis of cellulolytic ferments. The growth was performed in Erlenmeyer bottles of 750 ml volume under the temperature of 42 °C and constant stirring during the course of 4 days. The retorts were deposited with a 10% 3-day inoculum which was used as sowing material. The cultural fluid was separated from mycelium through centrifugation at a lab centrifuge LU-418 for 15 minutes at 3000 rpm.

Endoglucanase activity was determined using viscometric method by the ability of the ferment to reduce the viscosity of 0.3% solution of sodium salt carboxymethylcellulose (Na-CMC with 65.3 degree of substitution and 347 degree of polymerization). Activity was expressed as% of the maximum value [4].

The optimal temperature conditions of endoglucanase activity of *Aspergillus* sp.262 and *Corynascus* sp. 2006 327n were determined under standard conditions of the reaction in the temperature range 40–90 °C with an interval of 10 °C. The study of the influence of pH on the endoglucanase activity was carried out within pH 4.0–8.0 with an interval of 1.0.

Thermostability was determined by incubation of the enzymatic solution for 30, 60, 90, 120, 150 and 180 min in the temperature range 40–90 °C with an interval of 10 °C with subsequent determination of endoglucanase activity under standard conditions. Determination of pH profile of the ferment activity was performed by measuring activity in a similar time period in the range of pH values from 4 to 8 units (pH range was created by 0.2 M acetate buffer and 0.1 M phosphate buffer).

Results. The research allowed to find that optimum action of endoglucanase from *Aspergillus* sp. 262 stored at 70 °C, and *Corynascus* sp. 2006 327n at 60 °C. At 40 and 50 °C endoglucanase from *Aspergillus* sp. 262 remained sufficiently high activity throughout the incubation period. The ferments retained over 75% of activity at 60 and 70 °C for 90 min. When the temperature rises to 80–90 °C there is rapid inactivation of the ferments (Fig. 1).

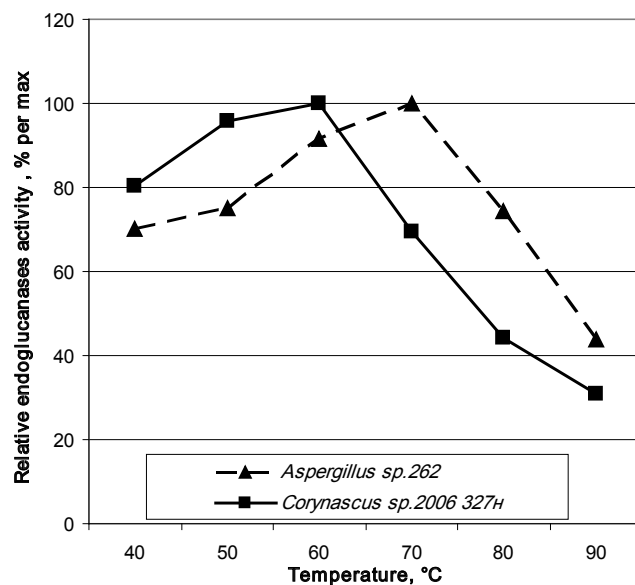


Figure 1. The temperature optimum of endoglucanase action from *Aspergillus* sp. 262 and *Corynascus* sp. 2006 327n

Endoglucanase from *Aspergillus* sp. 262 poorly inactivated at 40, 50 and 60 °C: after 3 hours of incubation is kept 86, 67 and 50% of the initial activity respectively. When the temperature rises to 80–90 °C there is rapid inactivation of the ferment (Fig. 2a).

Endoglucanase from *Corynascus* sp. 2006 327n poorly inactivated at 40 and 50 °C: after 3 hours of incubation is kept 68 and 52% of the initial activity respectively. When the temperature rises to 70–90 °C there is rapid inactivation of the ferment (Fig. 2b).

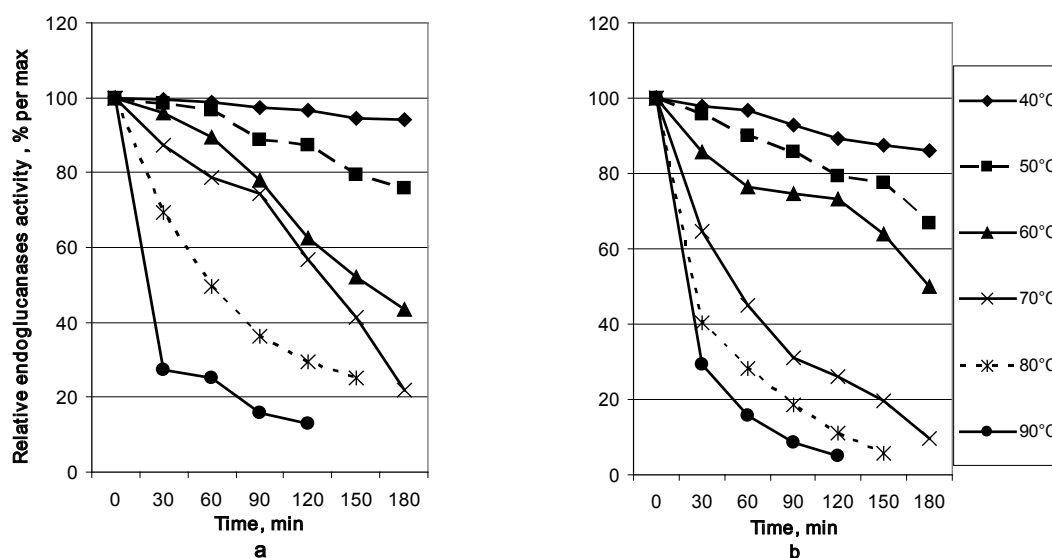


Figure 2. The influence of temperature on the stability of endoglucanase from: a — *Aspergillus* sp. 262; b — *Corynascus* sp. 2006 327n

Determination of pH optimum of endoglucanase was performed in the pH range of 4,0–8,0. Maximum activity

of endoglucanase from *Aspergillus* sp. 262 and *Corynascus* sp. 2006327n was observed at pH 6.0 (Fig. 3).

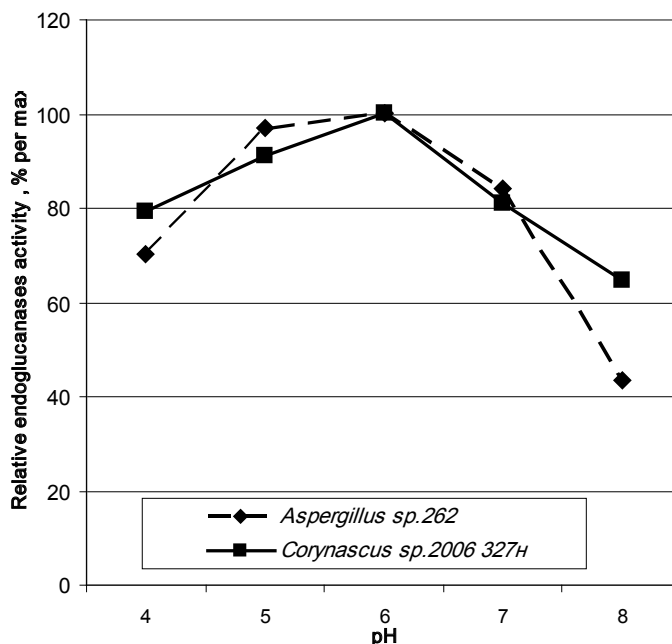


Figure 3. pH optimum of action of endoglucanase from *Aspergillus* sp. 262 and *Corynascus* sp. 2006327n

Endoglucanase from *Aspergillus* sp. 262 is stable in the pH range of 5.0–7.0 for 3 hours, saving more than 80% of the initial activity. At pH 4.0 and 8.0 there is a gradual inactivation of the ferment (Fig. 4a).

Endoglucanase from *Corynascus* sp. 2006327n has a

wider range of pH stability: during 3 hours of incubation the ferment retained more than 80% of the initial activity in the pH range of 4.0–7.0. At pH 8.0 endoglucanase from *Corynascus* sp. 2006327n was inactivated by 20% only in 2 hours of incubation (Fig. 4b).

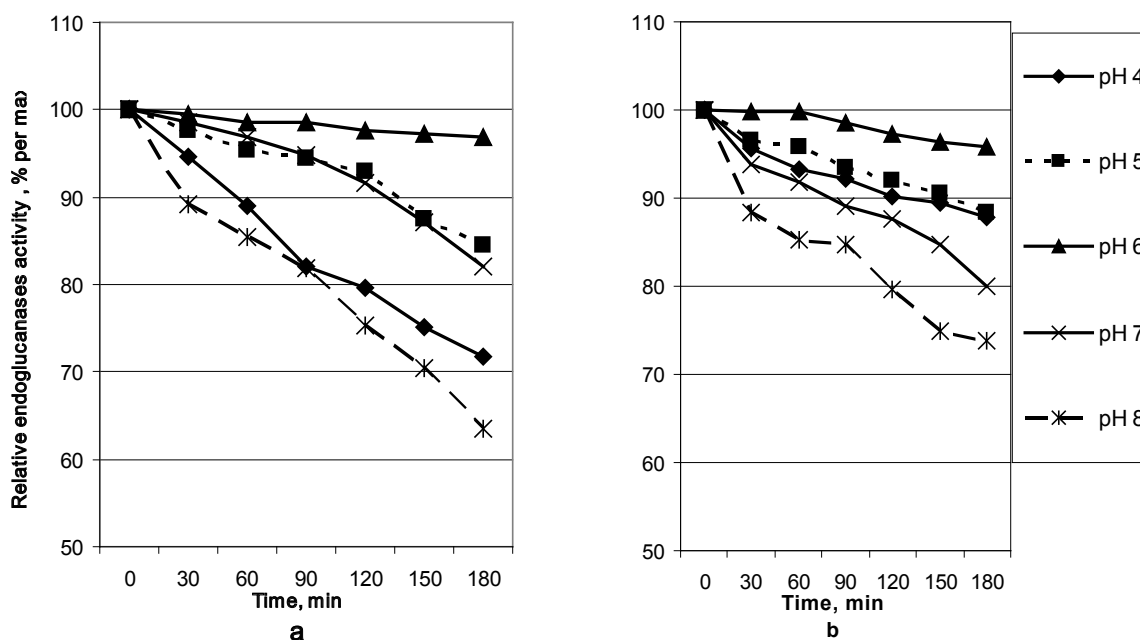


Figure 4. The influence of pH on the stability of endoglucanase from: a-*Aspergillus* sp. 262, b-*Corynascus* sp. 2006327n

Conclusion.

1. Optimal conditions of endoglucanase from *Aspergillus* sp. 262: 70 °C, pH 6.0; endoglucanase from *Corynascus* sp. 2006327n: 60 °C and pH 6.0.

2. An obtained experimental data indicate a high stability of studied endoglucanase at high temperatures and a wide range of pH, indicating the possibility of widespread use of the studied ferments in forage production.

References:

1. Yang B., Dai Z., Ding S.-Y., Wyman C. E. Enzymatic hydrolysis of cellulosic biomass//Biofuels. – 2011. – V.2, I.4. – P.421–450.
2. Enzymes in animal nutrition/Edited by M. R. Bedford, G. G. Partidge, 2-nd edition. – Bodmin, UK: MPG Books Group, 2010. – 329 p.
3. Dashtban M., Schraft H., Qin W. Fungal bioconversion of lignocellulosic residues; opportunities & perspectives//Int. J. Biol. Sci. – 2009. – V.5. – P.578–595.
4. Билай В. И. Методы экспериментальной микологии. – К.: Наукова думка, 1982. – 550 с.

Section 4. Mathematics

Drushinin Victor Vladimirovich,
Lazarev Alexey Alexandrovich
National Research Nuclear University
"Moscow Engineering Physics Institute"
Sarov Physico-Technical Institute,
E-mail: vvdr@newmail.ru

Proof of euler-goldbach's conjecture

Abstract: We analytically proved that every even number greater than "4" can be represented as the sum of two primes. We give a simple algorithm to determine the number of such pairs and their particular view on any even number. A formula is derived for the approximate number of pairs of Euler-Goldbach for arbitrary even number. Calculations are confirmed the created algorithm.

Keywords: Euler-Goldbach's conjecture, the sieve of Eratosthenes, the number of pairs of the Euler-Goldbach.

In 1742 in a letter to Euler Goldbach suggested that every odd number is the sum of three primes. This ternary Goldbach's conjecture was proved by Academician Vinogradov in 1937 for prime numbers greater then $10^{6.846168}$ [1, 2]. After border Vinogradov declined, but it has not yet reached number available for the calculation of modern computers. After reading the letter Goldbach, Euler noticed that the number "1" be not a prime number, and put forward a stronger assumption: every even number greater than two can be represented as the sum of two different or identical primes, i. e. $N = 2t = p_1 + p_2$. Further we will be called a couple of these primes $(p_1; p_2)$ as a pair of Euler-Goldbach (PEG). Numerical testing in 2008 [3] confirmed the presence of pairs of Euler-Goldbach for all $N \leq 1,2 \cdot 10^{18}$. In the 25 volume encyclopedia of mathematical "World of Mathematics"

(2014) states that the hypothesis has not been proved analytically, and this problem is one of the most difficult problems of mathematics of the last two and a half centuries [3]. In the article Druzhinin [4] gave an analytic proof of fidelity the Euler-Goldbach conjecture. In this paper we present a different, more simple and profound proof of this hypothesis.

Suppose we have an even number $N = 2t, t \in \mathbb{N}, t \geq 3$. Since t can be odd or even number, we introduce the function $\alpha(t) = \left(\frac{1 + (-1)^t}{2} \right)$. If t is even, then $\alpha(t) = 1$, and if t is odd, then $\alpha(t) = 0$. Next, we define a basic set (BS) of a prime numbers for every even number $N: a_c(N) = \{p_1 = 3; p_2 = 5; p_3 = 7; \dots; p_c\}$. The limiting prime p_c determined from the ratio $(p_c^2 + 3) \leq N \leq (p_{c+1}^2 + 1)$ (see. Table. № 1).

Table № 1. – Interval of even numbers (EN) and their basic sets

Interval EN	[12,26]	[28,50]	[52,122]	[124,170]	[172,290]
BS	$a_1 = \{3\}$	$a_2 = \{3;5\}$	$a_3 = \{3;5;7\}$	$a_4 = \{3;5;7;11\}$	$a_1 = \{3;5;7;11;13\}$

The meaning of the basic set is that all the odd constituent numbers $d \in [3, N - 3]$ are multiples of one or more primes from $p_i \in a_c(N)$. The fact is that the sieve of Eratosthenes $d(p_i, k) = p_i + p_i \cdot k, k \in \mathbb{N}, k \geq 1$, crossing out composite numbers, determines not only the first not crossed out number as prime p_i , but at the same time creates the first buffer zone $[p_i, p_{i+1}^2 - 2]$, in which all not deleted by set a_i number is prime. For example, basic set a_3 have a buffer zone $[7, 119]$.

Further in the analysis of \mathbb{N} , we dispose all the odd numbers in the interval $[3, N - 3]$ in a matrix of three rows and $s = \left(\frac{t - 1 - \alpha(t)}{2} \right)$ columns. At the top row there are the odd numbers in the interval $[3, 2s + 1]$ in ascending order. At the bottom (third) row there are odd numbers from the interval $[2s + 1 + 2\alpha(t), N - 3]$ in reverse order. For example, when $N = 56$, we have a matrix ($t = 28$, number of columns $s = 13$):

$$D(N) = \begin{pmatrix} 3 & 5 & 7 & 9 & 11 & 13 & 15 & 17 & 19 & 21 & 23 & 25 & 27 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 & 13 \\ 53 & 51 & 49 & 47 & 45 & 43 & 41 & 39 & 37 & 35 & 33 & 31 & 29 \end{pmatrix}$$

In this building matrix, sum of upper and lower numbers in each column equal to $N = 56$. The second row numbers columns and is the indexes $m \ x_m = 2m + 1$ of the top row, where $1 \leq m \leq s$. Thus, the matrix $D(N)$ gives all possible combinations of an even number N for two odd numbers, except for the case $N = 1 + (N - 1)$. We are interested in the columns, in which both the upper and lower numbers are prime. In this example such columns are three $56 = p_1 + p_2 : \{(3;53), (13;43), (19;37)\}$. Since basic set a_3 operates for $N = 56$, we consistently remove all the numbers at the top and bottom rows, multiple $\{3;5;7\}$, by the sieve of Eratosthenes. As a result, the matrix $D(N)$ is transformed to

$$D(56) = \begin{pmatrix} 3 & 5 & 7 & & 11 & 13 & & 17 & 19 & & 23 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 & 13 \\ 53 & & & 47 & & 43 & 41 & & 37 & & & 31 & 29 \end{pmatrix}$$

After this we will delete columns with two remaining numbers. There will be three ways to represent a number $N = 56$ as the sum of two primes. To simplify the process of comparing the top and the bottom rows, we present the process of removing the composite numbers at the second row. For this we introduce $m(p_i) = ((p_i - 1) / 2)$ for each p_i from basic set and at the top row we make the arithmetic progressions

$$\bar{m}(p_i) = m(p_i) + p_i \cdot k, \quad (1)$$

where $1 \leq k \leq ((s - m(p_i)) / m(p_i))$. There are three arithmetic progressions $\{(1 + 3k); (2 + 5k); (3 + 7k)\}$ for $D(56)$. At the second row, they removed the numbers $\{4;7;10;12;13\}$, which exactly correspond to the component numbers at the top row.

To remove the composite number at the bottom (third) row to enter c arithmetic progressions for the second row. Arithmetic progressions have following form

$$\tilde{m}(p_i) = \mu(p_i) + p_i \cdot k, \quad (2)$$

where the initial terms of the new arithmetic progressions $\mu(p_i)$ are found by solving the equation $(N - 2\mu(p_i) - 1) : p_i$ (\therefore - multiplicity) and $(1 - p_i) \leq \mu(p_i) \leq 0$. Thus, at the second row falls there are $(2 \cdot c)$ arithmetic progressions that cross out bad columns and leave only pairs of Euler-Goldbach.

For $D(56)$, we obtain $\mu(3) = -1, \mu(5) = 0, \mu(7) = -4$. We have six arithmetic progressions in this case, where $k \geq 1$:

$1 + 3k$	$2 + 5k$	$3 + 7k$	$-1 + 3k$	$5k$	$-4 + 7k$
----------	----------	----------	-----------	------	-----------

At the second row $D(56)$, these arithmetic progressions leave, only three numbers: 1; 6; 9, which accurately allocate pairs of Euler-Goldbach.

Pay attention to the feature of these $(2 \cdot c)$ arithmetic progressions. If N is a multiple of p_i , then the arithmetic progressions for the given prime number coincide at the first and the third rows. Therefore at the second row, we have only one arithmetic progression. At that $m(p_i) - \mu(p_i) = p_i$. This is a very important factor influencing the increase in the number of pairs of Euler-Goldbach. For example, when $N = 24$, there are $c = 2, s = 5 \{1;2;3;4;5\}$ at the second row and we have four arithmetic progressions: $\{1 + 3k\}, \{2 + 5k\}, \{-2 + 3k\}, \{-1 + 5k\}$. The first and third arithmetic progressions overlap. The numbers 2; 3; 5 remain, i.e. there are three pairs of Euler-Goldbach: $24 = 5 + 19 = 7 + 17 = 11 + 13$. For bigger $N = 26$, there are $c = 2, s = 6 \{1;2;3;4;5;6\}$ and also we have four different arithmetic progressions: $\{1 + 3k\}, \{2 + 5k\}, \{3k\}, \{-4 + 5k\}$. They leave: 2; 5, i.e. we have two pairs of Euler-Goldbach: $28 = 5 + 23 = 11 + 17$.

Our numerical calculations have fully confirmed the identity of the algorithm, where $N < 10^{12}$.

Nevertheless, this fact does not explain the occurrence of pairs of Euler-Goldbach for any arbitrarily large even number. Consider the evidence. First we recall the Euler function

$$\varphi(M = 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot \dots \cdot p_c) = M \cdot \prod_{k=1}^c \left(1 - \frac{1}{p_k}\right). \quad (3)$$

Here M is the product of c factorial consecutive primes. The function $\varphi(M)$ gives number of numbers are not multiples any $p_i \in a_n$ on the interval $[1, M]$, which we call the second buffer zone. In other words, if we remove all members of the arithmetic progression $\{p_i \cdot k\}, k \geq 1$ on the interval $[1, M]$, then it will remain intact exactly $\varphi(M)$ numbers. We have extended the notion of Euler's function, assuming that it is removed a few non-overlapping arithmetic progressions with the same difference, but with different initial numbers $c \{b_{i,j} + p_i(k - 1)\}, j = 1, 2, 3, \dots, f_i$ on interval $[1, M]$. There are $n = \sum_{k=1}^c f_i$ arithmetic progressions in all. In this case the number of not removed numbers determined by generalized Euler function on the interval $[1, M]$

$$\varphi(M) = M \cdot \prod_{i=1}^c \left(1 - \frac{f_i}{p_i}\right). \quad (4)$$

Example. There are three arithmetic progression: $\{1 + 3(k - 1)\}, \{2 + 5(k - 1)\}, \{4 + 5(k - 1)\}$. Number of not removed by these arithmetic progression numbers equal

$$\varphi(15) = 15 \cdot \left(1 - \frac{1}{3}\right) \left(1 - \frac{2}{5}\right) = 6.$$

These are the numbers $\{3;5;6;8;11;15\}$.

In our problem, there are two or one arithmetic progressions for each prime. The specificity of their task (1,2) gives such generalized Euler's function

$$\varphi\left(M = \prod_{k=1}^c p_k\right) = M \cdot \prod_{k=1}^c \left(1 - \frac{f_k}{p_k}\right) + \sum_{k=1}^c (f_k - 1). \quad (5)$$

Hence, on the interval $[1, M]$ the probability of finding of not removed number equals

$$\omega = (\varphi(M) / M) = \prod_{k=1}^c \left(1 - \frac{f_k}{p_k}\right) + \sum_{k=1}^c \frac{(f_k - 1)}{M}. \quad (6)$$

At this stage, we can come back to the second row of the matrix $D(N)$, for which we used $(2 \cdot c)$ arithmetic progressions and left not deleted columns, giving pairs of Euler-Goldbach. We can estimate the number of such pairs by using the theory of probability. Indeed, since the entire second row of the matrix is in the range of the first buffer zone, then all not deleted basic sets a_c are a primes and all of them in pairs define pairs of Euler-Goldbach. Multiplying the length of the second row on the probability of finding no removed numbers, we will find the approximate number of such numbers $\tilde{n}(PEG; N)$, and hence we find the number of pairs of Euler-Goldbach for the even number N .

$$\tilde{n}(PEG; N) = s \left\{ \prod_{k=1}^c \left(1 - \frac{f_k}{p_k}\right) + \sum_{k=1}^c \frac{(f_k - 1)}{M} \right\} \quad (7)$$

Consider $N = 56$. The exact number of pairs of Euler – Goldbach equals $n(PEG; N) = 3$. Since $f_1 = f_2 = 2, f_3 = 1$, then there is probability value $\tilde{n}(PEG; 56) \approx 2,47$.

Further we neglect the second term in the curly brackets and represent the number of PEG for each N in the form

$$\tilde{n}(PEG; N) = \frac{N - 2(1 + \alpha(t))}{4} \prod_{k=1}^c \left(1 - \frac{f_k}{p_k}\right). \quad (8)$$

In what follows, we neglect the second term in the curly brackets. Also compare the exact value of $n(PEG, 24) = 3$ with a probability value. Here $a_2 = \{3;5\}$, $N = 24$ is a multiple of «3» and so $\tilde{n}(PEG; 24) = 5 \cdot (2 \cdot 3 / 3 \cdot 5) = 2$. This trend is $n(PEG; N) > \tilde{n}(PEG; N)$ (the exact number of pairs of Euler-Goldbach greater than its probability value) is traced by us in all calculations and proved analytically.

Consider the probabilistic number of pairs of Euler-Goldbach for large N. We write a few obvious relationships.

$$\begin{aligned} \ln(\omega) &= \sum_{k=1}^c \ln\left(1 - \frac{f_k}{p_k}\right). \\ \ln\left(1 - \frac{f_i}{p_i}\right) &= -\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \left(\frac{f_i}{p_i}\right)^k > -\sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{f_i}{p_i}\right)^k \geq -\sum_{i=1}^{\infty} \left(\frac{2}{p_i}\right)^k = \\ &= -\frac{2}{p_i - 2} > -\frac{7}{p_i}. \\ \ln(\omega) &> -7 \sum_{k=1}^c \frac{1}{p_k}. \end{aligned} \quad (9)$$

We use the asymptotic equality Legendre-Chebyshev [3]

$$\sum_{k=1}^c \frac{1}{p_k} = \ln(K_c \ln(p_c)). \quad (10)$$

When $\lim_{c \rightarrow \infty} K_c = K \in \mathbb{R}$. Since $\ln(\omega) > -7 \ln(K_c \ln(p_c))$, then at the second row of the matrix $D(N)$ the probability of finding pairs of Euler-Goldbach equal

$$\omega > \frac{1}{(K_c \ln(p_c))^7}. \quad (11)$$

The number of pairs of Euler-Goldbach on the theory of probability equals

$$\tilde{n}(PEG; N) > \frac{s}{(K_c \ln(p_c))^7} > \frac{N}{4(K_c \ln(p_c))^7}. \quad (12)$$

Since $p_c^2 < N$, we can reinforce inequality

$$\tilde{n}(PEG; N) > \frac{p_c^2}{4(K_c \ln(p_c))^7}. \quad (13)$$

Right side of inequality increases monotonically and tends to infinity if p_c tends to infinity. Since $n(PEG; N) > \tilde{n}(PEG; N) > 1$, then at least there is one pair of Euler-Goldbach for any large N. Thus, Euler-Goldbach's conjecture is proved. At the same time we have proved the ternary Goldbach conjecture also. Subtracting an odd number of any prime, we get an even number consisting of two primes.

If N is a multiple of «3», in (8) the first multiplier is equal to $(2/3)$ instead of $(1/3)$ in the opposite case. This increases the number of pairs of Euler-Goldbach for even numbers, which are multiples «3». This is confirmed experimentally.

Work was presented at the seminar at the Institute of Theoretical and Mathematical Physics, VNIIEF (Sarov, Russia).

References:

1. Dicson L. (E). History of the Theory of Numbers, v. II, CPC, NewYork, 1971.
2. Sizii S. V. Lectures on number theory, Moskow, 2007.
3. Joaquin Navarro. Elusive ideas and timeless theorems. World of mathematics, vol. 25, p. 58, Moscow De Fgostini, 2014.
4. Druzhinin V. V. NTVP, 2014, №. 3, p. 14.

Section 5. Materials Science

*Dishluk Lubov Sergeevna,
Kemerovo Technological Institute of Food Industry,
postgraduate student, the Faculty of Bionanotechnology
E-mail: soldatovals1984@mail.ru*

Defining Compositions of vegetative analogs for pharmaceutical gelatin for obtaining soft capsules

Abstract: This work describes methods of preparing pharmaceutical compositions intended for oral administration, and for manufacturing soft capsules in particular, which are shell containers for pre-dosed powdered, granular, paste-like, liquid or micro capsulated drugs. Soft capsules were obtained from vegetative analogs of pharmaceutical gelatin that feature long shelf life, are simple in manufacturing with standard equipment and ensure rapid therapeutic effect when administered orally. Compositions for obtaining encapsulated drugs from vegetative analogues of pharmaceutical gelatin were analyzed. The optimal composition has been established for obtaining medical purpose soft capsules ensuring most efficient technical result.

Key words: Starch, gelomil, carrageenan capsules.

Compositions are known for manufacturing a medication capsule [1–6]. The known composition contains type A ammonium methacrylate copolymer (Eudragit RL), at least one filler that modifies dissolution, being a mixture of hydroxypropyl cellulose polymers, each having a different molecular weight and, optionally, a second filler, dissolution modifier selected from a group that consists of a swelling solid substance, disintegrating agent, a water-soluble filler and a nonreducing sugar [7–9]. Besides, the composition contains an optional lubricant, a surfactant and/or a plasticizer and/or a substance that improves technological properties. The disadvantage of the known composition is low consumer properties of capsules obtained on its base. A composition is known for obtaining rigid capsules, as well. The composition for obtaining rigid capsules contains hydroxypropylmethicellulose containing 27.0–30.0% (wt./wt.) of methoxy groups, 4.0–7.5% (wt./wt.) of hydroxypropoxy groups and water [10]. However, the use of hydroxypropylmethicellulose is not entirely appropriate, as the capsules obtained feature low plasticity and process durability. The technical problem solved by the invention developed is broadening the component base used for manufacturing soft capsules.

Technical result obtained by implementation of the invention developed is obtaining soft capsules of vegetative analogues of pharmaceutical gelatin,

featuring long shelf life, being simple in manufacturing on standard equipment and ensuring rapid therapeutic effect when administered orally.

In order to achieve this technical result it is proposed to use a composition containing (wt.%):

Kappa — carrageenan 2.7–3.3

Iota — carrageenan 0.45–0.55

Gelamil 308 18.0–22.0

Glycerin 10.0–14.0

Water the rest.

Also, the composition may contain potassium chloride in the amount up to 0.25 wt.%, Amylase corn starch — up to 20 wt.%, Propylparahydroxybenzoate as preservative in the amount up to 0.004 wt.%, methyl parahydroxybenzoate as preservative in the amount up to 0.015 wt.%, and aromatizers and/or sweeteners in pharmacologically acceptable amounts. The capsules may be simultaneously molded and filed using conventional methods and equipment. Capsules made of pharmaceutical gelatin vegetative analogs are molded to the desired shape and size to make swallowing convenient, usually washed down with water. A capsule thus obtained is soluble in water and gastric juice. Glycerin and water act as moisturizers by establishing equilibrium between moisture in the contents and shell of the soft capsule. Thus, water and glycerin prevent soft capsules from becoming rigid, fragile and prone to damage and leakage.

Experimental compositions of capsule content according to this invention are shown in Example 1.

Example 1. Obtaining soft capsules from a mixture of kappa-carageenan, iota-carageenan, gelamil 308, glycerin, and water in the ratio, wt.% kappa-carageenan, 3.0; iota-carageenan (iota) 0.5; gelamil 308 20.0; glycerin 10.0; water 66.5.

A composition of capsule shell has been obtained with composition shown in Table. 1 The components were thoroughly mixed and put into soft molds. Capsule shell materials were compatible with conventional process for making soft gelatin capsules, such as described in [5] (closest analog).

Table 1. – Capsules Composition according to Example 1.

Ingredients [5]	Amount, wt.%	Ingredients (proposed composition)	Amount, wt.%
Lysinchlonyxinate	22.3	Kappa — carageenan	3
Polyethyleneglycol 400	61.4	Iota — carageenan	0.5
Anhydrous glycerin	6.3	Gelamil 308	20
Water	10	Glycerin	10
		Water	66.5

Viscosity of mixture prepared according to Example 1 was 700cPs at 800 °C. Capsules wall thickness ranged between 0.1 and 0.3 mm. Visual inspection showed that capsules made of the developed composition feature have greater plasticity compared to capsules made of the nearest analog composition. However, attempts have been made

to increase plasticity of the mixture of vegetative analogs of pharmaceutical gelatin for obtaining soft capsules and ensuring process durability of capsules obtained.

Example 2. Obtaining soft gelatin capsules from a mixture of kappa-carageenan, iota-carageenan, amylase corn starch, glycerol, water in the ratio specified.

Table 2. – Capsules Composition according to Example 2.

Ingredients [5]	Amount, wt.%	Ingredients (proposed composition)	Amount, wt.%
Lysinchlonyxinate	22.3	Kappa — carageenan	3
Polyethyleneglycol 400	61.4	Iota — carageenan	0.5
Anhydrous glycerin	6.3	Amylase corn starch	15
Water	10	Glycerin	11.5
		Water	70

Viscosity of mixture prepared according to Example 2 was 850 cPs at 800 °C.

Capsules wall thickness ranged between 0.2 and 0.5 mm. Visual inspection showed that capsules made of the developed composition feature have greater plasticity compared to capsules made of the nearest analog composition. However, attempts have been

made to increase plasticity of the mixture of vegetative analogs of pharmaceutical gelatin for obtaining soft capsules and ensuring process durability of capsules obtained.

Example 3. Obtaining soft gelatin capsules from a mixture of kappa-carageenan, iota-carageenan, amylase corn starch, glycerol, water in the ratio specified in Table. 3.

Table 3. – Capsules Composition according to Example 3.

Ingredients [5]	Amount, wt.%	Ingredients (proposed composition)	Amount, wt.%
Lysinchlonyxinate	22.3	Kappa — carageenan	2
Polyethyleneglycol 400	61.4	Iota — carageenan	0.33
Anhydrous glycerin	6.3	Amylase corn starch	20
Water	10	Glycerin	12
		Water	65.67

Viscosity of mixture prepared according to Example 3 was 850 –900 cPs at 800 °C.

Capsules wall thickness ranged between 0.2 and 0.5 mm. Visual inspection showed that capsules made of the developed composition feature have greater plasticity compared to capsules made of the nearest analog composition. However, attempts have been

made to increase plasticity of the mixture of vegetative analogs of pharmaceutical gelatin for obtaining soft capsules and ensuring process durability of capsules obtained.

Example 4. Obtaining soft gelatin capsules from a mixture of kappa-carageenan, iota-carageenan, gelamil 308, glycerin, and water in the ratio shown in Table 4.

Table 4. – Capsules Composition according to Example 4.

Ingredients [5]	Amount, wt.%	Ingredients (proposed composition)	Amount, wt.%
Lysinchlonyxinate	22.3	Kappa — carageenan	3
Polyethyleneglycol 400	61.4	Iota — carageenan	0.5
Anhydrous glycerin	6.3	Gelamil 308	30
Water	10	Glycerin	11.5
		Water	55

Viscosity of mixture prepared according to Example 4 was 1700–1900 cPs at 800 °C.

Capsules wall thickness ranged between 0.8 and 1.0 mm. Visual inspection showed that capsules made of the developed composition feature have greater plasticity compared to capsules made of the nearest analog composition.

However, the mixture for obtaining capsules turned out to be too viscous, which complicated the process of capsules manufacturing from vegetative analogs of pharmaceutical gelatin. Ready capsules were too elastic, has too thick walls, which complicated their dissolution gastric juice and digestibility.

Further attempts were made to improve the formulation for preparing a mixture of pharmaceutical

gelatin vegetative analogs for obtaining soft capsules in order to ensure optimum mixture viscosity and plasticity for manufacturing capsules with wall thickness optimal for digesting.

Example 5. Obtaining soft gelatin capsules from a mixture of kappa-carageenan, iota-carageenan, gelamil 308, glycerin, and water with addition of potassium chloride, propylparahydroxybenzoate and methylparahydroxybenzoate in the ratio shown in Table 5.

Capsules wall thickness ranged between 0.7 and 0.8 mm. Visual inspection showed that capsules made of the developed composition feature have greater plasticity compared to capsules made of the nearest analog composition.

Table 5. – Capsules Composition according to Example 5.

Ingredients [5]	Amount, wt.%	Ingredients (proposed composition)	Amount, wt.%
Lysinchlonyxinate	22.3	Carageenan (kappa)	3
Polyethyleneglycol 400	61.4	Carageenan (iota)	0.5
Anhydrous glycerin	6.3	Gelamil 308	20
Water	10	Glycerin	11.463
		Water	65
		Potassium chloride	0.02
		Propylparahydroxybenzoate	0.0035
		Methylparahydroxybenzoate	0.014

Studies of capsules solubility in gastric juice, and drug release rate showed that the formulation developed is optimal for manufacturing and storing capsules made of pharmaceutical gelatin vegetative analogues. Viscosity of mixture prepared according to Example 4 was 1300–1500 cPs at 800 °C.

Soft capsules obtained from pharmaceutical gelatin vegetative analogs, kappa-carageenan, iota-carageenan, gelamil 308 and, possibly, with addition of amylase corn starch feature greater plasticity, long shelf life and more rapid therapeutic effect when administered orally.

References:

1. Morris, V.J., A. Gromer, A. R. Kirby *et al*, 2011. Using AFM and force spectroscopy to determine pectin structure and (bio) functionality. *Food hydrocolloids*, 25: 230–327.
2. Murthy, S.N. and R. H. S. Shobha, 1998. Comparative pharmacokinetic and pharmacodynamic evaluation of oral vs. transdermal delivery of terbutaline sulphate. *Indian Drugs*, 35: 34–36.
3. Narayani, R. and K. P. Rao, 1995. Polymer-coated gelatin capsules as oral delivery devices and their gastrointestinal tract behavior in humans. *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*, 7: 39–48.
4. Panchagnula, R., 1997. Transdermal delivery of drugs. *Indian Journal of Pharmacology*, 29: 140–156.
5. Parker, R. and S. G. Ring, 2001. Aspects of the Physical Chemistry of Starch. *Journal of Cereal Science*, 34: 1–17.
6. Prasad, Y.V., Y. S. Krishnaiah and S. Satyanarayana, 1998. In vitro evaluation of guar gum as a carrier for colon-specific drug delivery. *Journal of Controlled Release*, 51: 281–287.

7. Rangaiah, K. V., S. Madhusudhan and P. R. P. Verma, 1995. Sustained release of theophylline from HPMC and Eudragit tablet. *Indian Drugs*, 32: 543–547.
8. Rao, P. R. and P. V. Diwan, 1998. Formulation and in vitro evaluation of polymeric films of diltiazem hydrochloride and indomethacin for transdermal administration. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 24: 327–336.
9. Rasmussen, M. R., T. Snabe and L. H. Pedersen, 2003. Numerical modeling of insulin and amyloglucosidase release from swelling Ca-alginate beads. *Journal of Controlled Release*, 91: 395–405.
10. Smitsrod, O. And A. Haug, 1971. Estimation of the relative stiffness of the molecular chain in polyelectrolytes from measurements of viscosity at different ionic strengths. *Biopolymers*, 10: 1213–1227.

*Zayakhanov Mikhail Egorovich,
East-Siberian State University of Technologies and Management,
Doctor of Technical Sciences, Professor, the Faculty of Construction
E-mail: Zayakhanov@mail.ru*

Improving the physical and chemical activity of the medium of binding agents hydration

Abstract: The article deals with the possibility of increasing the reactivity of the hydration process of binding agents. It is shown that the electromagnetic activation leads to regulation of the hydration process.

Keywords: hydration, binding agents, activity, frequency, energy costs

*Заяханов Михаил Егорович,
Восточно-Сибирский государственный университет технологий
и управления, д. т. н., профессор, строительный факультет
E-mail: Zayakhanov@mail.ru*

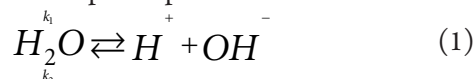
Повышение физико-химической активности среды гидратации вяжущих веществ

Аннотация: В статье рассматривается возможность повышения реакционной способности процесса гидратации вяжущих веществ. Показано, что электромагнитная активация приводит к регулированию процесса гидратации.

Ключевые слова: гидратация, вяжущие вещества, активность, частота, энергетические затраты

Повышение реакционной способности, уменьшение энергии активации процесса гидратации вяжущих возможно при повышении физико-химической активности среды, приводящей к увеличению активной поверхности твердых компонентов вяжущих.

Для рассмотрения вопросов, связанных с процессами диссипации в качестве исходной предпосылки воспользуемся равновесием диссоциации некоторого электролита (воды) в произвольном растворителе:



где k_1 и k_2 — константы скоростей; H^+ и OH^- — сольватированные катион и анион. С точностью до гидродинамических флуктуаций сдвиг равновесия вправо увеличивает локальную плотность зарядов, влево — уменьшает. При фиксированной концентрации вещества средняя длина свободного пробега ионов H^+ и OH^- конечна. Согласно

общим положениям механики, любое одномерное конечное движение есть колебательное, имеющее предельные циклы с асимптотической устойчивостью. Для раскрытия физического содержания этих колебаний представляется оправданным сделать кинетический анализ равновесия диссоциации (1) произвольного электролита.

Система уравнений, характеризующий процесс равновесия (1) выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} v_1 = -\frac{d}{dt}(C_0 - C) = k_1(C_0 - C) \\ v_2 = \frac{dC}{dt} = k_2 C^2 \end{cases} \quad (2)$$

Здесь C_0 — начальная концентрация электролита, C — концентрация диссоциированных молекул электролита. Очевидно, что $C_0 - C = \delta$ есть концентрация недиссоциированных молекул.

Данная система уравнений предполагает два различных варианта анализа для сильных и слабых электролитов. Главными критериями этого являются следующие условия:

- 1) для сильных электролитов $C_0 \gg \delta$;
- 2) для слабых электролитов (вода, другие растворители и их растворы) $\delta > C$.

Приведенная система уравнений соответствует общим положениям понятия химического равновесия. Так, при $v_1 = v_2$ (2,3) получаем константу равновесия

$$K_p = \frac{k_1}{k_2} = \frac{C^2}{C_0 - C}, \quad (4)$$

соответствующую закону разбавления Оствальда. При этом структура уравнения (1) предполагает использование критерия устойчивости по Ляпунову. Согласно данному критерию, некоторая произвольная функция $v(y)$ непрерывно дифференцируема и для которой выполняются следующие условия:

$$v(y) > 0 \text{ при } y \neq 0, \quad v(0) = 0 \text{ при } y = 0$$

$$\frac{d}{dt} v(y) = \sum_{k=1}^n \frac{\partial v}{\partial y_k} \frac{dy_k}{dt} = \sum_{k=1}^n \frac{\partial v}{\partial y_k} f_k \leq 0 \quad (5)$$

Для исследуемой системы уравнений, параметр y соответствует концентрации C . При кинетическом анализе равновесия диссоциации некоторого электролита, представляется интересным второй вариант последнего условия (5), когда возможны асимптотические устойчивости и вероятны предельные циклы на фазовой плоскости. Таким образом, нам необходимо показать, что система уравнений (2,3) имеет асимптотическую устойчивость (5), приводящей к $\frac{d}{dt} v(y) < 0$.

Данное требование предполагает исследование условия критерия устойчивости по Ляпунову (5) для производной по времени от скорости v_1 в представлении (3), обеспечивающим генерацию ионов, определяющих все параметры:

$$\frac{dv_1}{dt} = \frac{d^2 C}{dt^2} = -k_1 \frac{dC}{dt} \quad (6)$$

Поскольку скорости v_1 и v_2 в (2,3) являются сопряженными величинами, то в последнем выражении вместо $\frac{dC}{dt}$ можно взять его значение для v_2 из (3). Тогда:

$$\frac{dv_1}{dt} = \frac{d^2 C}{dt^2} = -k_1 \frac{dC}{dt} = -k_1 k_2 C^2 \quad (7)$$

Так как $C = C_0 - \delta$, возможно следующее представление выражения (6):

$$\frac{d^2 C}{dt^2} = -k_1 k_2 [C_0(C_0 - \delta) - \delta(C_0 - \delta)] \quad (8)$$

Поскольку для сильных электролитов, как это отмечено ранее, $C_0 \gg \delta$, можно пренебречь вторым слагаемым в правой части. Тогда при $C = C_0 - \delta$, имеет место:

$$\frac{d^2 C}{dt^2} = -k_1 k_2 C_0 C \quad (9)$$

А это есть уравнение гармонических колебаний с решением:

$$\omega = (k_1 k_2 C_0)^{1/2} \quad (10)$$

По существу, данный результат является частотой популяционных колебаний Лотка-Вольтерра [1, 213–221].

Сопоставление данного результата требует определения в (10) значения констант скоростей k_1 и k_2 :

$$k_1 = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ сек}^{-1};$$

$$k_2 = 1,3 \cdot 10^{11} \text{ л. моль/сек};$$

$$c = 55,54 \text{ моль/л} [2, 179].$$

$$\text{Отсюда, } \omega = (2,6 \cdot 10^{-5} \cdot 1,3 \cdot 10^{11} \cdot 55,54) = 13,7 \text{ кГц}$$

Решение этой задачи возможно по второму варианту анализа устойчивого состояния процесса (1) предполагает исследование производной по времени скорости обратного процесса (диссоциации молекул воды V_2 (3)). Из уравнения (3) следует:

$$\frac{dV_2}{dt} = 2k_2 c \frac{dc}{dt}, \quad (11)$$

$$\text{где } V_2 = \frac{dc}{dt} = k_2 C^2$$

Тогда

$$\frac{d^2 C}{dt^2} = 2k_2 c \frac{dc}{dt} \quad (12)$$

Поскольку скорости V_1 и V_2 являются сопряженными (взаимозависимыми), подставляем в (2) вместо $\frac{dc}{dt}$ ее значение из скорости V_1 в виде:

$$V_1 = -\frac{d}{dt}(c_0 - c) = k_1(c_0 - c) = \frac{dc}{dt} \quad (13)$$

В этом случае имеет место:

$$\frac{d^2 c}{dt^2} = 2k_1 k_2 c(c_0 - c) = 2k_1 k_2 c_0 c - 2k_1 k_2 c^2 \quad (14)$$

Для слабых электролитов, каковым является и вода имеет место $C_0 \gg C$ (при $c_0 = 55,54$ моль/л, $C = [H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ моль/л).

Формально, можно линейризовать (11) по первому члену. Тогда:

$$\frac{d^2 c}{dt^2} = -2k_1 k_2 c^2 \quad (15)$$

Но концентрация диссоциированных молекул воды C , как это показало выше, равна $C = C_0 - \delta$, где δ — концентрация недиссоциированных молекул воды. При этом $\delta \approx C_0$.

$$\text{Тогда } \frac{d^2 c}{dt^2} = 2k_1 k_2 (c_0 - \delta)^2 = 2k_1 k_2 (c_0^2 - c_0 \delta - c_0 \delta + \delta^2) = 2k_1 k_2 [c_0(c_0 - \delta) - \delta(c_0 - \delta)] \quad (16)$$

Поскольку $C_0 \approx \delta$, то можно пренебречь первым слагаемым в (16). В этом случае:

$$\frac{d^2 c}{dt^2} = -2k_1 k_2 c_0 c \quad (17)$$

Так как (17) имеет колебательный характер, то имеет место операторное тождество:

$$\frac{d}{dt} = i\omega \quad (18)$$

Отсюда следует:

$$\frac{d^2}{dt^2} = -\omega^2 \quad (19)$$

Это дает основание следующему представлению:

$$\omega^2 = 2k_1 k_2 c_0 \quad (20)$$

Подставляя сюда значения k_1 и k_2 , а также $c_o = 55,54$ моль/л, получаем:

$$\omega = (2k_1k_2c_o)^{1/2} = (2 \cdot 2,6 \cdot 10^{-5} \cdot 1,3 \cdot 10^{11} \cdot 55,54)^{1/2} = 19,38 \text{ кГц}$$

Из результатов (10) и (20) большей потенциальной энергии (большей потенциальной яме) соответствует частота 19,38 кГц, и тогда эволюция системы ($H_2O \rightleftharpoons H + OH$) идет по частоте 19,38 кГц, что согласуются с данными М. А. Маргулиса [3, 67–69].

Таким образом, результат, полученный на основании кинетического анализа процесса равновесия, свидетельствует, что сольватированные ионы, совершающие колебательные движения, дают возможность использования силы вязкости для получения уравнения электропроводности через подвижность b и повышение физико-химической активности среды гидратации является фактором снижения энергетических затрат на процесс ускоренного твердения вяжущих веществ и бетонов.

Регулирование процесса гидратации вяжущих воздействием электромагнитной активации происходит за счет образования активных форм воды (радикалов). Воздействие этих радикалов при смешивании вяжущего с водой способствует увеличению удельной поверхности вяжущих или уменьшению их размеров. Образование парогазовых пузырьков воды, т. е. возникновение кавитации в порах зерен вяжущего происходит за счет резонансного поглощения энергии электромагнитного поля с собственными ча-

стотами воды $f \approx 20$ кГц, при этом в порах растет объем воды и происходит схлопывание кавитационных пузырьков и разрыв межмолекулярных (водородных, Ван-дер-ваальсовых) связей зерен вяжущих веществ, что приводит увеличению удельной поверхности их и ускорению реакции гидратации. Далее диспергация частиц зерен вяжущих веществ происходит за счет воздействия активных форм молекул воды (радикалов $H_2O_2^{\cdot 2}$, $HO_2^{\cdot 3}$, OH^{\cdot}), образующихся при резонансном поглощении водой электромагнитных колебаний в области частот 13–20 кГц определяемых соотношениями:

$$\omega = (k_1k_2C_o)^{1/2} \text{ и } \omega = (2k_1k_2C_o)^{1/2}$$

Механизм разложения (расщепления) воды на свободные радикалы заключается в кинетике диссоциации молекул воды. В скрытый или индукционный период также оказывается воздействие электромагнитной активации, когда образуется гелевая оболочка, ускорение диффузии приводит к разрушению гелевых оболочек и ускорению гидратации. Воздействие электромагнитной активации также приводит к термодиффузии и снижению энергетических затрат. Целенаправленное регулирование диффузионных процессов при воздействии электромагнитной активации приводит к упорядочению столкновений супермолекул (кластеров), число которых остается прежним если температура не изменилась и число которых увеличивается с повышением температуры, отсюда ускорение диффузии и соответственно гидратации вяжущего.

Список литературы:

1. Гленсдорф П. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций/П. Гленсдорф, И. Пригожин. – М.: Мир, 1973.
2. Мищенко К. П. Краткий справочник физико-химических величин. – Л.: Химия, 1967.
3. Маргулис М. А. Основы звукохимии (химические реакции в акустических полях). – М.: Высш. шк., 1984.

*Stepanov Makar Stepanovich,
Don State Technical University,
candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: stepanovms@yandex.ru
Dombrovskiy Yuriy Markovich,
Don State Technical University,
doctor of technical sciences, professor*

Surface hardening of steel products with high-speed heating by microarc chemical heat treatment

Abstract: The article presented various methods of intensification of processes of chemical heat treatment of steel products. Proposed microarc chemical heat treatment processing which enables acceleration of diffusion processes.

Keywords: surface hardening of steel products, microarc chemical heat treatment.

*Степанов Макар Степанович,
Донской государственный технический университет,
кандидат технических наук, доцент
E-mail: stepanovms@yandex.ru
Домбровский Юрий Маркович,
Донской государственный технический университет,
доктор технических наук, профессор*

Поверхностное упрочнение стальных изделий с применением высокоскоростного нагрева с помощью микродуговой химико-термической обработки

Аннотация: В статье рассматриваются различные методы интенсификации процессов химико-термической обработки стальных изделий. Предложена микродуговая химико-термическая обработка, позволяющая достичь ускорения диффузионных процессов.

Ключевые слова: поверхностное упрочнение стальных изделий, микродуговая химико-термическая обработка.

Для поверхностного упрочнения стальных изделий широко используется химико-термическая обработка (ХТО), сочетающая химическое и термическое воздействие на обрабатываемый материал. В зависимости от агрегатного состояния насыщающих сред различают диффузионное насыщение в твердых, газовых и жидких средах, насыщение из паст и суспензий, насыщение в низкотемпературной плазме тлеющего разряда, ХТО в среде электролита [1, 6–8; 2, 84–86]. Одним из наиболее широко применяемых методов ХТО является насыщение в твердых средах, в качестве которых обычно используют порошковые среды. Они являются многокомпонентной смесью различных материалов, основными из которых являются: порошки, содержащие насыщающий элемент (диффузант); восстановители, предназначенные для восстановления насыщающего элемента из его соединений; активаторы, образующие газообразные летучие соединения, достигающие поверхности обрабатываемого изделия. В результате протекания химических реакций на границе раздела образуются атомы или ионы диффузанта, а также балластные добавки — химически инертные соединения для предотвращения спекания насыщающей смеси, сохранения высокого качества поверхности упрочняемого металла, снижения при необходимости активности насыщающей смеси [2, 86–88].

При исследовании физической природы диффузионного насыщения в твердых средах установлено, что оно основывается на двух основных процессах, протекающих в насыщающей смеси. Первый — это твердофазная диффузия, которая осуществляется при соприкосновении порошковой смеси, содержащей

насыщающий элемент, с обрабатываемым металлическим изделием. Второй — насыщение через газовую фазу. Насыщающий элемент, входящий в состав порошковой среды, при нагреве реагирует с газом, находящимся в межчастичном пространстве, в результате чего образовавшиеся соединения заполняют это пространство, обеспечивая перенос активных атомов диффузанта во всем объеме смеси, в том числе, в объеме, прилегающем к металлическому изделию. Здесь в результате каталитического действия поверхности металла происходит выделение активных атомов насыщающего элемента, которые диффундируют в глубь изделия.

Наиболее распространенным процессом ХТО в порошковых насыщающих средах является диффузионное насыщение в герметизируемых контейнерах [2, 88–90]. Данный способ предусматривает помещение порошковых насыщающих сред в металлические контейнеры вместе с упрочняемыми изделиями. Контейнеры после герметизации загружают в термическую печь, нагретую до температуры процесса, и выдерживают до получения требуемой толщины диффузионного слоя. По истечении времени выдержки контейнеры выгружают из печи и охлаждают на воздухе, после чего из них извлекают обработанные изделия.

ХТО в порошковых насыщающих средах характеризуется рядом недостатков, основным из которых является большая продолжительность процесса. Рассмотрим возможные способы его интенсификации.

При диффузионном насыщении одновременно протекают несколько составляющих процессов,

основными из которых являются [2, 15]: реакции в насыщающей среде; подвод насыщающего элемента к поверхности насыщаемого материала; реакции на границе раздела фаз и удаление продуктов этих реакций; диффузия в насыщаемом материале; реакции в насыщаемом материале с образованием фаз диффузионного слоя. Суммарная скорость ХТО лимитируется скоростью протекания наиболее медленного из данных процессов, которым в общем случае может быть любой из них.

Анализ опубликованных работ показывает, что, по мнению большинства исследователей, достижение существенной интенсификации ХТО возможно с помощью комплексного одновременного воздействия на протекание сразу нескольких из перечисленных процессов. В этой связи можно выделить три направления проводимых исследований.

К первому относятся методы, основанные на оптимизации состава и физико-химических свойств насыщающих порошковых сред с применением различных активаторов и катализаторов, оказывающих влияние на интенсивность протекания отдельных стадий процесса насыщения. Активаторы ускоряют доставку насыщающего элемента к поверхности обрабатываемого изделия, испаряются при нагреве, вытесняя воздух из реакционного объема, удаляют окисные пленки с насыщаемой поверхности. Однако влияние активаторов ограничивается только начальной стадией процесса, и они не оказывают воздействия на скорость диффузии насыщающего элемента в стали.

Ко второму направлению исследований относятся методы, оказывающие влияние на физические свойства насыщающих сред. При ХТО около насыщаемой поверхности образуется газообразный барьер из продуктов реакций. Это снижает длину свободного пробега активных атомов диффузанта и затрудняет их доступ в зону реакций. Поэтому необходима интенсификация диффузионного насыщения за счет принудительного подвода активной среды к насыщаемой поверхности и принудительного отвода продуктов реакции. Основным методом реализации этой идеи является использование кипящих (псевдокипящих) порошковых сред. Такая среда представляет собой слой мелкозернистого порошкового сыпучего материала, который при определенных условиях приобретает ряд свойств, присущих жидкостям (интенсивное перемешивание частиц, текучесть) [4, 4]. При этом порошковая среда выполняет роль как теплоносителя, так и источника насыщающего элемента. Однако такой способ характеризуется выносом из рабоче-

го пространства мелких частиц порошковой среды, а также высокой энергоемкостью. Кроме того, вибрация оборудования может негативно воздействовать на условия труда: Поэтому такой способ пока не получил широкого распространения.

Третье направление исследований объединяет методы диффузионного насыщения с использованием различных видов скоростного электронагрева. Такие способы обработки позволяют: резко сократить время нагрева изделия до температуры обработки; существенно ускорить процесс формирования диффузионного слоя; открывают возможность локальной обработки для местного упрочнения из-за отсутствия необходимости нагрева всего изделия.

Например, возможна ХТО с применением индукционного нагрева. Его особенностью является генерирование тепловой энергии непосредственно в самом нагреваемом изделии. Металлическое изделие помещается в индуктор, в котором с помощью специального генератора наводятся мощные токи, генерирующие сильное электромагнитное поле, которое наводит в изделии вихревые токи, разогревающие поверхность изделия под действием Джоулева тепла. Установлено, что при индукционном нагреве стали в активных насыщающих средах скорость проникновения диффузанта в глубь увеличивается в несколько раз. Это объясняется повышенной активностью процесса насыщения аустенита, близкого к зародышевому состоянию. Чем выше скорость нагрева, тем более мелкозернистым оказывается аустенит и меньше величина блоков при достижении температуры диффузионного насыщения, а, следовательно, тем больше протяжённость границ зёрен и блоков, обеспечивающих ускоренное продвижение диффузанта.

Предложены процессы диффузионного насыщения с использованием других способов скоростного нагрева: электроконтактного, лазерного, плазменного, ионного, электронно-лучевого и целого ряда других [5–8]. Такие способы реализуются с использованием различных источников диффузанта: газовой насыщающей среды (например, тлеющий разряд), специальных обмазок (для лазерной или электронно-лучевой обработки), растворов электролитов (электрохимико-термическая обработка).

Возможно проведение ХТО в токопроводящих порошковых средах [2, 101–103]. Принцип действия заключается в способности электропроводных насыщающих смесей разогреваться в процессе прохождения через них электрического тока. Обрабатываемое изделие располагают в контейнере с порошковой на-

сыщающей смесью между двумя электродами, между которыми пропускается электрический ток. Это приводит к разогреву токопроводящей среды и обрабатываемой детали, сопровождаемому электрическими микроразрядами в порошковой среде. При таком способе обработки скорость диффузионного насыщения выше, чем в способе с использованием индукционного нагрева, но остаётся недостаточно высокой из-за необходимости нагревания всего объема токопроводящей смеси, приводящей, к тому же, к высоким энергетическим затратам.

Предложен способ диффузионного насыщения в виброкипящих порошковых средах, в которых нагрев осуществляется пропусканием тока через порошковый токопроводящий материал, находящийся в виброкипящем состоянии, и погруженную в него деталь [3, 103–105]. Такой способ позволяет достичь дополнительного ускорения диффузионного насыщения за счет испарения и активации компонентов порошковой смеси, а также влияния воздействия электрического поля и электрических микроразрядов в порошковой среде. Однако при реализации данного способа возможна неравномерность образующегося диффузионного слоя, обусловленная более сильным прогревом образца со сторон, обращенных к электродам. Кроме того, способ предполагает высокие энергетические затраты, вызванные необходимостью создания виброкипящего слоя, использованием инертного газа либо вакуумированием контейнера. Вибрация контейнера может негативно влиять на здоровье персонала.

Широкие возможности для интенсификации диффузионных процессов открывает микродуговая ХТО в порошковых средах [9]. Упрочняемое изделие помещается в порошковую среду, заполняющую металлический контейнер, после чего после чего через контейнер, среду и изделие пропускается электрический ток. При прохождении тока в порошковой среде наблюдается образование микродуговых разрядов, нагревающих изделие до температуры, при которой протекает процесс диффузионного насыщения. В таком процессе порошковая среда выполняет функции как проводника электрического тока, так и источника диффузанта для протекания диффузионного насыщения. Исследование возможности применения различных углеродсодержащих сред для осуществления цементации стальных изделий показало, что наиболее целесообразно использование порошка каменного угля. При нагревании угольного порошка происходит интенсивное выделение оксида углерода CO , при

контакте которого с металлической поверхностью происходит реакция: $2\text{CO} \rightarrow \text{C} + \text{CO}_2$. Атомарный углерод диффундирует в насыщаемый металл, а диоксид углерода взаимодействует с углеродом каменного угля, обеспечивая непрерывность процесса цементации: $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2\text{CO}$. Выделение газообразного оксида углерода определяет и оптимальный размер частиц порошковой среды, который экспериментально установлен в интервале 0,3–0,6 мм. Нагрев в порошке с более мелким размером частиц приводит к выдуванию мелких фракций из зоны контакта порошка с образцом в результате воздействия интенсивного потока оксида углерода. Использование порошка с размером частиц более 0,6 мм приводит к увеличению размера и интенсивности образующихся микродуг и сопровождается выбросом отдельных частиц диффузанта из зоны нагрева, а также возрастанием тока в цепи источника питания вследствие уменьшения сопротивления порошковой среды.

Существенную роль в данном процессе играет интенсивное выделение оксида углерода, т. к. он одновременно выполняет три функции: источника атомарного углерода в результате диссоциации, источника тепловой энергии при горении, а также средства, обеспечивающего интенсивное перемешивание порошковой среды.

Особенностью процесса является образование микродуг в порошковой среде при протекании электрического тока. Причиной микродугообразования является протекание электрического тока в порошковой среде каменного угля, сопровождающееся замыканием и размыканием проводящих цепочек, состоящих из частиц порошка, под влиянием их нагрева и выгорания в местах межчастичных контактов. После образования микродуг происходит их концентрация в локальной зоне вокруг образца. Показано [9], что это обусловлено увеличением плотности тока в направлении от наружного контейнера к поверхности образца, вызванного соответствующим уменьшением сечения порошковой среды.

В целом процесс микродуговой цементации состоит из нескольких этапов. На первом этапе возникает равномерное микродугообразование в порошковой среде. Второй этап характеризуется концентрацией микродуг в локальной зоне вокруг образца с образованием светящегося ореола. На третьем этапе происходит интенсивный нагрев указанной зоны. Четвертый этап характеризуется воспламенением в зоне нагрева и дальнейшим нагревом образца и окружающей его зоны. Следующий этап — расширение зоны

нагрева, достижение образцом температуры цементации и протекание диффузионного насыщения образца углеродом.

Концентрированное энергетическое воздействие в непосредственной близости от поверхности образца приводит к испарению и активации диффузанта и созданию в этой зоне высокой концентрации активного углерода. Процессы адсорбции и диффузии интенсифицируются под влиянием электрического поля, а выделение большого количества тепла суще-

ственно сокращает продолжительность нагрева образца до температуры цементации и повышает скорость диффузии. Экспериментально установлено, что цементация образцов из стали 20 в порошке каменного угля в режиме микродугового нагрева в течение 3 мин приводит к формированию науглероженного слоя эвтектоидной концентрации глубиной до 0,3 мм, что подтверждает достижение значительной интенсификации диффузионного насыщения в результате совместного действия указанных факторов.

Список литературы:

1. Лахтин, Ю. М. Химико-термическая обработка металлов/Ю. М. Лахтин, Б. Н. Арзамасов. – Москва: Металлургия, 1985. – 256 с.
2. Ворошнин, Л. Г. Теория и технология химико-термической обработки/Л. Г. Ворошнин, О. Л. Менделеева, В. А. Сметкин. – Москва: Новое знание, 2010. – 304 с.
3. Кидин, И. Н. Электрохимико-термическая обработка металлов и сплавов/И. Н. Кидин, В. И. Андрюшечкин, В. А. Волков. – Москва: Металлургия. 1978. 320 с.
4. Заваров, А. С. Химико-термическая обработка в кипящем слое/А. С. Заваров, А. П. Баскаков, С. В. Грачев. – М. «Машиностроение». 1985. 160 с.
5. Модифицирование и легирование поверхности лазерными, ионными и электронными пучками/Под ред. Дж. М. Поута. М.: Машиностроение, 1987. 424 с.
6. Григорьянц, А. Г. Технические процессы лазерной обработки/А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. Изд-во МГТУ им. Н. Баумана. 2006. 664 с.
7. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки/Г. Л. Амитан, И. А. Байсупов, Ю. М. Барон и др./Под общ ред. В. А. Волосатова. Л. Машиностроение, Ленингр. отделение. 1988. 719 с.
8. Белкин П. Н. Электрохимико-термическая обработка металлов и сплавов.-М.: Мир. 2005. 336 с.
9. Домбровский Ю. М., Степанов М. С. Микродуговая цементация стальных изделий в порошковых средах/Упрочняющие технологии и покрытия, 2013, № 12. С. 25–29.

Section 6. Machinery construction

*Vasenin Valery Ivanovich,
Perm National Research Polytechnic University,
associate professor, candidate of technical sciences,
department "Materials, technologies and design of machinery"
E-mail: vasseninvaleriy@mail.ru
Bogomjagkov Alexey Vasilievich, postgraduate student
Sharov Konstantin Vladimirovich, postgraduate student*

Investigation into a ringshaped gating system with feeders of variable crosssection

Abstract: The method of calculation of speeds and liquid expenses in each feeder and in all system depending on quantity at the same time working feeders and their diameters. It managed to be made at the expense of application of the equation of Bernoulli to stream sections with different expenses without any additional conditions. Three types of losses of pressure are considered: on friction on length, in local resistance and on pressure change. Calculation is based on the receipt given difference pressure by the zero point in one of the feeders with procedure successive approaching. Good compliance of theoretical and experimental data is obtained.

Key words: collector, feeder, head, resistance coefficient, expence coefficient, stream speed, consumption of liquid.

*Васенин Валерий Иванович,
Пермский национальный исследовательский политехнический университет
доцент кафедры "Материалы, технологии и конструирование машин",
кандидат технических наук
E-mail: vasseninvaleriy@mail.ru
Богомяжков Алексей Васильевич, аспирант
Шаров Константин Владимирович, аспирант*

Исследование кольцевой литниковой системы с питателями разных площадей поперечных сечений

Аннотация: Предложена методика расчета скоростей и расходов жидкости в каждом питателе и во всей системе в зависимости от количества одновременно работающих питателей и их диаметров. Это удалось сделать за счет применения уравнения Бернулли к сечениям потока с разными расходами безо всяких дополнительных условий. Учитываются три вида потерь напора: на трение по длине, в местных сопротивлениях и на изменение напора. Расчет основывается на получении заданной разницы давлений около нулевой точки в одном из питателей методом последовательных приближений. Получено хорошее соответствие теоретических и экспериментальных данных.

Ключевые слова: коллектор, питатель, напор, коэффициент сопротивления, коэффициент расхода, скорость потока, расход жидкости.

Ранее были исследованы L -образная [1, 2], разветвленная [3, 4], комбинированная [5], крестовинная [6, 7] и ярусная [8, 9] литниковые системы (ЛС). Разница между расчетными и опытными значениями

скоростей, расходов и напоров составляла несколько процентов. Использовали в расчетах уравнение Бернулли (УБ) для потока с переменным расходом (и массой). Хотя оно выведено для потока жидкости

с постоянным расходом (массой) — при отсутствии раздачи потока по питателям, то есть при работе только одного питателя [10, 205]. И его применение при расчетах многопитательных ЛС с изменяющимся от максимального до нуля расходом жидкости в коллекторе (шлакоуловителе) *теоретически не обосновано*. Поэтому представляется целесообразным экспериментально и расчетами исследовать самую сложную ЛС — кольцевую, в которой 2 потока жидкости, питатели имеют разные площади поперечных сечений, а в питатель металл может поступать с двух сторон.

Система (рис. 1) состоит из литниковой чаши, стойка, коллектора и трех питателей I–III. Внутренний диаметр чаши равен 272 мм, высота воды в чаше — 103,5 мм. Продольные оси коллектора и питателей находятся в одной горизонтальной плоскости. Уровень жидкости H — расстояние по вертикали

от сечения 1–1 в чаше до продольных осей коллектора и питателей — поддерживался постоянным путем непрерывного доливания воды в чашу и слива ее излишек через специальную щель в чаше: $H = 0,363$ м. Жидкость выливается сверху из питателей в форму. В сечениях коллектора 5–5, ..., 12–12 установлены для измерения напора пьезометры — стеклянные трубочки длиной 370 мм и внутренним диаметром 4,5 мм. В сечениях стойка 2–2, 3–3 и 4–4 были размещены изогнутые на 90° пьезометры (на рис. 1 не показаны). Время истечения жидкости из каждого питателя составляло 50–150 с — в зависимости от количества одновременно работающих питателей, а вес вылившейся из питателя воды — около 9 кг. Эти временные и весовые ограничения обеспечили отклонение от среднего значения скорости $\pm 0,005$ м/с, не более. Расход жидкости из каждого питателя определялся не менее 6 раз.

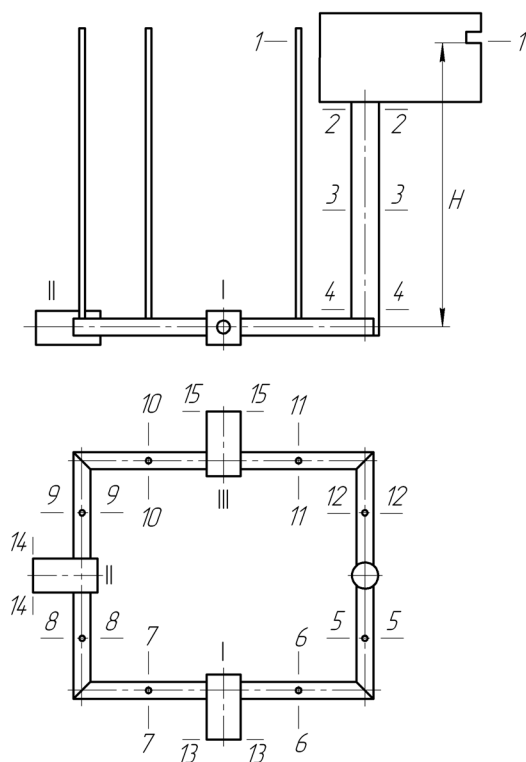


Рис. 1. Кольцевая литниковая система

Сначала подсчитаем характеристики ЛС для случаев, когда гидравлическая система разомкнута в сечении 12–12 (нет кольца). Составим уравнение Бернулли (УБ) для сечений 1–1 и 13–13 ЛС (считаем, что работает только питатель I):

$$\frac{p_1}{\gamma} + \alpha \frac{v_1^2}{2g} + H = \frac{p_{13}}{\gamma} + \alpha \frac{v_{13}^2}{2g} + h_{1-13}, \quad (1)$$

где p_1 и p_{13} — давления в сечениях 1–1 и 13–13, Н/м² (равны атмосферному давлению: $p_1 = p_{13} = p_a$); α — коэффициент неравномерности распределе-

ния скорости по сечению потока (коэффициент Кориолиса); принимаем $\alpha = 1,1$ [10, 108]; g — ускорение свободного падения; $g = 9,81$ м/с²; v_1 и v_{13} — скорости металла в сечениях 1–1 и 13–13, м/с (вследствие большой разности площадей чаши S_1 в сечении 1–1 и питателя S_{13} в сечении 13–13 можно принять $v_1 = 0$); γ — удельный вес жидкого металла, Н/м³; h_{1-13} — потери напора при движении жидкости от сечения 1–1 до сечения 13–13, м. Эти потери напора

$$h_{1-13} = \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} + \left(\zeta_{\kappa} + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \times \alpha \frac{v_{\kappa}^2}{2g} + \left(\zeta_{13} + \lambda \frac{l_{13}}{d_{13}} \right) \alpha \frac{v_{13}^2}{2g}, \quad (2)$$

где ζ_{cm} , ζ_{κ} и ζ_{13} — коэффициенты местных сопротивлений входа металла из чаши в стояк, поворота из стояка в коллектор и поворота из коллектора в питатель I с выходным сечением 13–13; ζ — коэффициент местного сопротивления поворота на 90° из сечения 5–5 в сечение 6–6 (без изменения площадей сечений коллектора); λ — коэффициент потерь на трение; l_{cm} — длина (высота) стояка, м; d_{cm} , d_{κ} и d_{13} — гидравлические диаметры стояка, коллектора и питателя I, м; v_{cm} и v_{κ} — скорости жидкости в стояке и коллекторе, м/с; l_{cm-1} — расстояние от стояка до питателя I, м; l_{13} — длина питателя I, м. Расход в ЛС при сливе сверху определяется скоростью металла v_{13} в выходном сечении 13–13 питателя I и площадью его поперечного сечения: $Q = v_{13}S_{13}$. Остальные скорости жидкости в каналах ЛС определяем из уравнения неразрывности потока:

$$Q = v_{cm}S_{cm} = v_{\kappa}S_{\kappa} = v_{13}S_{13}, \quad (3)$$

где S_{cm} , S_{κ} — площади сечений стояка и коллектора, м². Выразим все скорости в (2) через скорость v_{13} , используя уравнение неразрывности потока (3):

$$h_{1-13(13)} = \alpha \frac{v_{13}^2}{2g} \left[\left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \left(\frac{S_{13}}{S_{cm}} \right)^2 + \left(\zeta_{\kappa} + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \times \left[\left(\frac{S_{13}}{S_{\kappa}} \right)^2 + \zeta_{13} + \lambda \frac{l_{13}}{d_{13}} \right] \right]. \quad (4)$$

Выражение в квадратных скобках обозначим как $\zeta_{1-13(13)}$ — это коэффициент сопротивления системы от сечения 1–1 до сечения 13–13, приведенный к скорости жидкости в сечении 13–13:

$$\zeta_{1-13(13)} = \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \left(\frac{S_{13}}{S_{cm}} \right)^2 + \left(\zeta_{\kappa} + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \left[\left(\frac{S_{13}}{S_{\kappa}} \right)^2 + \zeta_{13} + \lambda \frac{l_{13}}{d_{13}} \right]. \quad (5)$$

Теперь (1) можно записать так:

$$H = \alpha v_{13}^2 (1 + \zeta_{1-13(13)}) / 2g. \quad (6)$$

А коэффициент расхода системы от сечения 1–1 до сечения 13–13, приведенный к скорости v_{13} ,

$$\mu_{1-13(13)} = (1 + \zeta_{1-13(13)})^{-1/2}. \quad (7)$$

$$\text{Скорость } v_{13} = \mu_{1-13(13)} \sqrt{2gH / \alpha}. \quad (8)$$

Расход Q находим по выражению (3). Длина стояка $l_{cm} = 0,2675$ м, длина питателя I $l_{13} = 0,045$ м, расстояние от стояка до питателя I $l_{cm-1} = 0,246$ м. Диаметры питателя I, коллектора и стояка: $d_{13} = 0,00903$ м, $d_{\kappa} = d_5 = \dots = d_{12} = 0,01603$ м, $d_{cm} = 0,02408$ м. Принимаем, как и в работе [11], что коэффициент потерь на трение $\lambda = 0,03$. Коэффициент местного сопротивления входа из чаши в стояк в зависимости от радиуса скругления входной кромки определяем по справочнику [12, 126]: $\zeta_{cm} = 0,12$. Коэффициент местного сопротивления поворота из стояка в коллектор на 90° и изменения площадей сечений потока $\zeta_{\kappa} = 0,396$ [13]. Коэффициент местного сопротивления поворота на 90° из коллектора в питатель I (с изменением площадей сечений) $\zeta_{13} = 0,334$ [13]. Результаты расчетов по соотношениям (5), (7), (8) и (3): $\zeta_{1-13(13)} = 0,668316$, $\mu_{1-13(13)} = 0,774214$, $v_{13} = 1,970005$ м/с, $Q_{13} = 126,163198 \cdot 10^{-6}$ м³/с.

Расчеты истечения жидкости из питателей II и III производим аналогично со следующими поправками. $d_{14} = 0,00803$ м, $l_{14} = 0,04015$ м, $\zeta_{14} = 0,309$. $d_{15} = 0,00703$ м, $l_{15} = 0,03515$ м, $\zeta_{15} = 0,302$. Коэффициенты сопротивлений:

$$\begin{aligned} \zeta_{1-14(14)} &= \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \left(\frac{S_{14}}{S_{cm}} \right)^2 + \\ &+ \left(\zeta_{\kappa} + \lambda \frac{l_{cm-11}}{d_{\kappa}} + 2\zeta \right) \left(\frac{S_{14}}{S_{\kappa}} \right)^2 + \zeta_{14} + \lambda \frac{l_{14}}{d_{14}}, \\ \zeta_{1-15(15)} &= \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \left(\frac{S_{15}}{S_{cm}} \right)^2 + \\ &+ \left(\zeta_{\kappa} + \lambda \frac{l_{cm-111}}{d_{\kappa}} + 3\zeta \right) \left(\frac{S_{15}}{S_{\kappa}} \right)^2 + \zeta_{15} + \lambda \frac{l_{15}}{d_{15}}. \end{aligned}$$

Здесь l_{cm-11} — расстояние от стояка до питателя II, м; l_{cm-111} — расстояние от стояка до питателя III, м. $l_{cm-11} = 0,494$ м, $l_{cm-111} = 0,732$ м.

Результаты расчетов и экспериментов (в знаменателе) — в табл. 1. Для каждого питателя приведены его характеристики, когда он работает в системе с разрывом цепи в сечении 12–12 (левый столбик цифр) и когда гидравлическая цепь замкнута (правый столбик). $Q^* = (Q - Q_9) / 100Q_9$. При разрыве цепи в сечении 12–12 теоретическое значение расхода для питателя диаметром 9,03 мм больше опытного на 0,4%, для питателя диаметром 8,03 мм они равны, а для питателя диаметром 7,03 мм расчетное значение меньше экспериментального на 2,1%.

Таблица 1. – Характеристики литниковой системы при работе одного питателя

Показатели	Работающие питатели					
	I		II		III	
$d, \text{мм}$	9,03		8,03		7,03	
ζ	0,668	0,610	0,659	0,543	0,619	0,498
μ	0,774	0,788	0,776	0,805	0,786	0,817
$v, \text{м/с}$	<u>1,970</u>	<u>2,005</u>	<u>1,975</u>	<u>2,048</u>	<u>2,000</u>	<u>2,079</u>
	1,962	2,027	1,975	2,079	2,054	2,123
$Q \cdot 10^6, \text{м}^3/\text{с}$	<u>126,16</u>	<u>128,43</u>	<u>100,04</u>	<u>103,74</u>	<u>77,63</u>	<u>80,69</u>
	125,68	129,82	100,04	105,29	79,71	82,43
$Q^*, \%$	0,4	-1,1	0	-1,5	-2,6	-2,1

Найдем расход металла в ЛС при работе питателей I и II; гидравлическая система разомкнута в сечении 12–12; $v_5 = v_6, v_7 = v_8, v_9 = 0$. Составим УБ для сечений 6–6 и 13–13:

$$\frac{P_6}{\gamma} + \alpha \frac{v_6^2}{2g} = \left(\zeta_{13}^{oms} + \lambda \frac{l_{13}}{d_{13}} + 1 \right) \alpha \frac{v_{13}^2}{2g} + \frac{P_{13}}{\gamma}, \quad (9)$$

и для сечений 6–6 и 14–14:

$$\begin{aligned} \frac{P_6}{\gamma} + \alpha \frac{v_6^2}{2g} = & \left(\zeta_7 + \lambda \frac{l_{I-II}}{d_k} + \zeta \right) \alpha \frac{v_7^2}{2g} + \\ & + \left(\zeta_{14} + \lambda \frac{l_{14}}{d_{14}} + 1 \right) \alpha \frac{v_{14}^2}{2g} + \frac{P_{14}}{\gamma}, \end{aligned} \quad (10)$$

где P_6 и P_{14} — давления в сечениях 6–6 и 14–14 (давление P_{14} равно атмосферному P_a), Н/м²; v_6, v_7 — скорости жидкости в сечениях 6–6 и 7–7, м/с; ζ_7 — коэффициент сопротивления (не местного) на проход металла из сечения 6–6 в сечение 7–7 коллектора при ответвлении части потока в питатель I с выходным сечением 13–13; ζ_{13}^{oms} — коэффициент сопротивления (не местного) на ответвление части потока из коллектора в питатель I; l_{I-II} — расстояние между питателями I и II, м; $l_{I-II} = 0,248$ м. Коэффициенты сопротивлений, обусловленных отделением потока из коллектора в питатель, будем подсчитывать по формулам для тройников [14, 112–115]. Коэффициент сопротивления на проход в коллекторе при ответвлении части потока в питатель

$$\zeta_{np} = 0,4 \left(1 - v_{np} / v_k \right)^2 / \left(v_{np} / v_k \right)^2, \quad (11)$$

а коэффициент сопротивления на ответвление части потока в питатель

$$\zeta_{oms} = \left[1 + \tau \left(v_n / v_k \right)^2 \right] / \left(v_n / v_k \right)^2, \quad (12)$$

где v_k и v_{np} — скорости металла в коллекторе до и после ответвления части потока в питатель, м/с; v_n — скорость жидкости в питателе, м/с; τ — коэффици-

ент. Для нашего случая при $S_n / S_k = 0,317$ $\tau = 0,15$ [15]. Коэффициент ζ_{np} получается приведенным к скорости проходящего потока v_{np} , а ζ_{oms} — к скорости в питателе v_n . Как видно, коэффициенты ζ_{np} и ζ_{oms} зависят от неизвестных отношений скоростей v_{np} / v_k и v_n / v_k , точнее, от v_7 / v_6 и v_{13} / v_6 . Введем следующие обозначения: $x = v_{13} / v_{14}, y = S_{13} / S_{14}$. Расход в системе при работе питателей I и II $Q = v_6 S_k = v_{13} S_{13} + v_{14} S_{14} = x v_{14} \cdot y S_{14} + v_{14} S_{14} = v_{14} S_{14} (xy + 1) = v_{14} S_{np(14)}^{(2)}$. Здесь

$S_{np(14)}^{(2)} = (xy + 1) S_n$ — приведенная к скорости v_{14} площадь питателей. Решая (9) и (10) совместно и заменяя v_7 на $v_{14} S_{14} / S_k$, имеем:

$$x = \sqrt{\frac{(\zeta_7 + \lambda l_{I-II} / d_k + \zeta) (S_{14} / S_k)^2 + \zeta_{14} + \lambda l_{14} / d_{14} + 1}{\zeta_{13}^{oms} + \lambda l_{13} / d_{13} + 1}}. \text{ Подставляя известные величины, получаем:}$$

$$x = \sqrt{\frac{0,062969 \zeta_7 + 1,543954}{\zeta_{13}^{oms} + 1,15}}. \quad (13)$$

Предположим, что при работе двух питателей $x = 0,9$, т.е. $v_{13} = 0,9 v_{14}$. $y = S_{13} / S_{14} = 1,264574$. Тогда $S_{np(14)}^{(2)} = 2,138117 S_{14}$, $Q = v_{14} S_{np(14)}^{(2)} = v_6 S_k$, $v_{14} = v_6 S_k / S_{np(14)}^{(2)}$, $v_{13} = 0,9 v_{14} = 0,9 \cdot v_6 S_k / S_{np(14)}^{(2)} = 1,677440 v_6$, а $v_{13} / v_6 = 1,677440$ — это и есть отношение v_n / v_k в зависимости (12). $\frac{v_7}{v_6} = \frac{v_7 S_k}{v_6 S_k} = \frac{v_{14} S_{14}}{v_6 S_k} = 0,467701$ — это v_{np} / v_k в формуле (11). По соотношению (11) находим, что $\zeta_7 = 0,518124$; по (12) $\zeta_{13}^{oms} = 0,505391$. Подставляем найденные значения ζ_7 и ζ_{13}^{oms} в выражение (13) и находим: $x = 0,975905$. А мы задавались $x = 0,9$.

Делаем следующее приближение: $x = 0,975905$. Тогда $v_7 / v_6 = 0,447607$, $\zeta_7 = 0,609206$, $v_{13} / v_6 = 1,740764$, $\zeta_{13}^{oms} = 0,480005$, $x = 0,985263$.

Путем подобных приближений при заданном $x = 0,986479$ получаем $x = 0,9864792$. На этом расчет отношения x можно закончить, так как получившееся значение отличается от заданного всего на $0,0000002$. Принимаем $x = v_{13} / v_{14} = 0,986479$. Приведенная (к скорости v_{14}) площадь питателей при работе 2-х питателей $S_{np(14)}^{(2)} = 2,247476S_{14}$, $v_7 / v_6 = 0,444944$, $\zeta_7 = 0,622479$, $v_{13} / v_6 = 1,749157$, $\zeta_{13}^{oms} = 0,476846$.

УБ для сечений 1–1 и 14–14 при работе двух питателей выглядит так же, как и для одного питателя — это зависимость (1). Однако расход в системе $Q = v_{14}S_{np(14)}^{(2)}$. У нас $S_{np(14)}^{(2)} = 2,247476S_{14}$, $v_{cm} = v_{14}S_{np(14)}^{(2)} / S_{cm}$, $v_5 = v_{14}S_{np(14)}^{(2)} / S_{\kappa}$, $v_7 = v_{14}S_{14} / S_{\kappa}$. И потери напора нужно записать так [см. соотношения (4) и (10)]:

$$h_{1-14(14)}^{(2)} = \alpha \frac{v_{14}^2}{2g} \left[\begin{aligned} & \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \left(\frac{S_{np(14)}^{(2)}}{S_{cm}} \right)^2 + \\ & + \left(\zeta_{\kappa} + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \left(\frac{S_{np(14)}^{(2)}}{S_{\kappa}} \right)^2 + \\ & + \left(\zeta_7 + \lambda \frac{l_{1-II}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \left(\frac{S_{14}}{S_{\kappa}} \right)^2 + \\ & + \zeta_{14} + \lambda \frac{l_{14}}{d_{14}} \end{aligned} \right]. \quad (14)$$

Выражение в квадратных скобках в (14) — это $\zeta_{1-14(14)}^{(2)}$, коэффициент сопротивления ЛС от сечения 1–1 до сечения 14–14, приведенный к скорости металла v_{14} в сечении 14–14 (учитывающий, разумеется, работу обоих питателей). Находим, что $\zeta_{1-14(14)}^{(2)} = 1,165340$, $\mu_{1-14(14)}^{(2)} = 0,679574$, $v_{14} = 1,641661$ м/с, $v_{13} = x \cdot v_{14} = 1,705812$ м/с, $Q_{14} = 87,571818 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $Q_{13} = 109,243755 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $Q^{(2)} = Q_{13} + Q_{14} = 196,815573 \cdot 10^{-6}$ м³/с.

Как видно, при включении второго питателя скорость в дальнем от стояка питателе II выше, чем в ближнем к стояку питателе I, скорость в питателе I упала с 1,970 м/с (при работе только одного питателя I) до 1,706 м/с, расход в системе увеличился в 1,56 раза. А не в 1,79 раза, как следовало ожидать из-за такого увеличения суммарной площади питателей. Это произошло из-за роста скорости жидкости на участке от се-

чения 1–1 до питателя I и увеличения потерь напора.

Аналогично рассчитываем работу ЛС из питателей I и III, II и III. Используем уравнения (9) и (10) с соответствующими поправками. Теоретические и опытные данные приведены в табл. 2. Отношение скоростей $v_{13} / v_{15} = 1,011073$ в литниковой системе из питателей I и III, а $v_{14} / v_{15} = 1,010736$ в системе из питателей II и III. Как видно, скорость жидкости в ближнем к стояку питателе I или II больше, чем в дальнем от стояка питателе III. Считается общепризнанным, что скорость металла в дальнем от стояка питателе всегда больше, чем в ближнем к стояку питателе. Удалось разрушить это представление путем размещения между питателями I и III или II и III соответственно двух или одного местных сопротивлений — поворотов потока на 90°.

Подсчитаем расход в ЛС при работе питателей I, II и III; гидравлическая система разомкнута в сечении 12–12; $v_5 = v_6$, $v_7 = v_8$, $v_9 = v_{10}$, $v_{11} = 0$. Составим УБ для сечений 6–6 и 13–13:

$$\frac{P_6}{\gamma} + \alpha \frac{v_6^2}{2g} = \left(\zeta_{13}^{oms} + \lambda \frac{l_{13}}{d_{13}} + 1 \right) \alpha \frac{v_{13}^2}{2g} + \frac{P_{13}}{\gamma}, \quad (15)$$

для сечений 6–6 и 14–14:

$$\begin{aligned} \frac{P_6}{\gamma} + \alpha \frac{v_6^2}{2g} &= \left(\zeta_7 + \lambda \frac{l_{1-II}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \alpha \frac{v_7^2}{2g} + \\ &+ \left(\zeta_{14}^{oms} + \lambda \frac{l_{14}}{d_{14}} + 1 \right) \alpha \frac{v_{14}^2}{2g} + \frac{P_{14}}{\gamma}, \end{aligned} \quad (16)$$

и для сечений 6–6 и 15–15:

$$\begin{aligned} \frac{P_6}{\gamma} + \alpha \frac{v_6^2}{2g} &= \left(\zeta_7 + \lambda \frac{l_{1-II}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \alpha \frac{v_7^2}{2g} + \\ &+ \left(\zeta_9 + \lambda \frac{l_{1-III}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \alpha \frac{v_9^2}{2g} + \left(\zeta_{15} + \lambda \frac{l_{15}}{d_{15}} + 1 \right) \alpha \frac{v_{15}^2}{2g} + \frac{P_{15}}{\gamma}. \end{aligned} \quad (17)$$

Характеристики ЛС из питателей II и III уже определены: $x_2 = v_{14} / v_{15} = 1,010736$, $S_{np(15)}^{(2)} = 2,318737S_{15}$, $v_9 / v_8 = 0,431269$, $\zeta_9 = 0,695627$, $v_{14} / v_8 = 2,266432$, $\zeta_{14}^{oms} = 0,344677$. Поэтому решаем совместно только уравнения (15) и (17), заменяем v_7 на $v_{15}S_{np(15)}^{(2)} / S_{\kappa}$, v_9 на $v_{15}S_{15} / S_{\kappa}$, и получаем ($x_1 = v_{13} / v_{15}$):

$$x_1 = \sqrt{\frac{(\zeta_7 + \lambda l_{1-II} / d_{\kappa} + \zeta) (S_{np(15)}^{(2)} / S_{\kappa})^2 + (\zeta_9 + \lambda l_{1-III} / d_{\kappa} + \zeta) (S_{15} / S_{\kappa})^2 + \zeta_{15} + \lambda l_{15} / d_{15} + 1}{\zeta_{13}^{oms} + \lambda l_{13} / d_{13} + 1}}.$$

Подставляя известные величины, получаем:

$$x_1 = \sqrt{\frac{0,198880\zeta_7 + 2,218674}{\zeta_{13}^{oms} + 1,164452}}. \quad (18)$$

В этом выражении неизвестны коэффициенты ζ_7 и ζ_{13}^{oms} , зависящие от отношения скоростей v_7/v_6 и v_{13}/v_6 , которые тоже неизвестны. Коэффициенты ζ_7 и ζ_{13} будем находить по соотношениям (11) и (12).

Введём обозначения: $y_1 = S_{13}/S_{15}$, $y_2 = S_{14}/S_{15}$.
Расход в системе $Q = v_6 S_{\kappa} = v_{13} S_{13} + v_{14} S_{14} + v_{15} S_{15} =$
 $= x_1 v_{15} \cdot y_1 S_{15} + x_2 v_{15} \cdot y_2 S_{15} + v_{15} S_{15} =$
 $= v_{15} S_{15} (x_1 y_1 + x_2 y_2 + 1) = v_{15} S_{np(15)}^{(3)}$
Здесь $S_{np(15)}^{(3)} = (x_1 y_1 + x_2 y_2 + 1) S_{15}$ — приведенная к скорости v_{15} площадь питателей.

Таблица 2. – Характеристики литниковой системы при разрыве цепи в сечении 12–12

Показатели	Работающие питатели			
	I, II	I, III	II, III	I, II, III
v_{13}	<u>1,706</u>	<u>1,786</u>		<u>1,474</u>
	<u>1,651</u>	<u>1,729</u>		<u>1,432</u>
$Q_{13} \cdot 10^6$	<u>109,24</u>	<u>114,40</u>		<u>94,40</u>
Q^* , %	<u>105,76</u>	<u>110,73</u>		<u>91,74</u>
	<u>3,3</u>	<u>3,3</u>		<u>2,9</u>
$\zeta_{1-14(14)}$	<u>1,165</u>		–	–
$\mu_{1-14(14)}$	<u>0,680</u>		–	–
	<u>1,729</u>		<u>1,750</u>	<u>1,514</u>
v_{14}	<u>1,702</u>		<u>1,671</u>	<u>1,433</u>
	<u>87,57</u>		<u>88,64</u>	<u>76,66</u>
$Q_{14} \cdot 10^6$	<u>86,18</u>		<u>84,63</u>	<u>72,59</u>
Q^* , %	<u>1,6</u>		<u>4,7</u>	<u>5,6</u>
$\zeta_{1-15(15)}$		<u>1,074</u>	<u>1,159</u>	<u>1,887</u>
$\mu_{1-15(15)}$		<u>0,694</u>	<u>0,681</u>	<u>0,589</u>
		<u>1,767</u>	<u>1,732</u>	<u>1,498</u>
v_{15}		<u>1,778</u>	<u>1,740</u>	<u>1,467</u>
		<u>68,58</u>	<u>67,21</u>	<u>58,13</u>
$Q_{15} \cdot 10^6$		<u>69,03</u>	<u>67,55</u>	<u>56,95</u>
Q^* , %		<u>–0,7</u>	<u>–0,5</u>	<u>2,1</u>
$Q \cdot 10^6$	<u>196,82</u>	<u>182,97</u>	<u>155,85</u>	<u>229,19</u>
	<u>191,94</u>	<u>179,76</u>	<u>152,18</u>	<u>221,27</u>
Q^* , %	<u>2,5</u>	<u>1,8</u>	<u>2,4</u>	<u>3,6</u>

$y_1 = 1,649927$, $y_2 = 1,304729$. Предположим, что $x_1 = v_{13}/v_{15} = 0,9$. Тогда приведенная площадь питателей для трех питателей $S_{np(15)}^{(3)} = 3,803672 S_{15}$. В этом случае $v_6 S_{\kappa} = v_{15} S_{np(15)}^{(3)}$, $v_7 S_{\kappa} = v_{15} S_{np(15)}^{(2)}$, а $v_7/v_6 = 2,318737/3,803672 = 0,609605$. $\frac{v_{13} S_{13}}{v_6 S_{\kappa}} = \frac{0,9 v_{15} \cdot 1,649927 S_{15}}{3,803672 S_{15} v_{15}}$, $v_{13}/v_6 = 1,230257$. Подставляя величину отношения v_7/v_6 в (11), а v_{13}/v_6 в (12), получаем, что $\zeta_7 = 0,164048$, а $\zeta_{13}^{oms} = 0,810706$. При этих значениях ζ_7 и ζ_{13}^{oms} в (18) имеем: $x_1 = 0,965535$.

Это больше 0,9, которым мы задавались в начале расчета. Делаем второе приближение — $x_1 = 0,965535$ — и повторяем расчет. Поступая аналогичным образом, находим, что при заданном $x_1 = 0,984217$ получается по расчету $x_1 = 0,9842172$. Принимаем $x_1 = v_{13}/v_{15} = 0,984217$. Приведенная (к скорости v_{15}) площадь питателей при работе 3-х питателей $S_{np(15)}^{(3)} = 3,942624 S_{15}$, $v_7/v_6 = 0,588120$, $\zeta_7 = 0,104409$, $v_{13}/v_6 = 1,065599$, $\zeta_{13}^{oms} = 0,743576$.

УБ для сечений 1–1 и 15–15 при работе трех питателей выглядит так же, как и для одного или двух

питателей — это зависимость (1). Однако расход в системе $Q = v_{cm} S_{cm} = v_5 S_\kappa = v_6 S_\kappa = v_{15} S_{np(15)}^{(3)}$. У нас $S_{np(15)}^{(3)} = 3,942624 S_{15}$, $S_{np(15)}^{(2)} = 2,318737 S_{15}$, $v_{cm} = v_{15} S_{np(15)}^{(3)} / S_{cm}$, $v_5 = v_{15} S_{np(15)}^{(3)} / S_\kappa$, $v_7 = v_{15} S_{np(15)}^{(2)} / S_\kappa$, $v_9 = v_{15} S_{15} / S_\kappa$. И потери напора будут такими:

$$h_{1-15(15)}^{(3)} = \alpha \frac{v_{15}^2}{2g} \left[\left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \left(\frac{S_{np(15)}^{(3)}}{S_{cm}} \right)^2 + \left(\zeta_\kappa + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_\kappa} + \zeta \right) \left(\frac{S_{np(15)}^{(3)}}{S_\kappa} \right)^2 + \left(\zeta_7 + \lambda \frac{l_{II}}{d_\kappa} + \zeta \right) \left(\frac{S_{np(15)}^{(2)}}{S_\kappa} \right)^2 + \left(\zeta_9 + \lambda \frac{l_{II-III}}{d_\kappa} + \zeta \right) \left(\frac{S_{15}}{S_\kappa} \right)^2 + \zeta_{15} + \lambda \frac{l_{15}}{d_{15}} \right].$$

В квадратных скобках — коэффициент сопротивления $\zeta_{1-15(15)}^{(3)}$ литниковой системы от сечения 1-1 до сечения 15-15, приведенный к скорости металла v_{15} в сечении 15-15. Этот коэффициент учитывает одновременную работу всех трех питателей. Находим: $\zeta_{1-15(15)}^{(3)} = 1,886732$, $\mu_{1-15(15)}^{(3)} = 0,588568$, $v_{15} = 1,497626$ м/с, $v_{14} = 1,010736$ м/с, $v_{13} = 0,984217$ м/с, $Q_{15} = 58,130462 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $Q_{14} = 76,658788 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $Q_{13} = 94,397282 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $Q^{(3)} = Q_{13} + Q_{14} + Q_{15} = 229,186533 \cdot 10^{-6}$ м³/с.

Скорость v_{13} в ближнем к стояку питателе I ниже, а скорость в среднем питателе II выше, чем скорость v_{15} в дальнем от стояка питателе III. Действуют разнонаправленные факторы: наличие между питателями местных сопротивлений (повороты потока на 90°), потери на трение по длине и на изменение напора, уменьшение диаметров питателей, скоростей потока в коллекторе и снижение потерь напора.

Когда питатель II находится в кольце, то потери напора в параллельных трубопроводах 5-6-7-8 и 12-11-10-9 не суммируются, и они равны друг другу. $v_5 = v_6 = v_7 = v_8 = v_9 = v_{10} = v_{11} = v_{12}$. УБ для сечений 1-1 и 14-14 можно записать так:

$$H = \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} + \left(\zeta_{4-5(5)}^\partial + \lambda \frac{l_{cm-II}}{d_\kappa} + 2\zeta \right) \times \alpha \frac{v_5^2}{2g} + \left(\zeta_{14} + \lambda \frac{l_{14}}{d_{14}} + 1 \right) \alpha \frac{v_{14}^2}{2g} \quad (19)$$

Или так:

$$H = \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} + \left(\zeta_{4-12(12)}^\partial + \lambda \frac{l_{cm-II}}{d_\kappa} + 2\zeta \right) \times \alpha \frac{v_{12}^2}{2g} + \left(\zeta_{14} + \lambda \frac{l_{14}}{d_{14}} + 1 \right) \alpha \frac{v_{14}^2}{2g} \quad (20)$$

Здесь $\zeta_{4-5(5)}^\partial$ — коэффициент сопротивления (не местного) на деление потока в стояке в сечении 4-4 между сечениями 5-5 и 12-12, приведенный к скорости металла в сечении 5-5; $\zeta_{4-12(12)}^\partial$ — коэффициент сопротивления (не местного) на деление потока в стояке в сечении 4-4 между сечениями 5-5 и 12-12, приведенный к скорости жидкости в сечении 12-12. Эти коэффициенты определяем по следующему выражению [12, 277]:

$$\zeta^\partial = \left[1 + \phi \left(v_\partial / v \right)^2 \right] / \left(v_\partial / v \right)^2, \quad (21)$$

где ϕ — коэффициент, зависящий от скругления кромок места деления потока; при большом радиусе скругления $\phi = 0,3$; при нулевом радиусе скругления $\phi = 1,5$; для нашей ЛС $\phi = 1,5$; v — скорость жидкости до деления потока, м/с; v_∂ — скорость жидкости в одном из каналов после деления потока, м/с. Чтобы найти отношение v_∂ / v , запишем следующее равенство — $v_{cm} S_{cm} = v_5 S_\kappa + v_{12} S_\kappa = 2v_5 S_\kappa = 2v_{12} S_\kappa = v_{14} S_{14}$, так как $v_5 = v_{12}$. Имеем: $v_5 / v_{cm} = S_{cm} / 2S_\kappa = 1,128278$. Подставив эту величину в (21), получаем: $\zeta_{4-5(5)}^\partial = \zeta_{4-12(12)}^\partial = 2,285540$. $v_{cm} = v_{14} S_{14} / S_{cm}$, $v_5 = v_{14} S_{14} / 2S_\kappa$, и из (19) можно вывести такую формулу:

$$\zeta_{1-14(14)} = \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \left(\frac{S_{14}}{S_{cm}} \right)^2 + \left(\zeta_{4-5(5)}^\partial + \lambda \frac{l_{cm-II}}{d_\kappa} + 2\zeta \right) \left(\frac{S_{14}}{2S_\kappa} \right)^2 + \zeta_{14} + \lambda \frac{l_{14}}{d_{14}}.$$

$\zeta_{1-14(14)} = 0,543003$. По (7), (8) и (3) определяем: $\mu_{1-14(14)} = 0,805039$, $v_{14} = 2,048439$ м/с, $Q_{14} = 103,739487 \cdot 10^{-6}$ м³/с. Замыкание кольца жидкости около питателя II привело к уменьшению коэффициента сопротивления $\zeta_{1-14(14)}$ с 0,659 до 0,543. Стало 2 потока жидкости, скорость в коллекторе упала в 2 раза, потери напора в коллекторе на трение и в местных сопротивлениях уменьшились в 4 раза. А скорость жидкости в питателе II увеличилась с 1,975 до 2,048 м/с (см. табл. 1).

Если питатель I находится в кольце, то потери напора в параллельных трубопроводах 5-6 и 12-11-10-9-8-7 не суммируются, и они равны друг другу. УБ для сечений 4-4 и 13-13 (по пути через сечения 5-5 и 6-6):

$$\frac{P_4}{\gamma} + \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} = \left(\zeta_{4-5(5)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \alpha \frac{v_5^2}{2g} + \left(\zeta_{13} + \lambda \frac{l_{13}}{d_{13}} + 1 \right) \alpha \frac{v_{13}^2}{2g} + \frac{P_{13}}{\gamma}. \quad (22)$$

УБ для сечений 4-4 и 13-13 (через сечения 12-12, 9-9, 7-7)

$$\frac{P_4}{\gamma} + \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} = \left(\zeta_{4-12(12)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-1(12-9-7)}}{d_{\kappa}} + 3\zeta \right) \times \alpha \frac{v_{12}^2}{2g} + \left(\zeta_{13} + \lambda \frac{l_{13}}{d_{13}} + 1 \right) \alpha \frac{v_{13}^2}{2g} + \frac{P_{13}}{\gamma}. \quad (23)$$

Левые части выражений (22) и (23) равны. Приравняем правые части и после преобразований получаем ($z = v_5 / v_{12}$, $l_{cm-1(12-9-7)} = 0,732$ м):

$$z = \sqrt{\frac{\zeta_{4-12(12)}^{\partial} + 4,024931}{\zeta_{4-5(5)}^{\partial} + 1,345387}}. \quad (24)$$

$v_{cm} S_{cm} = v_5 S_{\kappa} + v_{12} S_{\kappa} = z \cdot v_{12} \cdot S_{\kappa} + v_{12} S_{\kappa} = (z+1) v_{12} S_{\kappa}$. Понятно, что $v_5 > v_{16}$, см. формулы (22) и (23). Предположим, что $z = 1,1$. Тогда $v_{12} / v_{cm} = S_{cm} / (z+1) S_{\kappa} = 1,074550$. По (21) находим: $\zeta_{4-12(12)}^{\partial} = 2,366058$.

Так как $v_5 = z v_{12}$, то $v_{12} = v_5 / z$. $v_{cm} S_{cm} = (v_5 + v_{12}) S_{\kappa} = (v_5 + v_5 / z) S_{\kappa} = (1 + 1/z) v_5 S_{\kappa}$. И $v_5 / v_{cm} = S_{cm} / (1 + 1/z) S_{\kappa} = 1,182005$. Определяем по (21): $\zeta_{4-5(5)}^{\partial} = 2,215750$.

Подставляем найденные значения $\zeta_{4-5(5)}^{\partial}$ и $\zeta_{4-12(12)}^{\partial}$ в (24) и получаем: $z = 1,339645$. А мы задавались $y = 1,1$. Делаем следующее приближение — $z = 1,339645$ — и повторяем расчёт. После ряда приближений при заданном $z = 1,393454$ получаем по расчёту $z = 1,393454$. Принимаем $z = v_5 / v_{12} = 1,393454$. При этом $v_5 / v_{cm} = 1,313752$, $\zeta_{4-5(5)}^{\partial} = 2,079393$, $v_{12} / v_{cm} = 0,942803$, $\zeta_{4-12(12)}^{\partial} = 2,625015$, $v_{12} = 0,717641 v_5$.

$v_{cm} = v_{13} S_{13} / S_{cm}$, $v_{cm} S_{cm} = (1 + 1/z) v_5 S_{\kappa} = v_{13} S_{13}$, а $v_5 = v_{13} S_{13} / (1 + 1/z) S_{\kappa}$. Коэффициент сопротивления ЛС от сечения 1-1 до сечения 13-13, приведённый к скорости v_{13} в питателе I, $\zeta_{1-13(13)} = \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \left(\frac{S_{13}}{S_{cm}} \right)^2 + \left(\zeta_{4-5(5)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \times \left(\frac{S_{13}}{(1+1/z) S_{\kappa}} \right)^2 + \zeta_{13} + \lambda \frac{l_{13}}{d_{13}}$.

Подставив известные величины, имеем: $\zeta_{1-13(13)} = 0,609855$, $\mu_{1-13(13)} = 0,788146$, $v_{13} = 2,005456$ м/с, $Q_{13} = 128,433529 \cdot 10^{-6}$ м³/с.

Как видно, замыкание кольца вокруг питателя I привело к уменьшению коэффициента сопротивления $\zeta_{1-13(13)}$ с 0,668 до 0,610, см. табл. 1. Появление параллельного коллектора привело к падению скоростей жидкости в каждой из линий, к снижению потерь на трение и в местных сопротивлениях, что и вызвало уменьшение $\zeta_{1-13(13)}$, рост $\mu_{1-13(13)}$, v_{13} и Q_{13} по сравнению со случаем, когда питатель I работал при разрыве кольца в сечении 12-12.

Работу питателя III в кольце рассчитываем аналогично. Результаты — в табл. 1.

При работе питателей I и II в замкнутой ЛС в рассматриваемом кольце имеются два разных потока: один против часовой стрелки (12-11-10-9), другой — по часовой стрелке (5-6). Предположим, что движение жидкости в сечении 7-7 — слева направо. Потоки встречаются на входе в питатель I в точке A, которая называется *точкой водораздела или нулевой точкой* [10, 240-241]. Мысленно разрезаем наше кольцо по намеченной линии водораздела и получаем сеть, изображенную на рис. 2. Далее по обычным формулам подсчитываем потери напора для линии 1-12-9-13' $h_{1-12-9-13}'$ и для линии 1-5-6-13'' $h_{1-5-6-13}''$. После этого сопоставляем между собой две найденные потери напора. Если $h_{1-12-9-13}' = h_{1-5-6-13}''$, то заключаем, что напоры в точках A' и A'' будут одинаковыми, что и должно быть, поскольку точки A' и A'' представляют собой физически одну точку A. Следовательно, получив указанное равенство, можем утверждать, что мы правильно задались величинами расходов Q_6 , Q_8 и Q_9 . Если указанное равенство не получается, то приходится изменять величины этих расходов, а иногда и переносить точку водораздела, например, в точку входа жидкости в питатель II. При этом обращаемся ко 2-й, 3-й и последующим попыткам, добиваясь того, чтобы приведенное выше равенство было выдержано с нужной точностью.

Составим УБ для сечений 1-1 и 13-13 (для пути через сечения 2-2, 5-5, 6-6):

$$H = \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} + \left(\zeta_{4-5(5)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \times \alpha \frac{v_5^2}{2g} + \left(\zeta_{13} + \lambda \frac{l_{13}}{d_{13}} + 1 \right) \alpha \frac{v_{13}^2}{2g}, \quad (25)$$

и для сечений 1-1 и 14-14 (для пути через сечения 2-2, 12-12, 9-9):

$$H = \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} + \left(\zeta_{4-12(12)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_{\kappa}} + 2\zeta \right) \times \alpha \frac{v_{12}^2}{2g} + \left(\zeta_{14}^{oms} + \lambda \frac{l_{14}}{d_{14}} + 1 \right) \alpha \frac{v_{14}^2}{2g}. \quad (26)$$

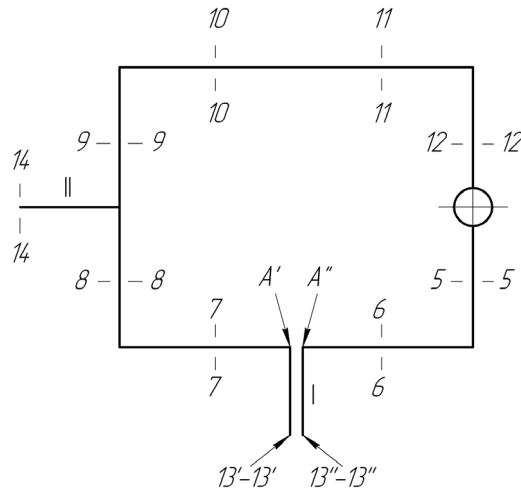


Рис. 2. Схема для расчета литниковой системы с двумя питателями

Запишем очевидные равенства: $Q_8 = v_8 S_{\kappa} = Q_9 - Q_{14} = v_9 S_{\kappa} - v_{14} S_{14}$, $Q_{13} = v_{13} S_{13} = Q_6 + Q_7 = v_6 S_{\kappa} + v_7 S_{\kappa}$. Введём следующие обозначения: $x = v_{13} / v_{14}$, $y = S_{13} / S_{14}$, $z = v_5 / v_{12}$, $w = v_8 / v_9$. $v_3 = v_6$, $v_7 = v_8$, $v_9 = v_{10} = v_{11} = v_{12}$.

Расход жидкости в системе

$$Q = v_{cm} S_{cm} = v_{13} S_{13} + v_{14} S_{14} = xv_{14} \cdot yS_{14} + v_{14} S_{14} = v_{14} S_{14} (xy + 1) = v_{14} S_{np(14)}^{(2)}$$

где $S_{np(14)}^{(2)} = (xy + 1) S_{14}$ — приведенная к скорости v_{14} площадь питателей. Аналогично записываем: $Q = v_{13} S_{13} + v_{14} S_{14} = v_{13} S_{13} + \frac{v_{14} S_{13}}{x} = v_{13} S_{13} (1 + 1/xy) = v_{13} S_{np(13)}^{(2)}$. Здесь $S_{np(13)}^{(2)} = (1 + 1/xy) S_{13}$ — приведенная к скорости v_{13} площадь питателей. А $v_{cm} = v_{13} S_{np(13)}^{(2)} / S_{cm} = v_{14} S_{np(14)}^{(2)} / S_{cm}$. Имеем также: $Q = v_{cm} S_{cm} = (v_5 + v_{12}) S_{\kappa} = (v_5 + v_5/z) S_{\kappa} = v_5 (1 + 1/z) S_{\kappa}$, $\frac{Q_5}{Q} = \frac{v_5 S_{\kappa}}{v_{cm} S_{cm}} = \frac{v_5 S_{\kappa}}{v_{cm} S_{cm}} = \frac{1}{1 + 1/z}$, $v_5 = \frac{v_{cm} S_{cm}}{(1 + 1/z) S_{\kappa}} = \frac{v_{13} S_{np(13)}^{(2)}}{(1 + 1/z) S_{\kappa}} = v_{13} \frac{z S_{np(13)}^{(2)}}{(1 + z) S_{\kappa}}$.

Теперь выражение (25) можно записать так:

$$H = \alpha \frac{v_{13}^2}{2g} \left[\left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \left(\frac{S_{np(13)}^{(2)}}{S_{cm}} \right)^2 + \left(\zeta_{4-5(5)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \times \left[\left(\frac{z S_{np(13)}^{(2)}}{(1 + z) S_{\kappa}} \right)^2 + \zeta_{13} + \lambda \frac{l_{13}}{d_{13}} + 1 \right] \right]$$

Соотношение в квадратных скобках (за исключением “1”) — это $\zeta_{1-13(13)}^{(2)}$, коэффициент сопротивления системы от сечения 1-1 до сечения 13-13, при-

веденный к скорости v_{13} и учитывающий работу обоих питателей (I и II).

$y = 1,264574$. Принимаем (произвольно): $x = 1$, $z = 1,6$, $w = 0,4$. В этом случае $S_{np(13)}^{(2)} = 1,790780 S_{13}$, $S_{np(14)}^{(2)} = 2,264574 S_{14}$. При $w = 0,4$, $\zeta_8 = 0,9$ — по формуле (11). $\frac{Q_{14}}{Q_9} = \frac{v_{14} S_{14}}{v_9 S_{\kappa}} = \frac{Q_9 - Q_8}{Q_9} = 1 - w = 0,6$.

А $\frac{v_{14}}{v_9} = 0,6 \frac{S_{\kappa}}{S_{14}} = 2,391042$. По (12) находим: $\zeta_{14}^{oms} = 0,324914$. $v_5 / v_{cm} = S_{cm} / (1 + 1/z) S_{\kappa} = 1,388649$, $\zeta_{4-5(5)}^{\partial} = 2,018579$ — по зависимости (21). Результаты расчетов: $\zeta_{1-13(13)}^{(2)} = 0,924128$, $\mu_{1-13(13)}^{(2)} = 0,720913$, $v_{13} = 1,834381$ м/с, $Q_{13} = 117,477557 \cdot 10^{-6}$ м³/с.

Для питателя II на пути через сечения 2-2, 12-12, 9-9 действительны следующие соотношения: $Q = v_{cm} S_{cm} = (v_5 + v_{12}) S_{\kappa} = (zv_{12} + v_{12}) S_{\kappa} = v_{12} (z + 1) S_{\kappa}$, $v_{12} / v_{cm} = S_{cm} / (1 + z) S_{\kappa} = 0,867906$. А $\zeta_{4-12(12)}^{\partial} = 2,827562$ — по уравнению (21).

$$v_{12} = v_9 = \frac{v_{cm} S_{cm}}{(1 + z) S_{\kappa}} = \frac{v_{14} S_{np(14)}^{(2)}}{(1 + z) S_{\kappa}}$$

$$\frac{Q_{12}}{Q} = \frac{v_{12} S_{\kappa}}{v_{cm} S_{cm}} = \frac{v_{12} S_{\kappa}}{v_{12} (1 + z) S_{\kappa}} = \frac{1}{1 + z}$$

И формула (26) будет выглядеть так:

$$H = \alpha \frac{v_{14}^2}{2g} \left[\left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \left(\frac{S_{np(14)}^{(2)}}{S_{cm}} \right)^2 + \left(\zeta_{4-12(12)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_{\kappa}} + 2\zeta \right) \times \left[\left(\frac{S_{np(14)}^{(2)}}{(1 + z) S_{\kappa}} \right)^2 + \zeta_{14}^{oms} + \lambda \frac{l_{14}}{d_{14}} + 1 \right] \right]$$

В квадратных скобках (за исключением “1”) — коэффициент сопротивления $\zeta_{1-14(14)}^{(2)}$ системы от сече-

ния 1-1 до сечения 14-14, приведенный к скорости v_{14} и учитывающий работу питателей I и II. Находим: $\zeta_{1-14(14)}^{(2)} = 0,767449$, $\mu_{1-14(14)}^{(2)} = 0,752188$, $v_{14} = 1,913961$ м/с, $Q_{14} = 96,929070 \cdot 10^{-6}$ м³/с.

Расход в системе $Q^{(2)} = Q_{13} + Q_{14} = 214,406627 \cdot 10^{-6}$ м³/с. $v_{cm} = Q/S_{cm} = 0,470799$ м/с.

$Q_5 = Q_6 = Qz/(1+z) = 131,942539 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $v_5 = v_6 = Q_5/S_{\kappa} = 0,653774$ м/с.

$Q_7 = Q_8 = Q_9 - Q_{14} = -14,464982 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $v_7 = v_8 = Q_8/S_{\kappa} = -0,071674$ м/с.

$Q_9 = Q_{12} = Q/(1+z) = 82,464087 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $v_9 = v_{12} = Q_{12}/S_{\kappa} = 0,408609$ м/с.

Отношение $w = v_8/v_9 = -0,175409$. А мы задавались $w = 0,4$. $x = v_{13}/v_{14} = 0,958421$, задавались $x = 1$.

В системе должно быть следующее равенство: $p_6 = p_7$. Проверим это соотношение. Составим УБ для сечений 1-1 и 6-6:

$$H + \frac{p_a}{\gamma} = \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} + \left(\zeta_{4-5(5)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-1} - l_{1-6}}{d_{\kappa}} + \zeta + 1 \right) \alpha \frac{v_6^2}{2g} + \frac{p_6}{\gamma} \quad (27)$$

Здесь l_{1-6} — расстояние от оси питателя I до сечения 6-6, м. $l_{1-6} = 0,06$ м. Заметим, что $p_6 \neq p_a$. Запишем (27) так:

$$H_6 = \frac{p_6 - p_a}{\gamma} = H - \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} - \left(\zeta_{4-5(5)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-1} - l_{1-6}}{d_{\kappa}} + \zeta + 1 \right) \alpha \frac{v_6^2}{2g}$$

Находим, что $H_6 = 0,255482$ м.

Составим УБ для сечений 1-1 и 7-7 (линия 1-12-10-8):

$$H + \frac{p_a}{\gamma} = \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} + \left(\zeta_{4-12(12)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-11}}{d_{\kappa}} + 2\zeta \right) \alpha \frac{v_9^2}{2g} + \left(\zeta_8 + \lambda \frac{l_{1-11} - l_{1-7}}{d_{\kappa}} + \zeta + 1 \right) \alpha \frac{v_7^2}{2g} + \frac{p_7}{\gamma} \quad (28)$$

где l_{1-7} — расстояние от оси питателя I до сечения 7-7 м. $l_{1-7} = 0,06$ м. $p_7 \neq p_a$. Выражение (28) можно представить в следующем виде:

$$H_7 = \frac{p_7 - p_a}{\gamma} = H - \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} - \left(\zeta_{4-12(12)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-11}}{d_{\kappa}} + 2\zeta \right) \alpha \frac{v_9^2}{2g} + \left(\zeta_8 + \lambda \frac{l_{1-11} - l_{1-7}}{d_{\kappa}} + \zeta + 1 \right)$$

Все величины здесь известны, и $H_7 = 0,304773$ м.

Напор H_7 в сечении 7-7 больше напора H_6 в сечении 6-6 на 0,049291 м. Задаемся следующими величинами: $x = 1$, $z = 1,3$, $w = 0,2$. Получаем по расчету: $Q = 216,680749 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $x = 0,966519$, $w = -0,034994$, $H_6 = 0,267479$ м, $H_7 = 0,293182$ м, $H_6 - H_7 = -0,025703$ м.

При $x = 1$, $z = 1$, $w = 0,2$ определяем: $x = 1,006432$, $w = 0,119993$, $H_6 - H_7 = 0,009452$ м.

Методом последовательных приближений находим, что при заданных $x = 0,97909238$, $w = 0,05959436$ и $z = 1,104755$ по расчету $x = 0,979092387$, $w = 0,0595943598$. $H_6 - H_7 = 3,18 \cdot 10^{-7}$ м. На этом определение отношений скоростей жидкости можно закончить, так заданные значения x и w отличаются от рассчитанных на величину, меньшую 10^{-6} . Находим, что $\zeta_{1-13(13)}^{(2)} = 0,835852$, $\mu_{1-13(13)}^{(2)} = 0,738042$, $v_{13} = 1,877966$ м/с, $Q_{13} = 120,268823 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $\zeta_{1-14(14)}^{(2)} = 0,759888$, $\mu_{1-14(14)}^{(2)} = 0,753802$, $v_{14} = 1,918068$ м/с, $Q_{14} = 97,137065 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $Q^{(2)} = Q_{13} + Q_{14} = 217,405888 \cdot 10^{-6}$ м³/с.

По-видимому, разность напоров $H_7 - H_6$ можно привести к любой наперед заданной бесконечно малой величине. Понятно, что разность напоров в 10^{-7} м бессмысленна. Нужно было убедиться в работоспособности предлагаемой методики расчета ЛС.

При работе питателей I и II в кольце по сравнению с их работой в ЛС, разомкнутой в сечении 12-12, расход жидкости выше на 10,5%. Опять же из-за появления в системе второго коллектора.

Работу питателей II и III, I и III в кольце рассчитываем аналогично. Результаты — в табл. 3.

При работе питателей I, II и III в кольце в питатель I поступает жидкость из сечения 6-6 (не вся), в питатель III — из сечения 11-11 (не вся), в питатель II — из сечений 8-8 и 9-9. $v_5 = v_6$, $v_7 = v_8$, $v_9 = v_{10}$, $v_{11} = v_{12}$. Составим УБ для сечений 1-1 и 13-13 (для пути через сечения 2-2, 5-5, 6-6):

$$H = \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} + \left(\zeta_{4-5(5)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \times \alpha \frac{v_5^2}{2g} + \left(\zeta_{13}^{oms} + \lambda \frac{l_{13}}{d_{13}} + 1 \right) \alpha \frac{v_{13}^2}{2g}, \quad (29)$$

для сечений 1-1 и 15-15 (для пути через сечения 2-2, 12-12, 11-11):

$$H = \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} + \left(\zeta_{4-12(12)} + \lambda \frac{l_{cm-III}}{d_k} + \zeta \right) \times \alpha \frac{v_{12}^2}{2g} + \left(\zeta_{15}^{oms} + \lambda \frac{l_{15}}{d_{15}} + 1 \right) \alpha \frac{v_{15}^2}{2g}, \quad (30)$$

$$H = \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} + \left(\zeta_{4-5(5)} + \lambda \frac{l_{cm-I}}{d_k} + \zeta \right) \alpha \frac{v_5^2}{2g} + \left(\zeta_7 + \lambda \frac{l_{II}}{d_k} + \zeta \right) \alpha \frac{v_7^2}{2g} + \left(\zeta_{14} + \lambda \frac{l_{14}}{d_{14}} + 1 \right) \alpha \frac{v_{14}^2}{2g}. \quad (31)$$

и для сечений 1-1 и 14-14 (для пути через сечения 2-2, 5-5, 8-8):

Таблица 3. – Характеристики литниковой системы в замкнутой гидравлической цепи

Показатели	Работающие питатели			
	I, II	I, III	II, III	I, II, III
$\zeta_{1-13(13)}$	0,836	0,738		1,041
$\mu_{1-13(13)}$	0,738	0,759		0,700
v_{13}	$\frac{1,878}{1,852}$	$\frac{1,930}{1,932}$		$\frac{1,781}{1,736}$
$Q_{13} \cdot 10^6$	$\frac{120,27}{118,58}$	$\frac{123,61}{123,75}$		$\frac{114,06}{111,18}$
$Q^*, \%$	1,4	-0,1		2,6
$\zeta_{1-14(14)}$	0,760		0,682	1,123
$\mu_{1-14(14)}$	0,754		0,771	0,686
v_{14}	$\frac{1,918}{1,870}$		$\frac{1,962}{1,970}$	$\frac{1,747}{1,787}$
$Q_{14} \cdot 10^6$	$\frac{97,14}{94,68}$		$\frac{99,36}{99,76}$	$\frac{88,45}{90,50}$
$Q^*, \%$	2,6		-0,4	-2,3
$\zeta_{1-15(15)}$		0,626	0,581	0,972
$\mu_{1-15(15)}$		0,784	0,795	0,712
v_{15}		$\frac{1,996}{1,950}$	$\frac{2,024}{1,960}$	$\frac{1,812}{1,774}$
$Q_{15} \cdot 10^6$		$\frac{77,46}{75,70}$	$\frac{78,54}{76,07}$	$\frac{70,32}{68,86}$
$Q^*, \%$		2,3	3,2	2,1
$Q \cdot 10^6$	$\frac{217,41}{213,26}$	$\frac{201,07}{199,45}$	$\frac{177,90}{175,84}$	$\frac{272,83}{270,55}$
$Q^*, \%$	1,9	0,8	1,2	0,8

Введем следующие обозначения: $x_1 = v_{13} / v_{14}$, $x_2 = v_{15} / v_{14}$, $y_1 = S_{13} / S_{14}$, $y_2 = S_{15} / S_{14}$, $z = Q_5 / Q_{12} = v_5 / v_{12}$, $w_1 = Q_7 / Q_6 = v_7 / v_6$, $w_2 = Q_{10} / Q_{11} = v_{10} / v_{11}$.
Имеем также: $v_{15} = x_2 v_{14} = x_2 \frac{v_{13}}{x_1}$, $v_{13} = x_1 v_{14} = x_1 \frac{v_{15}}{x_2}$,
 $S_{15} = y_2 S_{14} = y_2 \frac{S_{13}}{y_1}$, $S_{13} = y_1 S_{14} = y_1 \frac{S_{15}}{y_2}$.

Расход в системе при работе трех питателей

$$Q = v_{cm} S_{cm} = v_5 S_k + v_{12} S_k = v_{13} S_{13} + v_{14} S_{14} + v_{15} S_{15} = v_{13} S_{13} + \frac{v_{13}}{x_1} \frac{S_{13}}{y_1} + x_2 \frac{v_{13}}{x_1} y_2 \frac{S_{13}}{y_1} = v_{13} S_{13} \frac{x_1 y_1 + 1 + x_2 y_2}{x_1 y_1} = v_{13} S_{np(13)}^{(3)}$$

Здесь $S_{np(13)}^{(3)} = \frac{x_1 y_1 + 1 + x_2 y_2}{x_1 y_1} S_{13}$ — приведенная к скорости v_{13} площадь питателей.

Найдем приведенную к скорости v_{14} площадь питателей $S_{np(14)}^{(3)}$:

$$Q = v_{13}S_{13} + v_{14}S_{14} + v_{15}S_{15} = x_1v_{14} \cdot y_1S_{14} + v_{14}S_{14} + x_2v_{14} \cdot y_2S_{14} = v_{14}S_{14} (x_1y_1 + 1 + x_2y_2) = v_{14}S_{np(14)}^{(3)},$$

где $S_{np(14)}^{(3)} = (x_1y_1 + 1 + x_2y_2)S_{14}$ — приведенная к скорости v_{14} площадь питателей.

$$Q = v_{13}S_{13} + v_{14}S_{14} + v_{15}S_{15} = x_1 \frac{v_{15}}{x_2} y_1 \frac{S_{15}}{y_2} + \frac{v_{15}}{x_2} \frac{S_{15}}{y_2} + v_{15}S_{15} = v_{15}S_{15} \frac{x_1y_1 + 1 + x_2y_2}{x_2y_2} = v_{15}S_{np(15)}^{(3)}.$$

Здесь

$$S_{np(15)}^{(3)} = \frac{x_1y_1 + 1 + x_2y_2}{x_2y_2} S_{15} \text{ — приведенная к скорости } v_{15} \text{ площадь питателей.}$$

рости v_{15} площадь питателей.

$$v_{cm} = v_{13}S_{np(13)}^{(3)} / S_{cm} = v_{14}S_{np(14)}^{(3)} / S_{cm} = v_{15}S_{np(15)}^{(3)} / S_{cm}.$$

Запишем очевидные равенства:

$$Q_7 = v_7S_{\kappa} = Q_6 - Q_{13} = v_6S_{\kappa} - v_{13}S_{13},$$

$$Q_{14} = v_{14}S_{14} = Q_8 + Q_9 = v_8S_{\kappa} + v_9S_{\kappa},$$

$$Q_{10} = v_{10}S_{\kappa} = Q_{11} - Q_{15} = v_{11}S_{\kappa} - v_{15}S_{15}.$$

$$Q = v_{cm}S_{cm} = (v_5 + v_{12})S_{\kappa} =$$

$$= (v_5 + v_5/z)S_{\kappa} = v_5(1 + 1/z)S_{\kappa},$$

$$\frac{Q_5}{Q} = \frac{v_5S_{\kappa}}{v_{cm}S_{cm}} = \frac{v_5S_{\kappa}}{v_5(1 + 1/z)S_{\kappa}} = \frac{1}{1 + 1/z},$$

$$v_5 = \frac{v_{cm}S_{cm}}{(1 + 1/z)S_{\kappa}} = \frac{v_{13}S_{np(13)}^{(3)}}{(1 + 1/z)S_{\kappa}} = v_{13} \frac{zS_{np(13)}^{(3)}}{(1 + z)S_{\kappa}} =$$

$$= v_{14} \frac{zS_{np(14)}^{(3)}}{(1 + z)S_{\kappa}} = v_{15} \frac{zS_{np(15)}^{(3)}}{(1 + z)S_{\kappa}}.$$

Теперь уравнение (29) можно представить в следующем виде:

$$H = \alpha \frac{v_{13}^2}{2g} \left[\left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \left(\frac{S_{np(13)}^{(3)}}{S_{cm}} \right)^2 + \left(\zeta_{4-5(5)}^{\delta} + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \times \left[\left(\frac{zS_{np(13)}^{(3)}}{(1 + z)S_{\kappa}} \right)^2 + \zeta_{13}^{oms} + \lambda \frac{l_{13}}{d_{13}} + 1 \right] \right].$$

Выражение в квадратных скобках (за исключением “1”) — это $\zeta_{1-13(13)}^{(3)}$, коэффициент сопротивления системы от сечения 1–1 до сечения 13–13, приведенный к скорости v_{13} и учитывающий работу всех трех питателей.

$y_1 = 1,264574$, $y_2 = 0,766442$. Принимаем (произвольно): $x_1 = 1$, $x_2 = 1$, $z = 1,6$, $w_1 = 0,4$, $w_2 = 0,4$.

В этом случае $S_{np(13)}^{(3)} = 2,396867S_{13}$, $S_{np(14)}^{(3)} = 3,031017S_{14}$, $S_{np(15)}^{(3)} = 3,954657S_{15}$. При $w_1 = 0,4$, $\zeta_7 = 0,9$ — по формуле (11). $\frac{Q_{13}}{Q_6} = \frac{v_{13}S_{13}}{v_6S_{\kappa}} = \frac{Q_6 - Q_7}{Q_6} = 1 - w_1 = 0,6$. А $\frac{v_{13}}{v_6} = 0,6 \frac{S_{\kappa}}{S_{13}} = 1,890788$. По (12) находим: $\zeta_{13}^{oms} = 0,429714$.

$$v_5 / v_{cm} = S_{cm} / (1 + 1/z)S_{\kappa} = 1,388649,$$

$$\zeta_{4-5(5)}^{\delta} = 2,018579 \text{ — по зависимости (21).}$$

Результаты расчетов: $\zeta_{1-13(13)}^{(3)} = 1,368179$, $\mu_{1-13(13)}^{(3)} = 0,649820$, $v_{13} = 1,653481$ м/с, $Q_{13} = 105,892356 \cdot 10^{-6}$ м³/с.

Для питателя III на пути через сечения 2–2, 12–12, 11–11 действуют следующие соотношения: $Q = v_{cm}S_{cm} = (v_5 + v_{12})S_{\kappa} = (zv_{12} + v_{12})S_{\kappa} = v_{12}(z + 1)S_{\kappa}$, $v_{12} / v_{cm} = S_{cm} / (z + 1)S_{\kappa} = 0,867906$.

А $\zeta_{4-12(12)}^{\delta} = 2,827562$ — по уравнению (21). При $w_2 = 0,4$, $\zeta_{10} = 0,9$ — по формуле (11). $\frac{Q_{15}}{Q_{11}} = \frac{v_{15}S_{15}}{v_{11}S_{\kappa}} = \frac{Q_{11} - Q_{10}}{Q_{11}} = 1 - w_2 = 0,6$. $\frac{v_{15}}{v_{11}} = 0,6 \frac{S_{\kappa}}{S_{15}} = 3,119663$. По (12) находим: $\zeta_{15}^{oms} = 0,252751$.

$$v_{12} = v_{11} = \frac{v_{cm}S_{cm}}{(1 + z)S_{\kappa}} = \frac{v_{15}S_{np(15)}^{(3)}}{(1 + z)S_{\kappa}} \cdot \frac{Q_{12}}{Q} = \frac{v_{12}S_{\kappa}}{v_{cm}S_{cm}} = \frac{v_{12}S_{\kappa}}{v_{12}(1 + z)S_{\kappa}} = \frac{1}{1 + z}.$$

И зависимость (30) будет выглядеть так:

$$H = \alpha \frac{v_{15}^2}{2g} \left[\left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \left(\frac{S_{np(15)}^{(3)}}{S_{cm}} \right)^2 + \left(\zeta_{4-12(12)}^{\delta} + \lambda \frac{l_{cm-III}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \times \left[\left(\frac{S_{np(15)}^{(3)}}{(1 + z)S_{\kappa}} \right)^2 + \zeta_{15}^{oms} + \lambda \frac{l_{15}}{d_{15}} + 1 \right] \right].$$

В квадратных скобках (за исключением “1”) — коэффициент сопротивления $\zeta_{1-15(15)}^{(3)}$ системы от сечения 1–1 до сечения 15–15, приведенный к скорости v_{15} . Находим: $\zeta_{1-15(15)}^{(3)} = 0,811355$, $\mu_{1-15(15)}^{(3)} = 0,743016$, $v_{15} = 1,890622$ м/с, $Q_{15} = 73,384650 \cdot 10^{-6}$ м³/с.

А соотношение (31) запишется следующим образом:

$$H = \alpha \frac{v_{14}^2}{2g} \left[\left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \left(\frac{S_{np(14)}^{(3)}}{S_{cm}} \right)^2 + \left(\zeta_{4-5(5)}^{\delta} + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \left(\frac{zS_{np(14)}^{(3)}}{(1 + z)S_{\kappa}} \right)^2 + \left(\zeta_7 + \lambda \frac{l_{1-II}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \left(w_1 \frac{zS_{np(14)}^{(3)}}{(1 + z)S_{\kappa}} \right)^2 + \zeta_{14} + \lambda \frac{l_{14}}{d_{14}} + 1 \right].$$

Выражение в квадратных скобках (за исключением "1") — коэффициент сопротивления $\zeta_{1-14(14)}^{(3)}$ системы от сечения 1-1 до сечения 14-14, приведенный к скорости v_{14} . Находим: $\zeta_{1-14(14)}^{(3)} = 1,326302$, $\mu_{1-14(14)}^{(3)} = 0,655642$, $v_{14} = 1,668297$ м/с, $Q_{14} = 84,487875 \cdot 10^{-6}$ м³/с. Расход в системе $Q^{(3)} = Q_{13} + Q_{14} + Q_{15} = 263,764881 \cdot 10^{-6}$ м³/с. Скорость жидкости в стояке $v_{cm} = Q/S_{cm} = 0,579181$ м/с, $Q_5 = Q_6 = Q_z / (1+z) = 162,316850 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $v_5 = v_6 = Q_5/S_{\kappa} = 0,804279$ м/с, $Q_7 = Q_8 = Q_5 - Q_{13} = 56,424494 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $v_7 = v_8 = Q_7/S_{\kappa} = 0,279583$ м/с, $Q_9 = Q_{10} = Q_{12} - Q_{15} = 28,063381 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $v_9 = v_{10} = Q_{10}/S_{\kappa} = 0,139054$ м/с, $Q_{11} = Q_{12} = Q / (1+z) = 101,448031 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $v_{11} = v_{12} = Q_{12}/S_{\kappa} = 0,502674$ м/с.

Отношения скоростей: $x_1 = v_{13}/v_{14} = 0,991119$, $x_2 = v_{15}/v_{14} = 1,133264$, $w_1 = v_7/v_6 = 0,347619$, $w_2 = v_{10}/v_{11} = 0,276628$. А мы задавались $x_1 = 1$, $x_2 = 1$, $w_1 = 0,4$, $w_2 = 0,4$.

В системе должно быть следующее равенство: $p_9 = p_8$. Проверим это соотношение. Составим УБ для сечений 1-1 и 8-8:

$$H + \frac{p_a}{\gamma} = \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} + \left(\zeta_{4-5(5)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \times \alpha \frac{v_5^2}{2g} + \left(\zeta_7 + \lambda \frac{l_{II} - l_{II-8}}{d_{\kappa}} + \zeta + 1 \right) \alpha \frac{v_8^2}{2g} + \frac{p_8}{\gamma}. \quad (32)$$

Здесь l_{II-8} — расстояние от оси питателя II до сечения 8-8, м. $l_{II-8} = 0,06$ м. Заметим, что $p_8 \neq p_a$. Запишем (32) так:

$$H_8 = \frac{p_8 - p_a}{\gamma} = H - \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} - \left(\zeta_{4-5(5)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-1}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \alpha \frac{v_5^2}{2g} - \left(\zeta_7 + \lambda \frac{l_{II} - l_{II-8}}{d_{\kappa}} + \zeta + 1 \right) \alpha \frac{v_8^2}{2g}.$$

Находим, что $H_8 = 0,218729$ м.

Составим УБ для сечений 1-1 и 9-9 (линия 1-12-10):

$$H + \frac{p_a}{\gamma} = \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} + \left(\zeta_{4-12(12)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-III}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \alpha \frac{v_{12}^2}{2g} + \left(\zeta_{10} + \lambda \frac{l_{II-III} - l_{II-9}}{d_{\kappa}} + \zeta + 1 \right) \alpha \frac{v_9^2}{2g} + \frac{p_9}{\gamma}. \quad (33)$$

Здесь l_{II-9} — расстояние от оси питателя II до сечения 9-9, м. $l_{II-9} = 0,06$ м. $p_9 \neq p_a$. Представим (33) в следующем виде:

$$H_9 = \frac{p_9 - p_a}{\gamma} = H - \left(\zeta_{cm} + \lambda \frac{l_{cm}}{d_{cm}} \right) \alpha \frac{v_{cm}^2}{2g} - \left(\zeta_{4-12(12)}^{\partial} + \lambda \frac{l_{cm-III}}{d_{\kappa}} + \zeta \right) \alpha \frac{v_{12}^2}{2g} - \left(\zeta_{10} + \lambda \frac{l_{II-III} - l_{II-9}}{d_{\kappa}} + \zeta + 1 \right) \alpha \frac{v_9^2}{g}.$$

Определяем: $H_9 = 0,291958$ м.

Напор H_9 в сечении 9-9 больше напора H_8 в сечении 8-8 на $0,073229$ м. Методом последовательных приближений находим, что при заданных $x_1 = 1,01972388$, $x_2 = 1,03731726$, $w_1 = 0,18062221$, $w_2 = 0,473754429$ и $z = 1,04169386$ по расчету $x_1 = 1,01972386$, $x_2 = 1,037317258$, $w_1 = 0,18062222$, $w_2 = 0,473754426$, $H_8 - H_9 = 8,08 \cdot 10^{-9}$ м. На этом определение отношений скоростей жидкости можно закончить, так заданные значения x_1 , x_2 , w_1 и w_2 отличаются от рассчитанных на величину, меньшую 10^{-7} . Находим, что $\zeta_{1-13(13)}^{(3)} = 1,041189$, $\mu_{1-13(13)}^{(3)} = 0,699936$, $v_{13} = 1,781004$ м/с, $Q_{13} = 114,059171 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $\zeta_{1-14(14)}^{(3)} = 1,122504$, $\mu_{1-14(14)}^{(3)} = 0,686398$, $v_{14} = 1,746555$ м/с, $Q_{14} = 88,451096 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $\zeta_{1-15(15)}^{(3)} = 0,972537$, $\mu_{1-15(15)}^{(3)} = 0,712012$, $v_{15} = 1,811732$ м/с, $Q_{15} = 70,322513 \cdot 10^{-6}$ м³/с, $Q^{(3)} = Q_{13} + Q_{14} + Q_{15} = 272,832779 \cdot 10^{-6}$ м³/с. Расход в системе из питателей I, II и III, находящихся в кольце, на 19,0% больше по сравнению с системой из этих же питателей с разрывом гидравлической цепи в сечении 12-12 — из-за работы параллельного коллектора (см. табл. 3).

Результаты исследования и их обсуждение

Опытные данные отличаются от расчетных на величину от -2,4% до +3,6%, см. табл. 1-3. И только в 2-х случаях из 32 разница составляет 4,7 и 5,6%. Отличия небольшие, и какие-то выводы делать сложно. В целом можно считать, что получено хорошее соответствие опытных и расчетных данных. И уравнение Бернулли, выведенное для частного случая — для системы с одним питателем, работает и в кольцевой литниковой системе с разным количеством питателей различных диаметров, причем в один из питателей жидкость подходит с двух сторон.

Отличие экспериментальных данных от теоретических невелико и даже ставит под сомнение результаты работы. Хотя это отмечалось и при исследованиях L-образной, разветвленной, комбинированной, кре-

стовинной и ярусной литниковых систем. Но ошибок ни в расчетах, ни в постановке экспериментов, ни в обработке опытных данных не было найдено.

О методике расчета. УБ “перемалывает” все таким образом, что разность давлений справа и слева от нулевой точки в одном из питателей стремится к нулю только при определенных значениях других величин. Попытки сделать его равным 0 только за счет какого-то одного фактора предпринимались, однако остальные факторы — заданные в начале и получившиеся в результате расчета — становились неприемлемо разными. Нужно менять все влияющие на работу ЛС факторы.

Здесь потребовалось рассчитывать приведенные площади всех питателей, например, $S_{np(13)}^{(3)}$, $S_{np(14)}^{(3)}$ и $S_{np(15)}^{(3)}$ при работе питателей I–III. В L-образной, разветвленной, комбинированной и крестовинной ЛС можно было находить приведенную площадь питателей только для скорости жидкости в одном из питателей, удобно это делать для дальнего от стояка питателя.

Из-за малых отличий экспериментальных данных от теоретических возникает мысль о порочном круге, когда в расчетах используются данные, полученные в своих же опытах. Действительно, коэффициенты сопротивлений на поворот в коллекторе на 90° и из коллектора в питатель и изменение площадей сечений потока до и после поворота находились для этой же ЛС. Однако порочного круга нет. Во-первых, в экспериментах по определению этого коэффициента *при работе только одного питателя* (не было деления потока) использовалась не новая, а известная зависимость — уравнение Бернулли. Во-вторых, для определения указанного коэффициента проводились независимые опыты. И — главное — коэффициенты сопротивлений в гидравлике расчету не поддаются, а определяются экспериментально. Только сопротивление резкого расширения потока, а также — с некоторыми допущениями — сопротивление резкого сужения и сопротивление поворота на 90° без изменения площадей сечений до и после поворота подсчитываются теоретически. А наши главные сопротивления — поворот в коллекторе на 90° и поворот из коллектора в питатель с изменением площадей сечений до и после поворота — находятся только опытным путем. Как и коэффициент потерь на трение λ . Коэффициенты сопротивлений на деление потока, подсчитываемые по (21), и на проход и на ответвление части потока, определяемые по (11) и (12), тоже получены путем обработки результатов опытов. Раз гидравлика — расчетно-экспериментальная наука, то,

как бы этого ни хотелось, придется использовать в теоретических исследованиях опытные данные. Но надо помнить слова Е. Вигнера: «... Насколько мы можем доверять численному совпадению между теорией и экспериментом как показателю правильности теории... Нам в принципе неизвестно, почему наши теории «работают» так хорошо. Их точность может еще не свидетельствовать об их правильности и непротиворечивости» [16, 197].

Независимо от количества работающих питателей уравнение Бернулли выглядит одинаково — это выражение (1). Или можно записать УБ для сечения I–I и любого сечения ЛС, или двух любых сечений, хотя расходы жидкости в этих сечениях могут отличаться во много раз. То есть мы *используем уравнение Бернулли для сечений потока с разными расходами* и, как это ни удивительно, эксперименты подтверждают данное, казалось бы, абсурдное допущение. За счет этого стал возможным расчет ЛС. Безо всяких дополнительных принципов. Только очевидное: $Q = \sum_{i=1}^n Q_i$, где Q_i — расход жидкости в i -том питателе. В любом сечении гидравлической системы действует H в виде суммы скоростного и пьезометрического напоров и потерь напора.

В расчетах учитываются, кроме 2-х обычных гидравлических потерь — на трение по длине и в местных сопротивлениях, — потери на изменение напора, подсчитываемые по соотношениям (11), (12) и (21). Возможность суммирования потерь на изменение напора с потерями на трение по длине и в местных сопротивлениях теоретически не обоснована. Однако пока не получено экспериментальных данных, противоречащих данному допущению.

В заключение заметим, что питатели “знают” друг о друге, так как включение или выключение хотя бы одного питателя приводит к перестройке работы всей гидравлической системы (см. табл. 2 и 3). Причем экспериментально процесс истечения жидкости устанавливается очень быстро, за 3–5 с, даже при резком “перекосе” в системе, когда работают, например, питатели I и II. По-видимому, здесь происходит нечто такое, что ещё предстоит понять.

Таким образом, впервые теоретически и экспериментально исследована кольцевая литниковая система с определением скоростей и расходов жидкости в каждом питателе и во всей системе, причем питатели имеют разные площади поперечных сечений, а в один из питателей жидкость поступает с двух сторон. При расчёте такой гидравлической системы с изменяющимся расходом жидкости использовали

уравнение Бернулли, хотя оно получено в теории и проверено на практике для потока жидкости с постоянным расходом, т. е. для ЛС с одним питателем. Расчет основывается на получении заданной разни-

цы давлений около нулевой точки в одном из питателей методом последовательных приближений. Получено хорошее соответствие опытных и расчетных данных.

Список литературы:

1. Васенин В. И. Особенности расчета расхода металла в литниковых системах//Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 1988. – № 1. – С. 103–106.
2. Васенин В. И. Исследование L-образной литниковой системы//Литейное производство. – 2011. – № 8. – С. 32–35.
3. Васенин В. И. Расчет расхода металла в разветвленной литниковой системе//Литейное производство. – 2007. – № 4. – С. 5–8.
4. Васенин В. И., Щелконогов М. Ю. Исследование разветвленной литниковой системы//Литейное производство. – 2010. – № 8. – С. 17–20.
5. Васенин В. И., Богомягков А. В., Шаров К. В. Исследование L-образной и комбинированной литниковых систем//Вестник ПГТУ. Машиностроение, материаловедение. – 2011. – Том 13. – № 2. – С. 85–102.
6. Vasenin V. I., Bogomyagkov A. V., Sharov K. V. Research of cross gating system//Science and Education: materials of the III international research and practice conference, vol. I. – Munich: Vela-Verlag, 2013. – P. 194–205.
7. Vasenin V. I., Bogomyagkov A. V., Sharov K. V. Research of cross gating system with feeders of variable crosssection//2nd International conference on the political, technological, economic and social processes. – London: Scieuro, 2013. – P. 55–81.
8. Vasenin V. I., Bogomyagkov A. V., Sharov K. V. Investigation into a storey shaped gating system//Eastern European Scientific Journal. – 2014. – № 4. – P. 122–137.
9. Vasenin V. I., Bogomyagkov A. V., Sharov K. V. Investigation into a storey shaped gating system with feeders of variable crosssection//Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2014. – № 4. – P. 25–36.
10. Чугаев Р. Р. Гидравлика. – М.: изд-во “Бастет”, 2008. – 672 с.
11. Токарев Ж. В. К вопросу о гидравлическом сопротивлении отдельных элементов незамкнутых литниковых систем//Улучшение технологии изготовления отливок. – Свердловск: изд-во Уральского политехнического института, 1966. – С. 32–40.
12. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.
13. Васенин В. И., Васенин Д. В., Богомягков А. В., Шаров К. В. Исследование местных сопротивлений литниковой системы//Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. – 2012. – Т. 14. – № 2. – С. 46–53.
14. Меерович И. Г., Мучник Г. Ф. Гидродинамика коллекторных систем. – М.: Наука, 1986. – 144 с.
15. Васенин В. И., Богомягков А. В., Шаров К. В. Исследования L-образных литниковых систем//Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. – 2012. – Т. 14. – № 4. – С. 108–122.
16. Вигнер Е. Этюды о симметрии. – М.: Мир, 1971. – 320 с.

*Kaminskij Andrij, Lviv State University
of Life Safety, Lviv, Ukraine Postgraduate student
E-mail: stupn@i.ua*

Improving the efficiency of individual high-rise fire-rescue devices with kinetic energy dissipators

Abstract: The method of people evacuation is examined at fires in buildings of heights with the use of devices with the automatic adjusting speed of lowering load. Different structural charts over of individual facilities of rescues are brought, their advantages and failings are analysed, perspective directions of constructing of such devices are specified.

Keywords: individual fire-rescue device, automatic speed regulator lowering, personal rescue equipment, dynamic dissipative element, hydraulic clutch.

Problem. The problem of the first fire rescue arriving on the scene of actio, is gaining relevance in connection with the growth of the construction of new buildings and structures of high-rise buildings, aging fire extinguishing systems and evacuation aggrieved persons in existing buildings, roads and congestion entrance ways, inability to installation of heavy equipment near many high-rise projects. Also important is eliminating self-served aggrieved persons and other aspects related to the imperfection of regional programs and plans of buildings, building standards and the need for improvements respective points of fire safety.

Thus, it is necessary to consider two directions to solve this problem: improving the methods and means of rescue aggrieved persons of the fire using existing high-rise rescue equipment; development of new ways of tall rescue devices, the use of modern methods for efficient rescue of people of their testing, testing in fire departments. Also individual devices, which are based on the recovery or kinematic energy dissipation man who falls for emergency lowering people from tall buildings should be developed and implemented. The feasibility of using such funds due to inability to use fire ladders, mainly due to the complexity of the entrance to a fire or limited height and elevation angle. Therefore, research on study options and technical solutions to create customized high-rise fire- rescue devices more efficient than existing ones, are still relevant for improving the effectiveness of fire- rescue.

Among all these famous designs of fire-rescue devices noteworthy thing in common — the use of life saving equipment designs using the principle of recovery or dissipation of energy (mechanical, hydraulic, electrical) for uniform lowering [1, 2, 3]. However, discussed above systems have serious disadvantage. All dissipation energy is converted into heat and maximum power dissipation is 5–6 kW [4]. Estimating this value, you can make a number of observations: firstly, evaluating the overall mass parameters analogue targeted to this power, it becomes clear inability to use them to create a light and compact personal rescue equipment. Mainly in the world for this purpose using mechanical and hydraulic devices. Second, the amount of heat released during the rescue of people, places severe demands on heat, especially during long-term continuous use, which is possible in the case of organized evacuation of people's savior. Thirdly, the viscosity of the working fluid depends from temperature. Therefore, you should use a fluid with minimal dependence of the dynamic viscosity from temperature. These disadvantages are eliminated in a

constructive scheme rescue device using hydrodynamic coupling as dynamic dissipative element mechanical energy load that falls.

Research Methodology. The design of the automatic speed regulator lowering, known as Boisse-Sard regulator, is proposed. Lowering drives the hydraulic brakes. The moment of the force is proportional braking speed. For a design is similar to the brake damper suspension of the car. Movement of cargo weighing 100 kg stabilized at velocity of 5 m/sec in some parameters. Moreover, the lowering speed is not constant, it varies relatively constant average value. The reason is based on the speed brakes since lowering — it is sinusoidal function [5]. In addition, all the energy lowering is converted into heat, which creates serious problems both with heating mechanism, so a drop in the viscosity of the liquid, i. e. with increasing speed lowering. Therefore, these mechanisms are not widespread

Figure 1 presents the structural and hydraulic design scheme dissipative element energy load that falls [6]. The prototype mechanism is a fluid coupling one of the impellers which are real [5]. The design consists of a dissipative element real case (3), which is rigidly fixed to the turbine wheel (1), which is located on a stationary shaft (5). Inside the case, coaxially to the turbine wheel placed impeller centrifugal pump (2), which is connected to a shaft driven and has the ability to spin with this shaft. Pump impellers and turbine blades have a direct bearing. Inside the shell filled with hydraulic fluid. Pump (2) transmits the work load and transfers it to the fluid supply kinetic energy and pressure energy. Liquid with this amount of energy fed to the turbine blades (1) converting this energy into mechanical work on the body — jet time. Coming out of the turbine blades, the fluid again falls on the shoulder of the pump and set dissipative element closed circulation towards the pump — turbine — pump, etc. In addition, because of the high relative speed of the pump wheel and turbine wheel dissipative element will develop considerable torque of viscous friction, i. e. the resulting point will have two components — circulation, which does not depend on the viscosity of the liquid and part of the forces of friction.

Dynamic brake is different from conventional fluid coupling that in both hydraulic shafts moving, rotating and that the pump and turbine, and the turbine brake is fixed, rotating a pump. In this paper, a fluid coupling mode — fixed turbine, is found only in the initial moment of inclusion fluid coupling, and further, under the influence of fluid kinetic energy and pressure energy

to the blades, the turbine spins up almost to the speed of the pump (difference of speeds — 2–4%), which leads to feature hydraulic application — smooth acceleration of large masses limit torsional vibrations, shocks and sudden accelerations. When overloaded turbine briefly slow downs and accelerations up to speed pump.

Hydraulic with fixed turbine that runs on itself, we call dynamic dissipative power mechanism or dynamic brake. Braking torque is proportional to the rotational speed of the shaft. It is clear that the shaft there may be only one — driving or input as turbine is integrated with the real case.

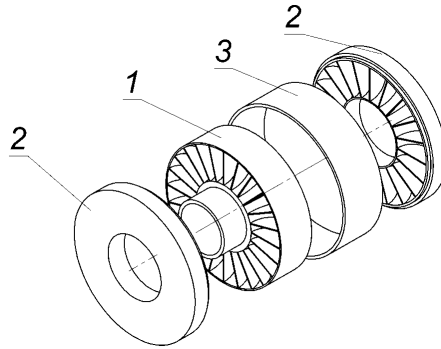


Fig. 1. Structural design scheme dissipative element energy load that falls

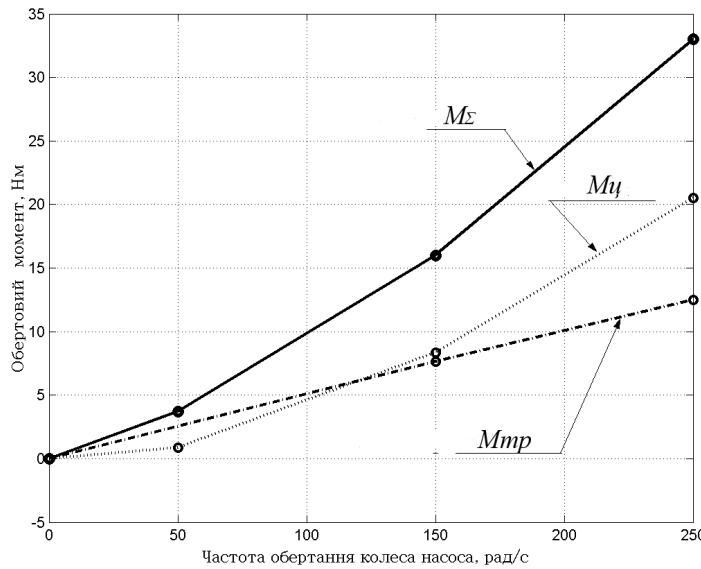


Fig. 2. The dependence of the torque device from the speed wheel pump

Investigation of braking torque from the rotational speed of the input shaft (Fig. 2) described by the equations:

$$(I + MR^2) \frac{d^2\phi}{dt^2} = MgR - (0.0003\omega^2 + 0.0673\omega - 0.1106) \quad (1)$$

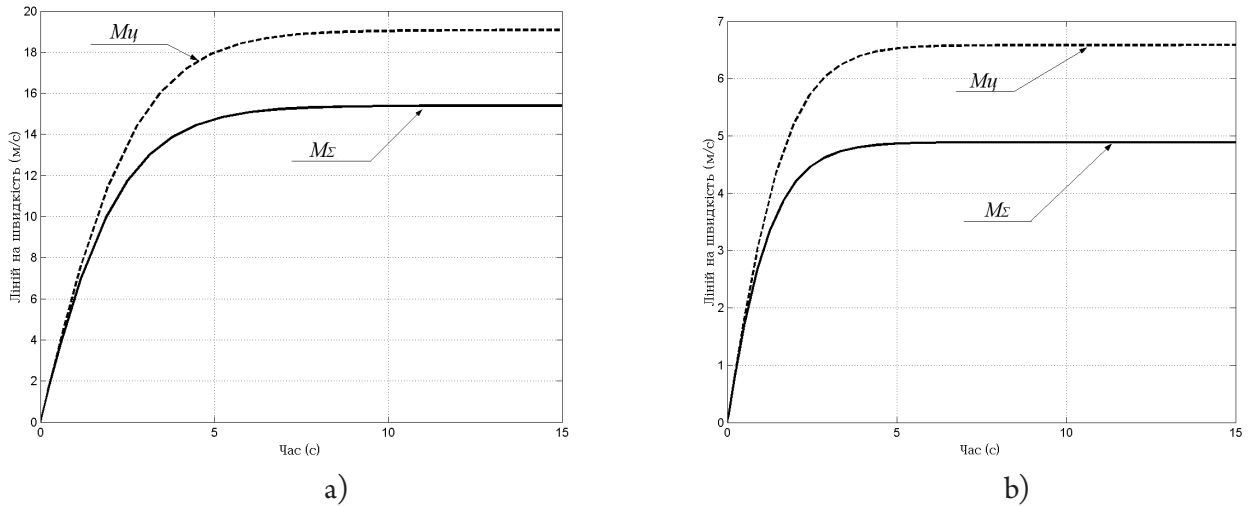
$$(I + MR^2) \frac{d^2\phi}{dt^2} = MgR - (0.0003\omega^2 + 0.0141\omega - 0.1759) \quad (2)$$

As can be seen from the analysis of equations (1) — (2), the moment of the forces of viscous friction has a linear dependence, and the moment of action of centrifugal forces — parabolic. That is, with increasing speed of rotation of the wheel hydraulic circulation pump component of the braking torque takes an increasing share of the total braking torque. This component is independent of viscous forces. That is, the use of a fluid coupling as an

automatic speed regulator lowering, has several advantages: only part of the energy is converted into heat load; the rest of the moment (circulation) does not depend on the viscosity of the liquid; work mechanism is smooth character, devoid of jerks the rope.

Gears (multiplier) is added into the mechanism and place it between the shaft and the drum shaft hydraulic pump. This will increase the speed of rotation of the wheel hydraulic pump speed relative rotation of the drum — an increase braking torque and thus lowering speed control.

The graph (Fig. 3) shows the rate lowering with $i = 1$ $M = 100$ kg $V = 15.5$ m/sec at a total braking torque, and $V = 19$ m/sec at the loss of viscosity. Increasing the rotation speed doubled (input and multiplier — $i = 0.5$) we obtain the lower rate, namely $V = 5$ m/sec at a total braking torque, and $V = 6.5$ m/sec when overheated.

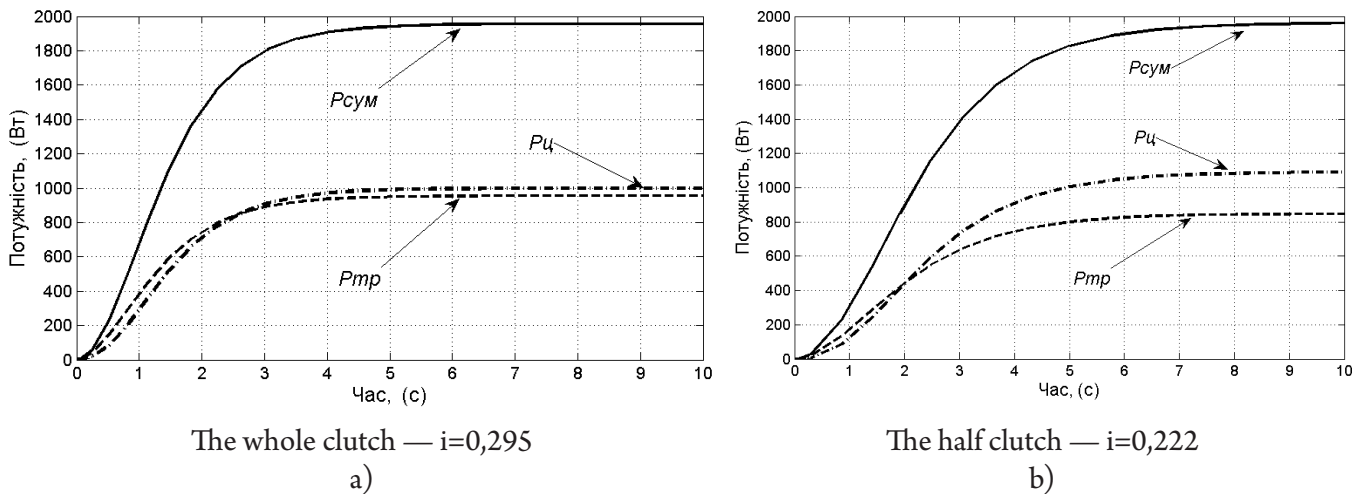

 Fig.3. Rate lowering with $i = 1$ (a) and $i=0.5$ (b) ($M = 100$ kg)

That is, changing the gear ratio of the gear can be installed belated rate lowering in fact dear hydraulic parameters. The main limiting criterion would still heating design. When attaching the shaft pump fan (blowing) area can be reduced by half, and therefore significantly reduce the mass and dimensions parameters design.

The results of thermal calculation rescue device in its continuous operation is shown in Fig.4. Without blowing case fan required area of the case is:

$$A = \frac{P_t}{(t_p - t_c)K} = \frac{1000}{(90 - 40) \times 13} = 1.54 \text{ m}^2 \quad (3)$$

where: P_t — power that is converted into heat in the device, W; K — coefficient of heat transfer, $K = (9 \dots 17) \text{ W}/(\text{m}^2 \times ^\circ\text{C})$ depending on the speed of the air flowing around the transfer case; A — area of the cooling surface of the body, m^2 ; t_c — temperature of the environment in which it operates rescue device. When airflow through the fan $K = (25 \dots 30) \text{ W}/(\text{m}^2 \times ^\circ\text{C})$.


 The whole clutch — $i=0,295$

a)

 The half clutch — $i=0,222$

b)

Fig.4. Dependence of hydraulic power from time of its work

So this points to the need of adding stiffeners to design a rescue device. Basically this area and is the starting value for the hydraulic design.

The design of fixing on the pump shaft fan area can be reduced by half, and therefore significantly reduce the mass and dimensions parameters of the device. Figure 4 presents research capacity device. Figure 4 (b) would have removed half of the hydraulic pump rotor. Therefore, the speed of rotation of the pump must be increased. In the first case, $i = 0.295$, and the second $i = 0.222$, so the heat output from the forces of viscous friction is reduced and the capacity of the circulation time of action — increases.

This is because increasing the rotational speed of the pump as a result of its circulation component braking torque.

The influence of injured person mass to the speed of its descent is shown in Fig.5. The unit is set so that the mass of 100 kg affected its speed will be 2 m/sec. Then increase the weight to 140 kg victim lead to increased speeds of up to 2.5 m/sec, a reduction of up to 60 kg — 1.4 m/sec, which by itself is not critical. Lowering the victim weighing 100 kg at a temperature of working fluid 20°C with a speed of 2 m/sec with increasing temperature up to 100°C lead to increased speed of 3 m/sec which is not critical amount.

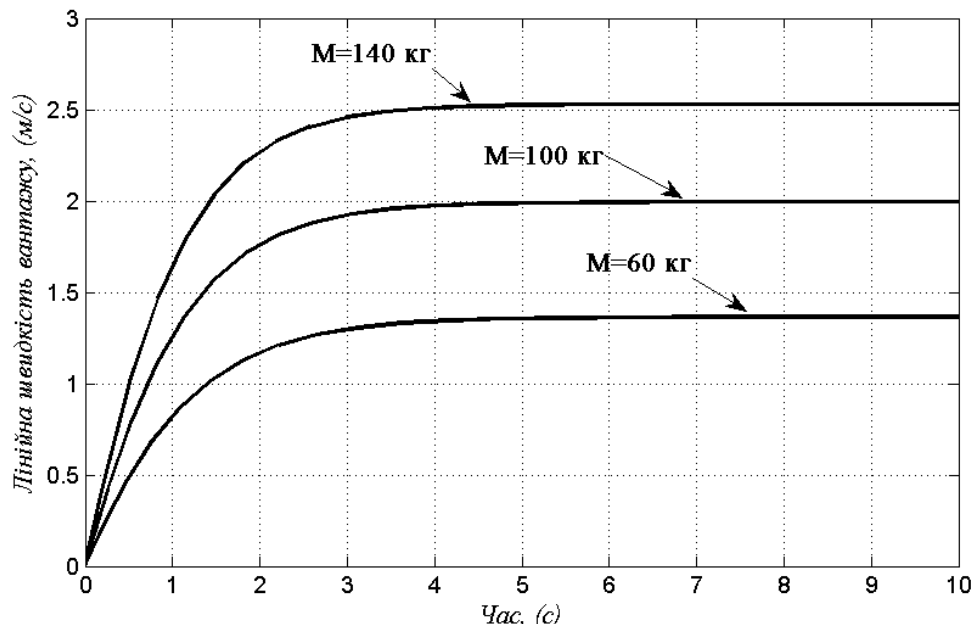


Fig.5. Effects of injured person mass from the speed of its descent.

Conclusions. Thus, we can conclude that the design of individual high-rise fire-rescue device with dysypatoramy kinetic energy is an effective and reliable means of rescuing people from buildings high-rise buildings

References:

1. Устройство для аварийного спуска людей с высотных зданий. Пат 2265465 Россия, МПКА 62 В 1/10 ОАО «З-д им. В. А. Дегтярева», Клопов Н. В. № 2004126575/12; Заявл. 01.09.2004; Опубл. 10.12.2005
2. Канат для спасения с постоянной скоростью. Constant velocity cable lowering device: Заявка 2394214 Великобритания, МПК А 62 В 1/00, 35/00. Williams David Hume. № 02239432; Заявл. 15. 10 2002; Опубл. 21. 04. 2004; НПК В8 М.
3. Персональная система эвакуации с высотных зданий (США). Egress: personal building evacuation system. Clothier David Elevator World, – 2005, Vol.53, № 3, p. 63–64
4. Rocard Y. Dynamique generale des vibrations. Paris: Masson, 1949. – 179 p.
5. Гавриленко Б. А., Минин В. А., Рождественский С. Н. Гидравлический привод. М.: «Машиностроение», 1968, – 502 с.
6. Семерак М. М., Камінський А. В. Вибір та обґрунтування конструктивної схеми автоматичного регулятора швидкості індивідуального пожежно-рятувального пристрою. Львів: Вісник ЛДУ БЖД № 1, 2007. – С. 121–130.

*Filatov Vladimir Viktorovich,
5th course student at the Faculty of Construction and Mechanics,
Moscow State Automobile and Road Technical University (MADI)
E-mail: 2vfilatov@gmail.ru*

Optimization of parametres of the smoothness running of the perspective bus line of modular build with unified suspension assembly

Abstract: In the article the description of the principle of a modularity of a vehicle design is given. The research method of motion smoothness of buses of a perspective modular design is considered, the technique of creation of mathematical solid-state model of the vehicle is described by means of CAD “SolidWorks Motion” and the solution of a task on optimization of parameters of motion smoothness.

Keywords: principle of a modularity, motion smoothness, CAD, SolidWorks Motion.

Филатов Владимир Викторович,
Студент 5 курса Конструкторско-механического факультета,
Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)
E-mail: 2vfilatov@gmail.ru

Оптимизация параметров плавности хода перспективного семейства автобусов модульной конструкции с унифицированными узлами подвески

Аннотация: В статье дается описание принципа модульности конструкции наземного транспортного средства. Рассмотрен способ исследования плавности хода семейства автобусов перспективной модульной конструкции, описана методика создания математической твердотельной модели транспортного средства средствами САПР «SolidWorksMotion» и решения задачи по оптимизации параметров плавности хода.

Ключевые слова: принцип модульности, плавность хода, САПР, SolidWorksMotion.

Главным преимуществом модульной компоновки является возможность создать транспортное средство в зависимости от его назначения, устанавливая на унифицированную раму группу модулей.

Модули несут различную функциональную нагрузку, например, силовые модули, грузовые модули (платформы для транспортировки грузов), транспортные модули, модули управления (Рис. 1). Таким образом, спроектировав унифицированную ходовую часть для установки модулей, мы получаем возможность создания целого семейства транспорт-

ных средств различного класса, назначения в зависимости от компоновки, построенного на единых взаимозаменяемых узлах и агрегатах. В настоящее время принцип широко применяется в мировом автомобилестроении.

В качестве примера приведем концерн VolkswagenGroup, инженеры которого разработали универсальную модульную платформу MQB (Рис. 2) в 2011 году. Архитектура этой платформы основана на принципе изменяемых и унифицированных габаритных размеров.

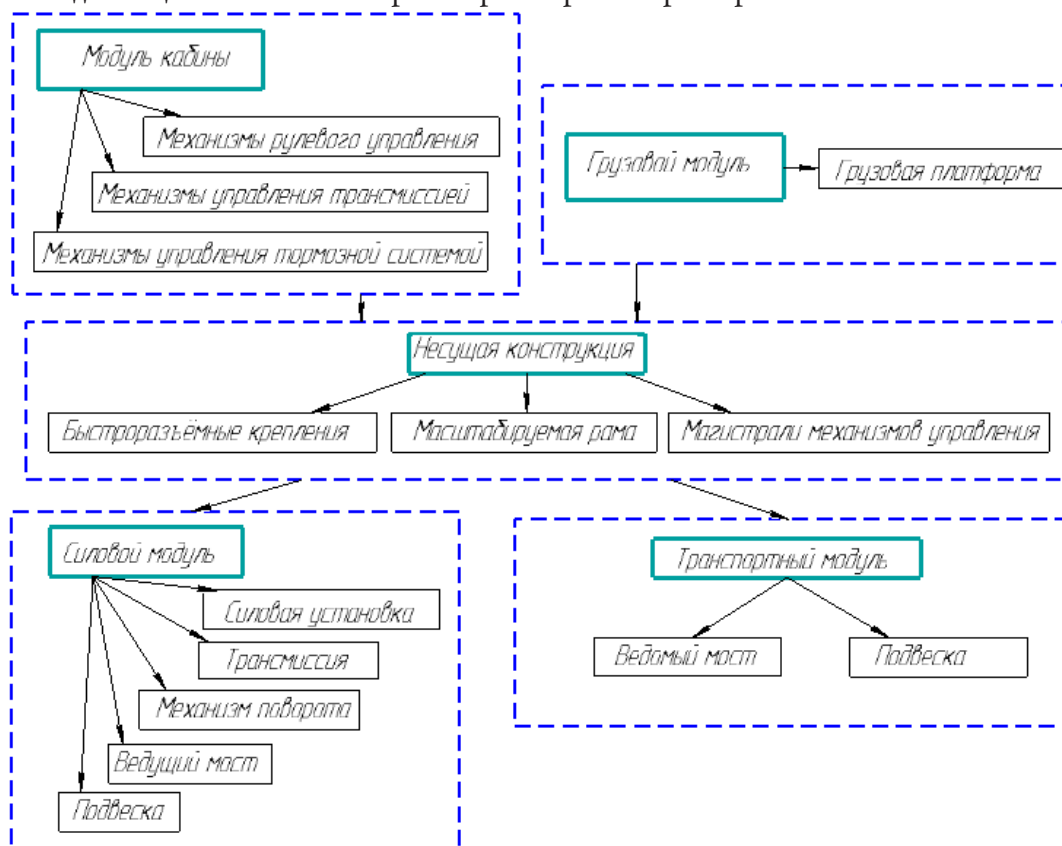


Рис. 1. Вариант иерархического построения конструкции модульного грузового транспортного средства

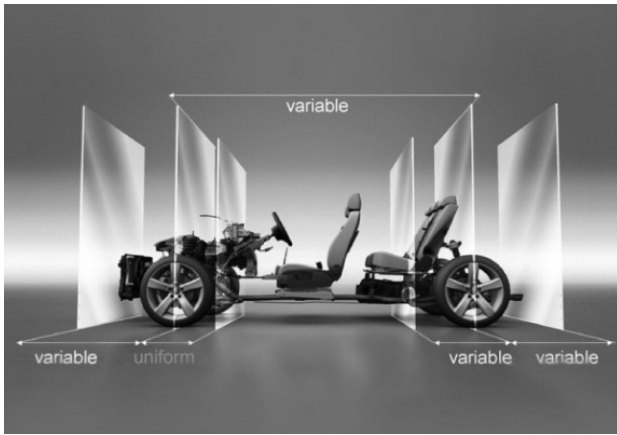


Рис. 2 Модульная платформа MQB

Изменяемыми являются расстояние от педали газа до переднего моста, унифицированными размерами — размеры колесной базы, свесов, колеи и колес. Стыкуемые модули различных размеров, на базе одной платформы можно собрать автомобили различного класса и типа. Сближение конструкции двигателей и унификация их расположения позволили добиться полной взаимозаменяемости различных моторно-трансмиссионных установок. На базе этой платформы создано множество моделей концерна, таких, как Volkswagen Polo, Beetle, Golf, Jetta, Scirocco, Passat, Tiguan, Audi A3, Skoda Octavia, Seat Leon.

В Советском Союзе в конце 80-х годов велись разработки прототипов магистральных тягачей нового



Рис. 3. Фото прототипа МАЗ 2000 «Перестройка» (экземпляр № 1)

поколения. Самым примечательным среди них был проект генерального конструктора «ОАО МАЗ» Михаила Степановича Высоцкого (10.02.1928–25.02.2013) МАЗ 2000 «Перестройка» (Рис. 3).

В передней части автомобиля располагался блок, состоящий из двигателя, коробки передач, переднего ведущего моста с подвеской и рулевого управления. Задняя же часть могла собираться из независимых модулей. Таким образом, имелась возможность изменения длины и грузоподъемности магистрального автопоезда путём добавления нескольких грузовых блоков. К сожалению, прототип в серию не пошел, но идея осталась, актуальность ее применения в современном процессе создания транспортных средств высока.

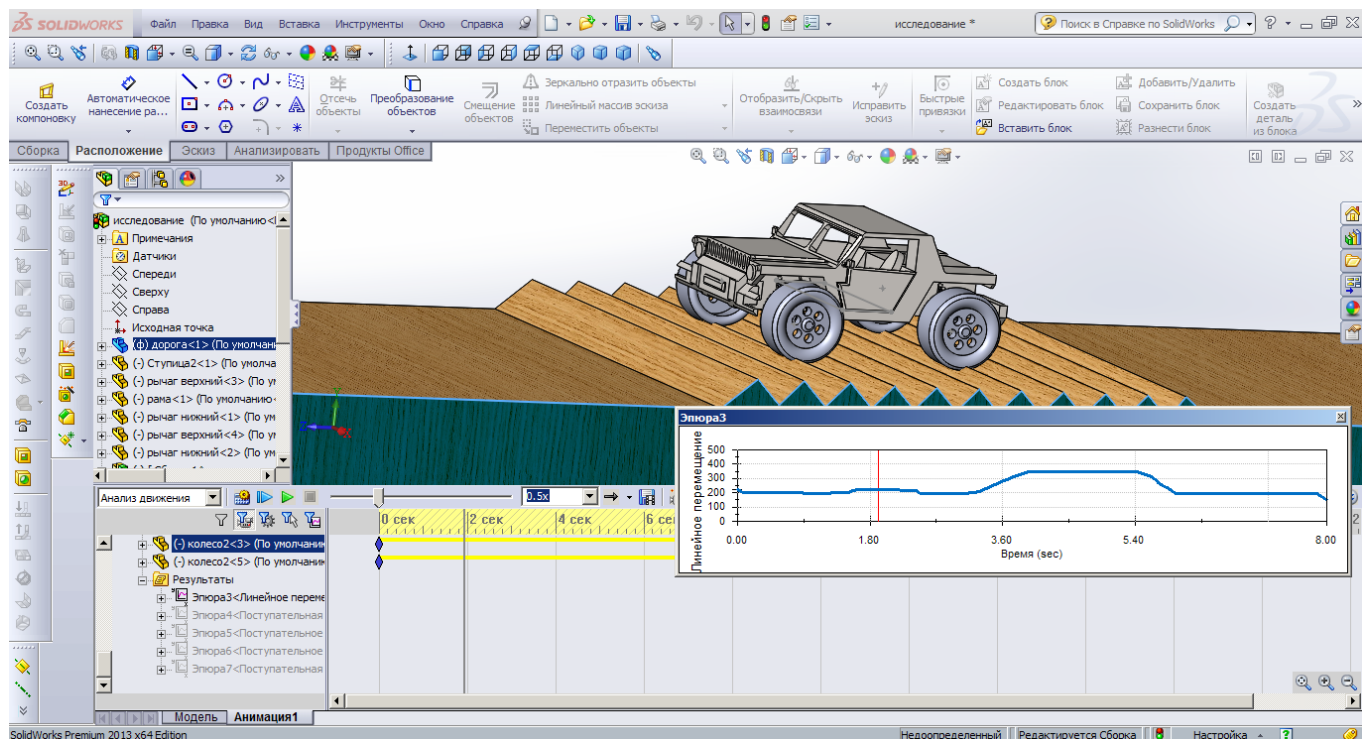


Рис. 4. Математическая модель движения транспортного средства по неровностям в SolidWorksMotion

САПР SolidWorksMotion.

SolidWorksMotion (COSMOSMotion) — модуль, позволяющий проводить кинематическое и динамическое исследование математических моделей различного уровня сложности. В данной работе исследуется кинематика и динамика транспортного средства (автобуса). Целью SolidWorksMotion является анализ движения механизмов. Данный функциональный модуль имитирует движение расчетной модели, базируясь на созданной 3D сборке. Добавление использует уровни «Движение сборки» и «Физическое моделирование», являющиеся базовыми для конфигурации SolidWorksStandard. После проведения расчета формируются эпюры перемещений, скоростей, ускорений и прочих параметров каждой из точек 3D-модели.

Операции преобразования 3D сборки в расчетную модель:

- Основная часть расчетной модели создается в SolidWorksStandard. Соединения Motion представляют собой сопряжения в SolidWorks.
- В дополнение к сопряжениям можно задать коэффициенты трения и параметры взаимодействия «трещащих» деталей.
- Сопряжения (применительно к анализу) могут быть заменены податливыми втулками, обладающими заданной жесткостью и демпфирующими свойствами.
- В интерфейсе сопряжений SolidWorks также определяются грани, воспринимающие усилия, с целью последующего использования результатов динамического анализа в Simulation.
- Модуль Motion допускает расчет на модели, в которой отсутствует твердотельная информация. В этом случае используются компоновочные эскизы, созданные в контексте сборки. Для выполнения динамического анализа соответствующим блокам должны быть присвоены массово-инерционные характеристики.

Методика проведения исследования движения математической модели транспортного средства.

Рассмотрим методику проведения исследования движения на примере математической модели переднеприводного автомобиля 4x2.

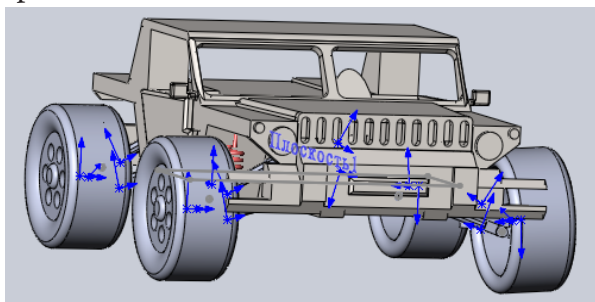


Рис. 5. Твердотельная 3D-модель багги (4x2)

Первым этапом исследования является построение 3D сборки транспортного средства (Рис. 5).

Исследуемый тип подвески — рычажная независимая (Рис. 6). Данная модель состоит из 17 элементов.

Были спроектированы детали: колесо, рычаг подвески верхний, рычаг подвески нижний, ступицы колес (левая и правая), несущий кузов. Каждой детали присвоена соответствующая масса. Далее детали объединялись в сборку, накладывались соответствующие сопряжения.

Вторым этапом является проектирование трассы. Создается деталь, представляющая собой трассу с препятствиями различной конфигурации (Рис. 7). В данном случае, модель содержит два препятствия, условно названные, как «Выступы» и «Подъем-спуск». При испытании математической модели автобусов используются искусственные неровности типа «Лежащий полицейский», спроектированные в соответствии с ГОСТ Р 52605–2006.

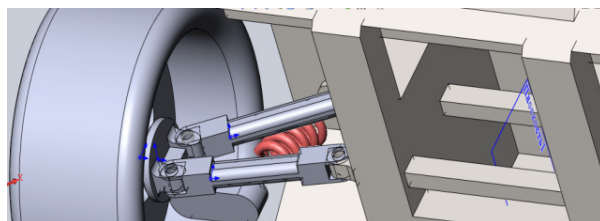


Рис. 6. Конструкция подвески рассматриваемой модели

На третьем этапе трасса и автомобиль объединяются в сборку, задаются соответствующие сопряжения. С помощью добавления SolidWorksMotion создаем исследование. Движение — прямолинейное, равномерное. Тип исследования — анализ движения. Задается симуляция 3D контакта каждого из колес автомобиля и дороги соответствующей командой SolidWorksMotion. Скольжением пренебрегаем, установив значение коэффициента трения в положение «Липкий» в параметрах 3Dконтакта. Теперь необходимо задать упругие, демпфирующие элементы и двигателя.



Рис. 7. Общий вид испытательной трассы

Для этого, на панели инструментов выбираем соответствующие элементы и устанавливаем на модель.

На четвертом этапе задаем точку на уровне головы водителя, где необходимо замерить вертикальные перемещения, скорости и ускорения для оценки перегрузки водителя во время преодоления препятствий.

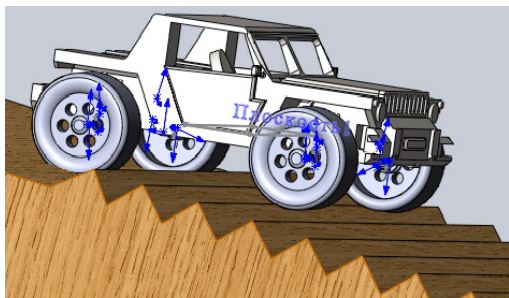


Рис. 8. Въезд на препятствие «выступы»

Запускаем расчет. Во вкладке «Результаты» можно отобразить необходимые эпюры в заданной точке и сделать вывод о плавности хода модели. Верти-

кальные ускорения в точке, соответствующей голове водителя, при заданной скорости движения должны быть меньше 1,0 g. Если условие выполняется, то плавность хода удовлетворительна.

По данным графиков (Рис. 9) можно судить об эффективности работы систем поддресоривания и, путем варьирования характеристик направляющих, упругих и демпфирующих элементов, а также положения центра тяжести, и геометрических характеристик самой модели (база, колея, передний и задний свес) добиться оптимального результата по плавности хода модели.

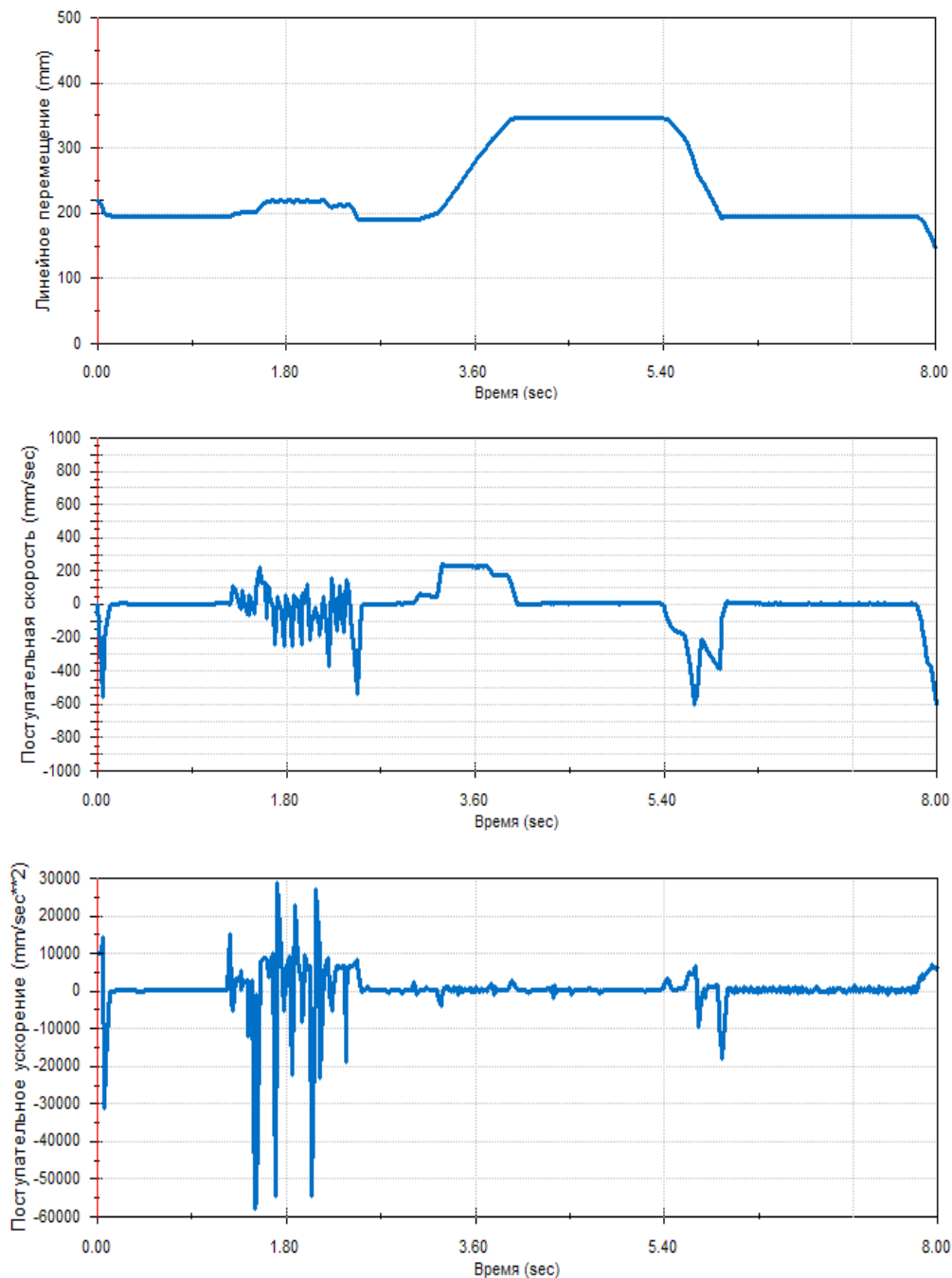


Рис. 9. Эпюры вертикального перемещения, скорости и ускорения в исследуемой точке (уровень головы водителя)

Математическая модель заднего и переднего мостов в сборе.

В качестве прототипа моделирования была выбрана зависимая автобусная пневмобаллонная подвеска автобуса Scania (Рис. 11), потому что такая конструкция нашла широкое применение среди низкопольных современных автобусов.

Пневмоподвески широко применяются на городских и междугородных автобусах, причем спереди пневмоэлементы являются составной частью как зависимых, так и независимых по кинематике подвесок.

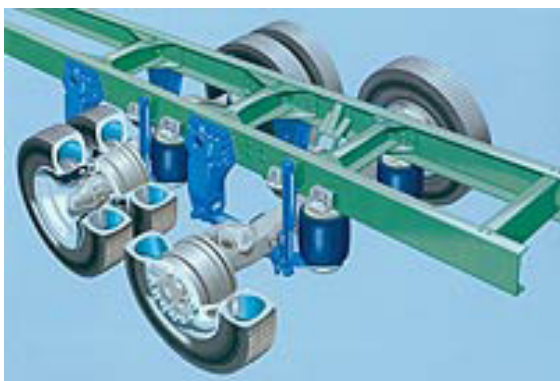


Рис. 11. Пневматическая зависимая подвеска Scania.

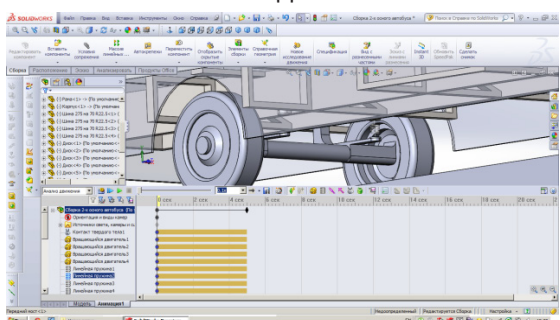


Рис. 12. Передний мост.

Пневмоподвеска легче рессорной, обеспечивает более высокую плавность хода и дает возможность регулировать расстояние от пола кузова до поверхности дороги. Это особенно важно для грузовых автомобилей, где необходимо облегчить процесс погрузки-разгрузки автомобиля у пандусов, складских помещений и т.п. Пневматическая подвеска автобусов обеспечивает постоянство уровня пола вне зависимости от количества пассажиров, что увеличивает комфорт и безопасность при их посадке и высадке. Конструкция пневматических подвесок некоторых автобусов дает возможность дополнительно понижать уровень пола на остановках.

Различают два типа пневматических упругих элементов:

— с переменной эффективной площадью, зависящей от перемещения опорных фланцев элемента

(обычно резино-кордные);

— поршневого типа, у которых в процессе деформации эффективная площадь остается постоянной.

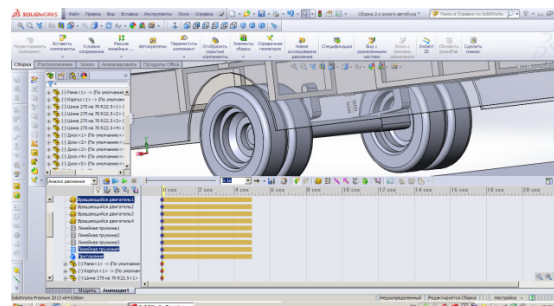


Рис. 13. Задний мост.

Наибольшее распространение получили резино-кордные двойные пневмобаллоны. Такой баллон устанавливается между опорными фланцами (пластинами) подвески и крепится к ним с помощью винтов, при этом буртики оболочки зажимаются между фланцами, герметизируя внутреннюю полость. Кольцо ограничивает радиальное расширение, обеспечивает правильное складывание оболочек при сжатии, способствует повышению несущей способности и износостойкости баллона.

Собственная частота колебаний при увеличении статической нагрузки несколько уменьшается, тем медленнее, чем выше давление газа, а потому плавность хода пустого и наполненного людьми автобуса не может быть одинаковой.

Долговечность баллонов определяется не только их собственной конструкцией и качеством полиамидных материалов и резины, но также и конструкцией направляющего аппарата подвески. Его кинематика должна быть такой, чтобы баллоны работали только на сжатие. Число слоев корда (обычно это нейлон и капрон) равно двум — четырем. Внутренний слой резины должен быть не только воздухонепроницаемым, но и маслостойким. Внешний слой должен сопротивляться воздействию лучей солнца, озона, бензина — для него применяют неопрен. Таким образом пневмобаллон состоит из нескольких слоев прорезиненной кордной ткани (каркас) с внутренним герметизирующим и внешним защитным слоями.

Пневматический упругий элемент целесообразно применять в двух случаях: когда поддресоренная масса при загрузке автомобиля меняется в широких пределах (задние подвески грузовых автомобилей, в том числе седельных магистральных тягачей, автобусов, прицепов), или когда к плавности хода предъявляются особые требования, для выполнения которых необходимо регулирование характеристики

подвесок. В этом случае параллельно пневмобаллонам часто устанавливают дополнительные пневморезервуары, обеспечивающие более пологую характеристику упругого элемента.

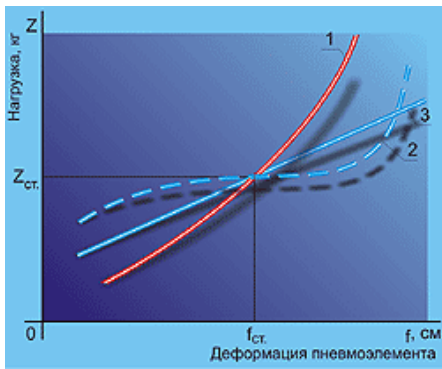


Рис. 14. Характеристика пневматического упругого элемента.

На графике (Рис. 14) приведены характеристики различных пневмоэлементов. По мере сжатия простого баллона растет не только давление воздуха в нем, но и его эффективная площадь, поэтому жесткость подвески увеличивается (кривая 1) При дополнительных резервуарах подвеска на двухсекционных баллонах обеспечивает частоту колебаний подрессоренных масс не более 80 мин^{-1} (кривая 2). Трехсекционные баллоны позволяют снизить эту частоту еще на 10–15%.

Стремление уменьшить габариты упругого элемента, собственную частоту колебаний и емкость дополнительных резервуаров привело к развитию конструкций с пневмоэлементами рукавного и диафрагменного типа (кривая 3).

Математические модели прямолинейного движения двухосного, трехосного, трехосного сочлененного автобусов с зависимой подвеской.

Рассмотрим прямолинейное движение математических моделей двухосного, трехосного и трехосного сочлененного автобусов. Исследование проводится в среде добавления SolidWorks V13 Motion. Допустим вертикальные и продольно-угловые колебания машин. Остальными видами колебаний пренебрегаем.

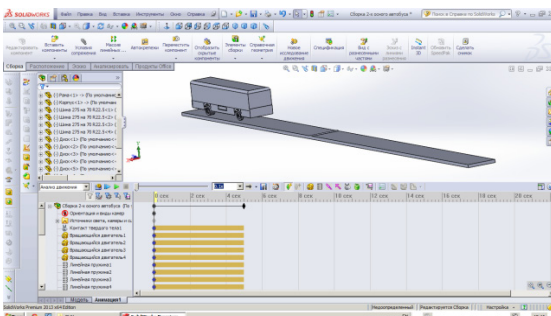


Рис. 11. Математическая модель двухосного автобуса.

Геометрические и массовые параметры моделей двухосного, трехосного и трехосного сочлененного автобусов взяты из сводной таблицы, которая была составлена после создания классификатора современных образцов автобусов. Были взяты средние значения геометрических и массовых параметров автобусов, как исходные данные.

Рассмотрим критический случай нагружения автобусов, когда его масса равна максимально допустимой. Приведем массы трансмиссии, силовой установки и ходовой части к раме автобуса. Масса корпуса автобуса равна полной массе за вычетом массы приведенной рамы. Массы рам соответственно для двухосного, трехосного и трехосного сочлененного автобусов равны: 10000 кг, 14593 кг, 9500 (5600) кг. Массы корпусов соответственно: 6730 кг, 8500 кг и 7500 (4500) кг. Массы задаются через пункт “массовые характеристики детали” пользователем. Положение центра тяжести определяется в зависимости от геометрии конструкции.

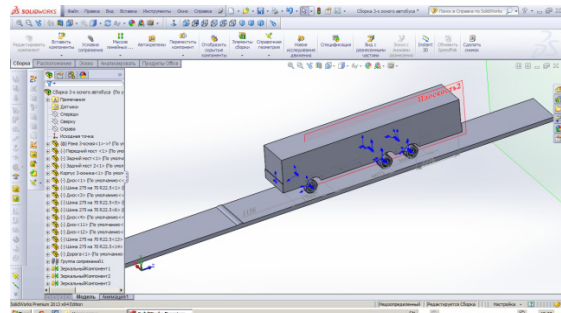


Рис. 16. Математическая модель трехосного автобуса.

Заданные массы по умолчанию можно варьировать в процессе исследования для получения оптимальной характеристики работы подвески при различных режимах. Заданы упругие и демпфирующие элементы. Характеристика упругого элемента — нелинейная (пневмобаллон).

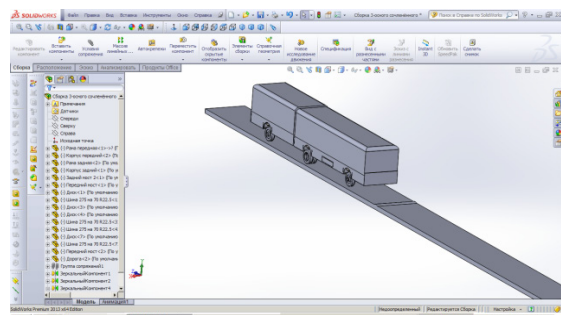


Рис. 17. Математическая модель трехосного сочлененного автобуса.

Характеристика демпфирующего элемента — линейная (гидравлический амортизатор). Двигатель установлен на колеса задней оси, колеса вращаются

с частотой 800 об/мин, что приблизительно соответствует скорости в 40 км/ч.

Математические модели двухосного, трехосного и трехосного сочлененного автобусов представлены на рис. 15,16,17 соответственно. Сочленение сцепленного автобуса выполняется в виде шарнира с одной вращательной степенью свободы. Оно представлено на рис. 18.

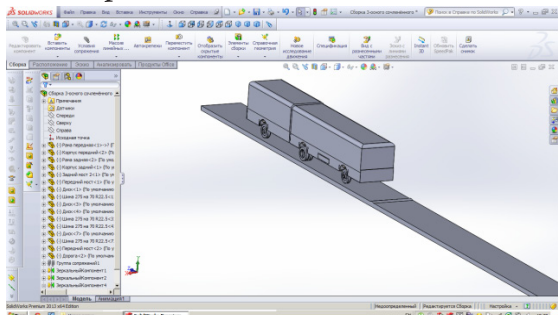


Рис. 18. Шарнирное соединение трехосного сочлененного автобуса.

Разработанные модели прямолинейного движения двухосного, трехосного и трехосного сочлененного автобусов, а так же метод осуществления математического моделирования средствами Solid-

WorksMotion позволяют решать задачи оптимизации параметров плавности хода перспективного семейства автобусов модульной конструкции с унифицированными узлами подвески. Так же модели дают наглядное представление о работе подвески при наезде на препятствие при различных скоростях движения, позволяют судить о влиянии распределения масс при различной загрузке автобуса (полный, пустой, частично нагруженный). Результатом исследования являются графики перемещений, скоростей, ускорений исследуемых точек автобуса (центр тяжести, место водителя и т. д.). Для этого, необходимо задать конкретные параметры и запустить расчет. Таким образом, задача представляет собой серию проведенных исследований движения моделей.

В данной статье стоит упомянуть о том, что существуют специализированные САПР, (например, «Эйлер»), функциональная база которых позволяет решать данную и подобные задачи моделирования движения автотранспортного средства гораздо быстрее и удобнее, что позволит получить более точный результат.

Список литературы.

1. Динамика системы дорога-шина-автомобиль-водитель. Под ред. А. А. Хачатурова. М., «Машиностроение», 1976
2. Моделирование приборов, систем и производственных процессов [Учебное пособие]/Яблочников Е. И., Куликов Д. Д., Молочник В. И.; – СПб: СПбГУИТМО, 2008. – 156 с.
3. Моделирование и инженерный анализ в интегрированной среде SolidWorks/COSMOSWoks/В. В. Князьков, Р. Е. Алексеева, Э. М. Фазлулин//Авто-мобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров, междунар. конф. ААИ МГТУ «МАМИ», 27–28 марта 2012 г. – М., 2012. – С. 60–66.
4. Каталог САПР. Программы и производители/Латышев П. Н.– Москва: Солон-Пресс, 2006. – 608 с. (Серия – Системы проектирования).
5. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex/Большаков В, Бочков А., Сергеев А. – Санкт-Петербург: Питер, 2010. – 336 (Учебный курс).
6. Теория движения МГ и КМ: учеб. Для вузов/Павлов В. В., Кувшинов В. В. – Чебоксары. Издание: ООО «Чебоксарская типография № 1», 2011. – 424 с.: ил.

*Karelina Maria Yurievna,
Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,
Head of Chair "Machine parts and theory of mechanisms"
Moscow State Automobile and Road Technical University (MADI)
E-mail: karelinamu@mail.ru*

*Zhigunov Igor Vladimirovich,
postgraduate student,
Moscow State Automobile and Road Technical University (MADI)
E-mail: posttoigor@gmail.com*

Main directions of the optimization of the automobile steering control construction

Abstract: The present article describes the main ways of modernization of the automobile driving system by developing and implementing an electro-hydraulic amplifier of the steering wheel. There is an analysis of already existing constructions presented, as well as the ways of development of the latter.

Key words: steering mechanism, electro-hydraulic amplifier of the steering wheel, steering gear

*Карелина Мария Юрьевна,
доктор педагогических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Детали машин и теория механизмов»,
Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ).
E-mail: karelinamu@mail.ru*

*Жигунов Игорь Владимирович,
аспирант, Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ).
E-mail: posttoigor@gmail.com*

Основные направления оптимизации конструкции механизма рулевого управления автомобиля

Аннотация: В статье рассматриваются основные направления модернизации системы управления автомобилем путем разработки и применения электрогидроусилителя руля. Дан анализ существующих конструкций, предложены пути их совершенствования.

Ключевые слова: механизм рулевого управления, электрогидроусилитель руля, рулевой механизм.

Задача совершенствования механизма рулевого управления автомобиля, актуальна и значима для настоящего времени, поскольку призвана решить следующую проблему: облегчение управления автомобилем и уменьшение утомляемости водителя, повышение комфортности управления.

В настоящее время автомобиль представляет собой сложную интегрированную систему, оснащенную электронными и автоматическими устройствами, предназначенными для улучшения динамики автомобиля, его экологичности, стабильности движения, комфорта и безопасности водителя и пассажиров.

С целью повышения комфортности водителя, в том числе снижения усилий, прикладываемых водителем

к рулевому колесу, на автомобилях устанавливают усилители рулевого привода, облегчающие поворот управляемых колес. Усилитель рулевого управления является следящим приводом, обеспечивающим определенную зависимость угла поворота управляемых колес от угла поворота рулевого колеса. Сложность и разнообразие требований, предъявляемых к современным автомобилям, обусловили разнообразие конструкций рулевых усилителей, в основе которых лежат различные физические явления и закономерности (механические, пневматические, гидравлические, электрические и др.).

Конструктивное отличие усилителей рулевого привода определяется не только размером и стоимостью, но и требованиями безопасности и надеж-

ности, а это, в свою очередь, приводит к тому, что усилитель создается для каждой модели автомобиля. Однако, несмотря на различие конструкций и принципов работы, рулевые усилители отечественного и зарубежного производства в своей основе имеют большое количество сложных узлов и деталей, что снижает их надежность. Кроме того, из-за постоянного воздействия усилителей на управляемые колеса, водитель не чувствует изменения поведения автомобиля на дороге при возникновении возмущающих воздействий, что снижает безопасность движения и может привести к аварии. Поэтому повышение чувствительности рулевого колеса к неблагоприятным факторам, действующим на колеса автомобиля в процессе движения, является одной из важных задач совершенствования усилителей рулевого привода. Особенно актуально решение этой задачи при создании усилителей для легковых автомобилей, отличающихся высокими скоростями движения, которые требуют практически мгновенной реакции водителя на изменение условий воздействия внешней среды.

Одним из наиболее перспективных с точки зрения повышения надежности управления автомобилем является электрогидравлический механизм усилителя руля (ЭГУР), которому в последнее время отдается предпочтение по сравнению с гидравлическим усилителем руля (ГУР) и электроусилителем руля (ЭУР) практически всеми известными в мире производителями автомобилей.

Легкое и информативное рулевое управление является одним из важнейших требований безопасности и должно соответствовать любой дорожной ситуации. Система рулевого управления должна обеспечивать оптимальное усилие на руле при любых режимах работы, достаточное для его легкого вращения, но не избыточное, которое характеризуется отсутствием адекватной «обратной связи». Для повышения безопасности это условие должно работать даже если двигатель автомобиля заглохнет. Гидроусилитель с механическим приводом от ДВС не может обеспечить вращение насоса гидроусилителя при глушении двигателя на ходу, вследствие чего резко возрастает усилие на рулевом колесе. Система с электрогидроусилителем позволит избежать этого благодаря отсутствию ременной связи с ДВС.

Кроме того, при использовании электромотора для привода насоса исчезает радиальная нагрузка на насос, которая присуща стандартному ременному приводу, что положительно сказывается на долговечности насоса.

В системе ЭГУР усилие водителя на рулевом колесе также поддерживается за счет давления рабочей жидкости, но последнее создается шестеренным насосом, который приводится от электродвигателя, т. е. независимо от двигателя автомобиля.

Регулирование гидравлического контура аналогично ему у усилителей традиционной конструкции.

Новым является регулирование усилителя руля в зависимости от скорости поворота рулевого колеса и скорости движения автомобиля. Воздействие сильнее при низких скоростях, например при парковке автомобиля. На более высоких скоростях электронная система датчиков постепенно уменьшает уровень усиления управления. Таким образом водитель может управлять автомобилем еще более точно чем с рулевым управлением со стандартным усилителем. ЭГУР используется многими автомобилестроителями, включая Ауди, GeneralMotors, БМВ, Фольксваген, Вольво, и Порше и т. д.

Назначение усилителя рулевого управления — повышение комфорта, уменьшение передаточного числа рулевого управления. Чем больше передаточное число, тем меньшее усилие нужно прилагать для поворота колес. Но количество оборотов руля от упора до упора при этом будет равным 4–5. Уменьшая передаточное число, можно довести количество оборотов руля до 2–3. Управляемость, маневренность и острота реакций автомобиля улучшается, что особенно важно в аварийной ситуации, когда может не хватить времени для вращения руля с перехватами. Кроме того, у ЭГУР есть еще несколько преимуществ в сравнении с традиционным усилителем руля, о которых будет сказано ниже.

Рассмотрим электрогидравлический усилитель руля (рулевое управление EPHS-Electrically Powered Hydraulic Steering).

В результате симбиоза механики и гидравлики появился электрогидравлический усилитель. Впервые его применили на автомобилях “Audi” под названием “Servotronic”. Управляет работой усилителя электронный блок на основании показаний датчиков скорости, поворота руля, оборотов коленчатого вала. Набор датчиков может меняться в зависимости от модели автомобиля.

Сохраняя наилучшие свойства традиционных гидроусилителей руля, ЭГУР обладает рядом преимуществ.

- ♦ Снижение энергетических затрат до 85%. Наибольшее снижение энергетических затрат электрогидравлический усилитель обеспечивает при

движении по трассе с низкими скоростями поворота рулевого колеса и согласованной со скоростью автомобиля объемной подачей насоса.

Даже при движении в городе имеет место значительное снижение энергетических затрат (на диаграмме отображено преимущество электро-

гидравлического усилителя руля по отношению к традиционному ГУ). В трех основных режимах работы насоса, где видно, что потери на привод составляют приблизительно $800 \text{ Вт} = 0,8 \text{ кВт}$ (переведем в л. с. * $1,36 = 1,08 \text{ л. с.}$). Соответственно мощность двигателя возрастет на 1 л. с.

Преимущество электрогидравлического усилителя руля

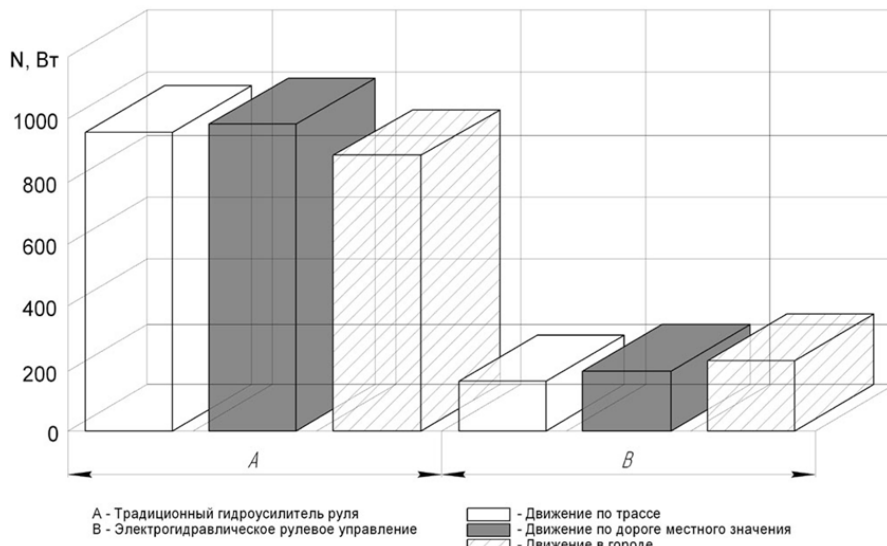
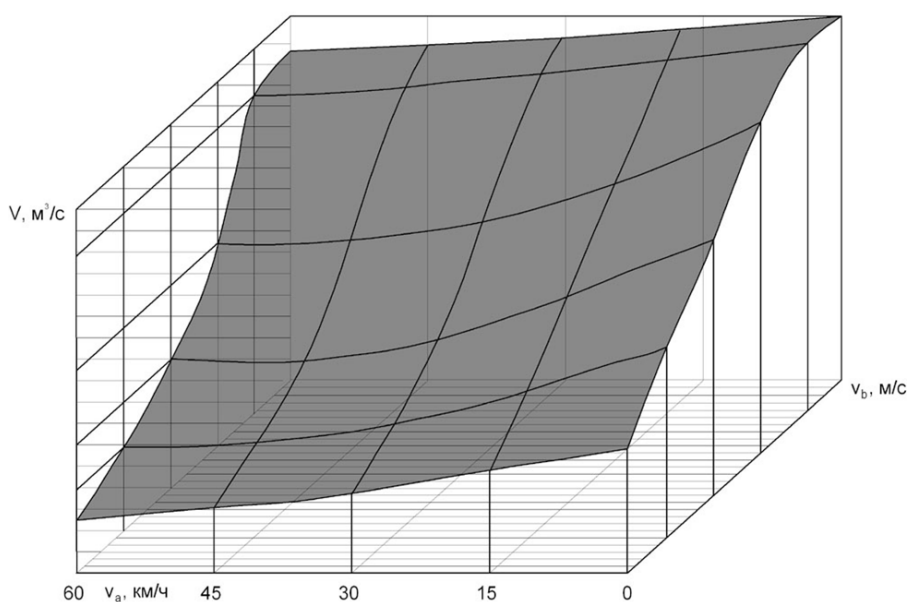


Рис. 1

♦ Конструкция с электронасосом, более совершенная. Гидронасос заменен электронасосом. На малых скоростях скорость вращения насоса максимальна, а на больших — ограничивается блоком управления. Поэтому, чем выше скорость движения — тем "тяжелее" становится руль.

В ЭГУР регулирование частоты вращения шестерчатого насоса зависит от скорости поворота рулевого колеса и скорости движения автомобиля. Как это видно из диаграммы, объемный расход жидкости максимален при минимальной скорости и максимальном вращении, и, наоборот, минимален при максимальной скорости и минимальном вращении руля.

Производительность электронасоса



где V — объемный расход жидкости $\text{м}^3/\text{с}$,
 V_a — скорость автомобиля $\text{км}/\text{ч}$,
 V_b — скорость поворота рулевого колеса $\text{м}/\text{с}$.

Рис. 2

Требуемая производительность насоса считывается с многопараметровой характеристики, записанной в памяти блока управления усилителя руля.

- ♦ Замена гидронасоса электронасосом позволяет снизить расход топлива до 0,2 литра на 100 км. При среднем пробеге 20 тыс.км, в год экономия составит 40 литров, и при средней стоимости 92 бензина 30 рублей, выгода составит 1200 руб.

- ♦ Экологичность. Меньшее воздействие на среду обитания в результате снижения энергетических затрат и меньшего количества рабочей жидкости в гидравлической системе (1 литр вместо 1,5).

Настраивая программу работы блока управления, можно адаптировать ЭГУР к различным моделям автомобилей.

Преимуществами электрогидравлического усилителя являются компактность, возможность функционирования на неработающем двигателе, экономичность за счет включения в нужный момент. В конструкции данного гидроусилителя предусмотрена возможность электронного регулирования коэффициента усиления. Поэтому, наряду с комфортностью управления усилитель может обеспечить легкость маневрирования на малых скоростях, что недоступно обычному гидроусилителю.

К перечисленным выше преимуществам можно добавить смягчение ударов, передаваемых на руль от неровностей дороги и более четкое удержание автомобиля на выбранной траектории. При наезде на препятствие колеса стремятся повернуться в сторону, это вызывает смещение рулевой рейки, ведущей шестерни и закручивание нижней части торсиона. Срабатывает золотниковый клапан, но «в обратную сторону», так как усилие пришло не от руля, а от колес. Поэтому система будет не способствовать повороту колес, а противодействовать ему. То же самое происходит и при внезапном проколе шины: ЭГУР повышает курсовую устойчивость автомобиля. Таким образом, усилитель повышает безопасность движения, а за счет повышения комфортности вождения снижает утомляемость водителя.

В качестве примера рассмотрим усовершенствование системы управления рулевого механизма автомобиля Renault Logan.

С целью обеспечения необходимого усилия на руле в различных условиях движения при использовании штатных элементов рулевого управления. Замена традиционного лопастного гидронасоса (привод которого осуществляется непосредственно от двигателя), на шестеренчатый насос (который при-

водится в действие от электродвигателя т. е. независимо от двигателя автомобиля).

В конструкцию платформы В0 заложен реечный рулевой механизм типа шестерня-рейка. Реечный рулевой механизм является самым распространенным типом механизма, устанавливаемым на легковые автомобили.

Работа реечного рулевого механизма осуществляется следующим образом. При вращении рулевого колеса рейка перемещается вправо или влево. При движении рейки перемещаются присоединенные к ней тяги рулевого привода и поворачивают управляемые колеса.

Реечный рулевой механизм отличается простотой конструкции, высокий КПД, а также высокая жесткость. Средние значения прямого (числитель) и обратного (знаменатель) КПД рулевого механизма шестерня-рейка равна: 0,87/0,82.

Вместе с тем, данный тип рулевого механизма чувствителен к ударным нагрузкам от дорожных неровностей, склонен к вибрациям. В силу своих конструктивных особенностей в реечный рулевой механизм устанавливается гидроусилитель для смягчения ударов, передаваемых на руль от неровностей дороги и более четкого удержания автомобиля на выбранной траектории.

Данный механизм имеет меньшее передаточное число по сравнению с другими рулевыми механизмами, что дает возможность быстро поворачивать управляемые колеса в требуемое положение. Полный поворот управляемых колес из одного крайнего положения в другое осуществляется за 3,2 оборота рулевого колеса.

Гидравлический узел управления объединен с рулевым механизмом, и шток поршня силового цилиндра является продолжением рейки рулевого механизма.

Большая часть продаваемых автомобилей комплектуют рулевым механизмом с гидроусилителем. Давление рабочей жидкости в гидроусилителе формируется насосом лопастного типа, который размещен на двигателе и приводится клиновым или поликлиновым ремнем (в зависимости от комплектации). Гидравлическая жидкость из бачка поступает в насос, а от него подается под высоким давлением к распределительному устройству, расположенному в отдельном корпусе на картере рулевого механизма и механически соединенному с валом рулевой колонки. На зубчатой рейке рулевого механизма закреплен поршень гидроцилиндра. При повороте рулевого колеса рас-

пределительное устройство соединяет одну из камер гидроцилиндра с нагнетательной магистралью насоса, а другую камеру — со сливом. При этом поршень гидроцилиндра из-за разности давлений рабочей жидкости перемещает рейку влево или вправо и через рулевые тяги и рычаги кулаков поворачивает управляемые колеса автомобиля. При отказе гидравлического усилителя возможность управления автомобилем сохраняется, но при этом увеличивается усилие на рулевом колесе. Для контроля уровня жидкости в баке на его полупрозрачном корпусе нанесены метки «MIN» и «MAX».

Картер рулевого устройства размещен на подрамнике и зафиксирован на нем двумя болтами.

Рулевая колонка автомобиля Renault Logan оборудована энергопоглощающим устройством, повышающим пассивную безопасность автомобиля,

и противоугонным устройством в замке зажигания, блокирующим от поворота вал рулевого колеса. На рулевой колонке также размещены органы управления светом фар, метками поворота, звуковым сигналом, омывателем и очистителем ветрового стекла.

На наш взгляд, необходимо усовершенствовать конструкцию для решения поставленной задачи, а именно: использовать функциональную схему системы электрогидравлического механизма рулевого управления, которая состоит из следующих входных устройств:

- датчика угла поворота рулевого колеса фирмы КОУО;
- датчика оборотов электродвигателя фирмы TRW;
- датчика скорости автомобиля (штатный);
- датчика оборотов двигателя (штатный).

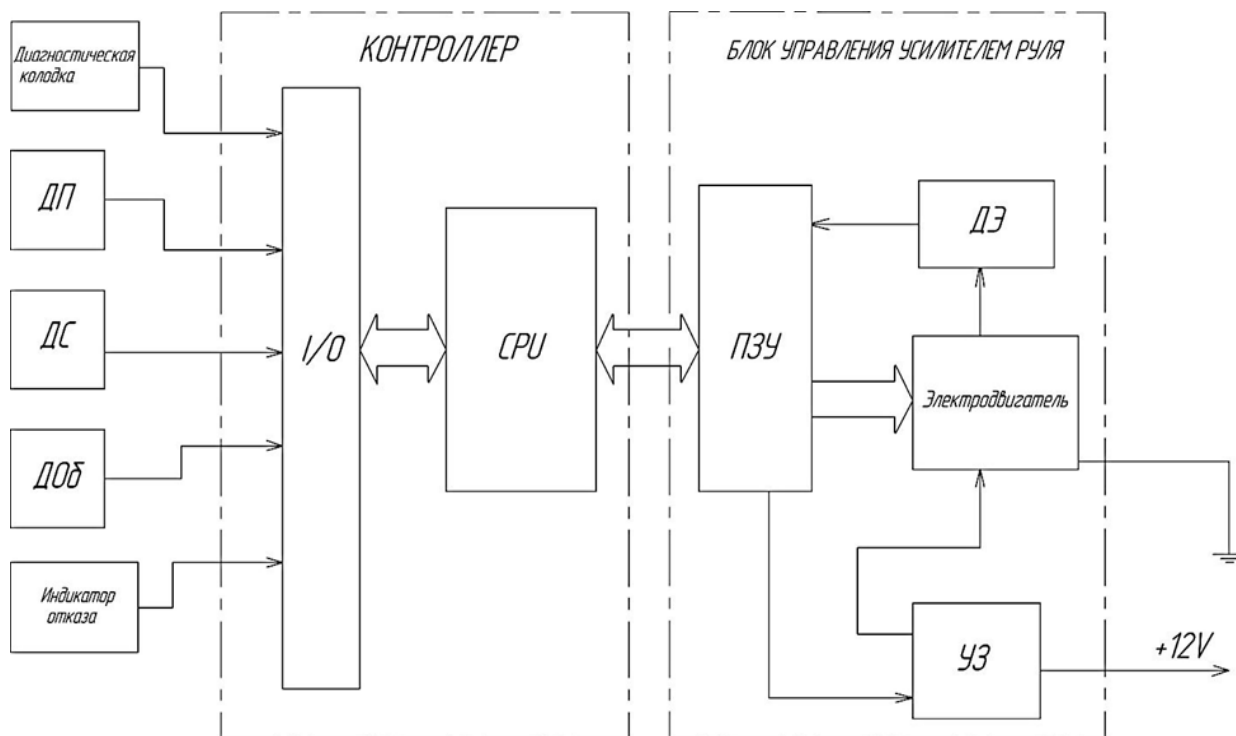


Рис. 3.

где входные устройства:

- ДП — датчик угла поворота руля,
- ДС — датчик скорости автомобиля,
- Доб — датчик оборотов двигателя,

Составные части блока управления:

- ПЗУ — постоянное запоминающее устройство,
- ДЭ — датчик оборотов электродвигателя,
- УЗ — устройство защиты.

Датчик угла поворота рулевого колеса фирмы КОУО служит для измерения угла поворота рулевого колеса и скорости поворота. Работает на эффекте Холла, используя изменение сопротивления прово-

дника под действием магнитного поля. Возможно использовать любую разновидность датчиков угла поворота, главным определяющим фактором является точность измерения и, конечно, цена. Сигнал этого датчика подается через шину данных CAN на вход блока управления усилителем рулевого механизма J500, который получает таким образом информацию о величине угла поворота рулевого колеса.

Блок управления встроен в насосный агрегат. Сигналы датчика обрабатываются в нем для регулирования частоты вращения шестеренного насоса в зависимости от скорости поворота рулевого колеса

и скорости автомобиля. Требуемая производительность насоса считается с многопараметровой характеристики, записанной в памяти блока управления усилителем рулевого механизма. Блок управления распознает неисправности, возникающие в процессе эксплуатации автомобиля, и регистрирует их в своей памяти. В блок управления встроены устройства защиты от повторного включения и от перегрева агрегата. Электронный блок управления усилителем J500 фирмы TRW входит в состав насосного агрегата.

Входящие сигналы:

- частота вращения вала двигателя автомобиля,
- скорость автомобиля,
- скорость поворота рулевого колеса.

Основные функции:

Блок управляет приводом шестеренного насоса в зависимости от скорости поворота рулевого колеса и скорости автомобиля.

Дополнительные функции:

- защита усилителя руля от перегрева,
- защита от повторного включения при неисправности.

Датчик угла поворота рулевого колеса и датчик оборотов электромотора выдают постоянное напряжение, зависящее от угла поворота. Для обработки информации от этих датчиков процессор системы преобразует аналоговые значения с этих датчиков в цифровые сигналы при помощи аналогового цифрового преобразователя.

Датчик скорости автомобиля предназначен для информирования электронного блока о скорости движения автомобиля. Сигнал, поступающий

с датчика скорости, является частотным. На входы микроконтроллера должна поступать информация в виде цифровых кодов, поэтому сигнал с датчика преобразовывается в код с помощью преобразователя частота-код.

Датчик оборотов ДВС необходим для информирования контроллера о состоянии работы двигателя внутреннего сгорания. Датчик оборотов вырабатывает 2 импульса за один оборот коленчатого вала, информируя электронный блок о работе двигателя, поскольку при работе электродвигателя усилителя только от АКБ (без генератора) батарея быстро разряжается. Наличие данного сигнала разрешает работу системы. Амплитуда импульсов +5 В, максимальная частота — 250 Гц.

После успешного прохождения тестирования система находится в режиме определения скорости движения автомобиля, это определяющий работу системы параметр.

Если в процессе работы системы выявляется неисправность, система переходит в аварийный режим. Переход в этот режим возможен при включённом зажигании, если исправен датчик давления в гидросистеме, исправен электромотор и ДВС автомобиля находится в рабочем режиме. Если двигатель авто заглох, а автомобиль продолжает движение, то система в целях безопасности продолжает функционировать в течение 2-х минут, предупреждая сигнализатором на приборной панели о скором отключении системы. Выключение системы (или переход к началу выполнения процедуры запуска) происходит при выключении зажигания.

Список литературы:

1. Лозовецкий В. В. Гидро – и пневмосистемы транспортно-технологических машин – Спб.: Лань 2010. – 554 с.
2. Сосин Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы/Д. А. Сосин, В. Ф. Яковлев – М.: Высш. школа, 2005. – 232 с.
3. Погребной С. Н. Renault Logan: Ремонт без проблем/С. Н. Погребной, А. Н. Шульгин – М.: Третий Рим 2004. – 241 с.
4. Renault Logan с двигателями 1,4i, 1,6i. Устройство, эксплуатация, обслуживание, ремонт – М.: За рулем 2009. – 272 с.

Section 7. Medical science

*Hinhuliak Alexander Nikolaevich,
Bukovinian State Medical University,
postgraduate student, the Faculty of Medicine
E-mail: sassmit@rambler.ru*

Clinical, functional and neurohormonal aspects to implement the concept to prevent subclinical atherosclerosis in a short-term and long-term prognosis

Abstract: In order to assess the prevention of subclinical atherosclerosis in a short-term (3 months) and long-term (1 year) prognosis according to functional and neurohormonal markers of atherogenesis 164 patients have been examined with clinical signs of subclinical atherosclerosis and atypical clinical.

Keywords: subclinical atherosclerosis associated with pregnancy plasma protein -A, C -reactive protein, atorvastatin, trimetazidine, Magne- B6.

Introduction.

The question to determine subclinical atherosclerosis in the XXI century is somewhat disputable because the term “atherosclerosis,” the authors say [1, 5] is misunderstandable including various variants of arteriosclerosis, each of them is not only characterized by structural features, but also specific causes and mechanisms of occurrence, and at a young age lipid-free intimal lesions of the arteries are formed with muscular-fibrous, fibrous hyalinized plaques, circular or focal muscle-elastic intimal hyperplasia — and therefore the question of screening and treatment of these patients is important. This definition makes it worthwhile to find modern transformation definitions of ischemic heart disease [2, 3], and therefore a comparison of clinical and pathophysiological paradigm of subclinical atherosclerosis concerning the effectiveness of treatment is important.

Objective.

To estimate prevention of subclinical atherosclerosis in a short-term (3 months) and long-term (1 year) prognosis by the functional and neurohormonal markers of atherogenesis.

Materials and methods.

The research is conducted on 164 patients who were admitted with bias diagnosis of cardialgia in the distribution of vegetative-vascular dystonia, coronary X syndrome, stable exertional angina pectoris of I–II functional classes using such paired diagnostic methods in a short-term (3 months) and long-term (1 year) periods as electrocardiography, echocardiography, extracranial

duplex ultrasound scanning of the common, external and internal carotid arteries, stress-tests (treadmill test), the methods to examine the blood indices including general blood count, biochemical test, blood lipid level of homeostasis, neuromessenger vasoactive indicators (Pregnancy-associated plasma protein-A (PAPP-A)) and C -reactive protein (CRP).

Statistical analysis of the results was carried out with assessment of average arithmetic values presenting the data in the form of $M \pm m$ and estimation of probabilities under normal distribution according to paired Student's test or paired nonparametric Wilkoxson's T-criterion, Spearman's rank correlation coefficient, Pearson's linear correlation coefficient, and odds ratio (OR).

Results and discussion.

The estimation of a total mediated index of intima-media complex (IMC) with extracranial duplex ultrasound scanning concerning the standard of 0.9 mm enabled to identify the signs of subclinical atherosclerosis and distribute patients into two groups — 84 patients with an increase in IMC and indicated statin therapy (atorvastatin, group 1) and the group of standard IMC (80 patients) with administration of a combined metabolic therapy (trimetazidine and magne -B6, group 2).

The task to evaluate the effectiveness of the treatment was the differentiation of the impact of the proposed treatment strategy depending on the manifestations of subclinical atherosclerosis in the distribution of the two groups of treatment parameters determin-

ing the dynamics neuromessenger indices investigated by its role in atherogenesis — Pregnancy-associated plasma protein- A (PAPP-A) and C -reactive protein (CRP).

No significant differences between the initial levels of PAPP-A (4,52 +0,08 and +0,05 4.42 mIU/L, $p > 0,2$) and CRP (16,78 +1,54 i 18,50 +2,72 mg/l, $p > 0,5$) in groups 1 and 2 were detected as shown in Figures 1 and 2.

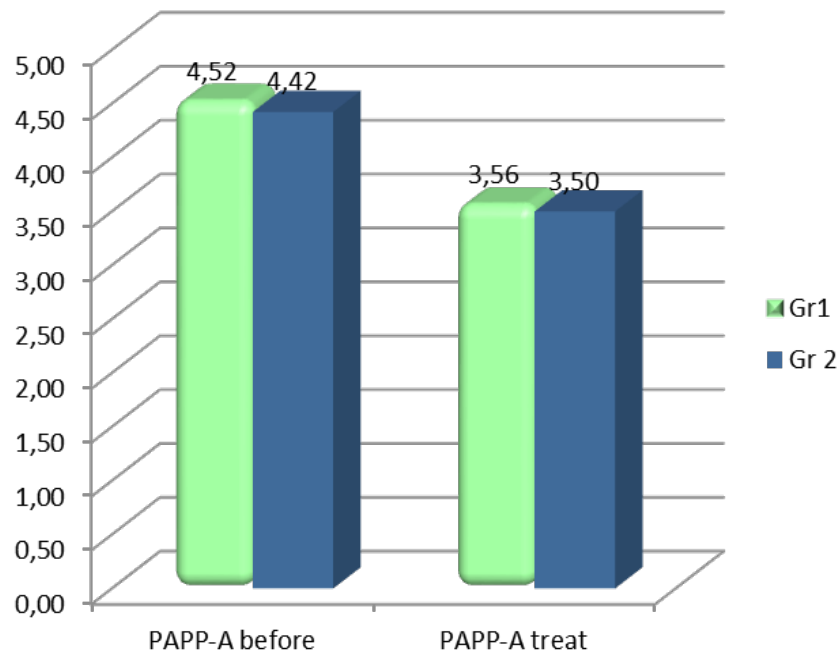


Fig. 1. The changes of pregnancy-associated plasma protein- A (PAPP-A) at the outcome and altitude of treatment.

Note. # — reliable changes in group 1 vs 1 and 2 vs 2 ($P < 0.05$) during the observation on admission, in 3 months and 1 year.

No reliable differences between groups 1 and 2 in the indices of PAPP-A (3,56 +0,05 3,50 and 0.09 mIU/L,

$p > 0,2$) and CRP (2.97 +0,78 i 3,44 +0,88 mg/l, $p > 0,5$) against the ground of treatment were found (Fig. 1 and 2).

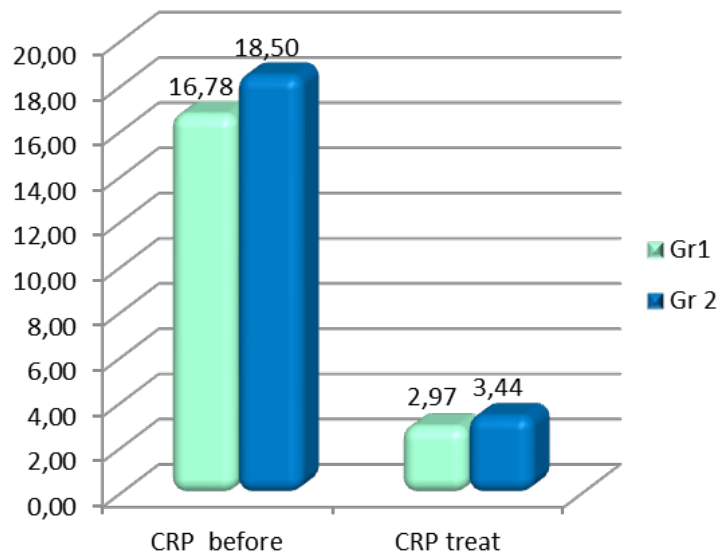


Fig.2. Changes in C-reactive protein (CRP) at the outcome and altitude of treatment.

Note. # — Significant changes in group 1 vs 1 and 2 vs 2 ($P < 0.05$) during the observation on admission, in 3 months and 1 year.

At the same time, there was a significant decrease in PAPP-A (4,52 +0,08 and +0,05 3,56 mIU/L, $p < 0,001$) in group 1 during treatment and group 2 (4,42 +0,05 and 3.50 0.09 mIU/L, $p < 0,001$), as it is illustrated in Figure 1.

A similar positive dynamics is registered during treatment by assessing CRP (16,78 +1,54 i 2,97 +0,78 mg/l, $p < 0,001$) in group 1 and group 2 (18,50 2,72 3,44 and 0,88 mg/L, $p < 0,001$), as it is illustrated in Figure 2.

Conducted statistical analysis of the odds ratio in the distribution of groups 1 and 2 according to the proposed treatment is indicative of the substantiation of the distribution of treatment depending on the definition of increasing and decreasing of IMC to index 0.9 mm at the beginning of testing with OR 4.15 (CI 1,73–9,96, $p=0,0014$). At the same time, the ratio of 10–20% decrease in growth rate of PAPP-A against the rate reduction of 20–30% is connected with the distribution of the treatment groups 1 and 2 with OR 0.56 (CI 0,09–3,52, $p=0,538$), and the distribution of CRP reduction rate was determined according to the treatment prescribed in groups 1 and 2 with OR 0.57 (CI 0,09–3,64, $p=0,554$).

Evaluation of linear Pearson's correlation coefficient is indicative of a weak relationship between initial level of PAPP-A and CRP before treatment ($r=0,30$, $p<0,05$), CRP before treatment ($r=0,29$, $p<0,05$) and CRP after treatment ($r=0,28$, $p<0,05$). In the group of a maximal decrease (–20–30%) of PAPP-A index during treatment a strong feedback (r -Spearman) is defined by IMC increase during treatment ($r=-0,80$, $p<0,05$) — similarly, in the group of a maximal decrease (–80–100%) CRP rate during treatment of secondary bond strength is recorded for IMC changes in treatment ($r=0,73$, $p<0,05$).

Thus, the study of contemporary biomarker of atherosclerosis PAPP-A is a sensitive, specific and independent risk factor for all causes of mortality or combined cardiovascular events and an early diagnostic indicator of acute coronary syndrome [7, 4] and a recognized discriminator between “ischemic and non-ischemic” patients with 90% sensitivity and 85% specificity ($p<0,0001$) [8, 32] and the index PAPP-A ≥ 4 mIU/L is mostly associated with the combined endpoint — myocardial infarction and death (Hazard Ratio/relative risk (HR (RR) 1.99, 95% CI 1,62–2,45, $p<0,0005$), mortality due to all causes (HR (RR) 2.42, 1,92–3,06, $p<0,0005$) and myocardial infarction (HR (RR) 1.40, 1,01–1,94, $p=0,046$). Once corrected for risk factors and treatment elevated PAPP-A remained

significantly associated with the combined endpoint (HR (RR) 1.51, 1,22–1,86, $p<0,0005$) and total mortality (HR (RR) 1.68, 1,32–2,13, $p<0,0005$) according to CLARICOR investigation [9, 3].

Comparison of the results of CLARICOR investigation in assessing subclinical atherosclerosis and relationships of CRP is used in the distribution of hs-CRP level (high-sensitivity-hs) $\leq 2,8$ mg/L [10,7], while EPIC-Norfolk prospective study indicates that circulating CRP levels are associated with increased risk of coronary heart disease, stroke and peripheral artery disease [5, 8] and they occur under conditions of pronounced atherosclerosis [6, 11].

Thus, in the absence of significant differences in PAPP-A and CRP in groups 1 and 2 at the beginning and during treatment, a significant decrease in PAPP-A in group 1 ($p<0,001$) and group 2 ($p<0,001$) is observed during treatment, and reduction in CRP in group 1 ($p<0,001$) and in group 2 ($p<0,001$), which in comparison with the data [4, 23] is indicative of the relationship of both biomarkers (PAPP-A and CRP) with unstable atherosclerotic plaque, and their decrease may indicate a stabilization of lipid plaques, as both indices are recognized as determinants of plaque instability.

Conclusion.

In the absence of reliable differences in PAPP-A and CRP in groups 1 and 2 at the beginning and during treatment there is a significant decrease in PAPP-A in group 1 ($p<0,001$) and group 2 ($p<0,001$) during treatment and PSA group 1 ($p<0,001$) and in group 2 ($p<0,001$), and increase and decrease of average IMC through 6 vessels to the value of 0.9 mm at the beginning of testing is characterized by the odds ratio (OR) 4.15, the decrease in growth rate PAPP-A 10–20% — OR 0,56, CRP in groups 1 and 2 — HS 0,57.

Prospects for future research are to continue elaboration of clinical-functional and pathogenetic components of subclinical atherosclerosis concerning the effectiveness of treatment.

References:

1. Зербіно Д. Д. Атеросклероз як одна із форм артеріосклерозу: дискусійні питання/Д. Д. Зербіно, Т. М. Соломенчук, В. А. Скибчик//Серце і судини. – 2003. – № 1. – С. 101–106.
2. 2013 ACC/AHA Guideline on the Treatment of Blood Cholesterol to Reduce Atherosclerotic Cardiovascular Risk in Adults: A Report of the American College of Cardiology/N.J. Stone, J. Robinson, A. H. Lichtenstein [et al.]/J. Am Coll. Cardiol. – 2013. – Nov 7/Режим доступу до журналу: <https://circ.ahajournals.org/content/early/2013/11/11/01.cir.0000437738.63853.7a.full.pdf>
3. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology/G. Montalescot, U. Sechtem, S. Achenbach [et al.]/Eur. Heart J. – 2013. – Vol. 34, #38. – P. 2949–3003.

4. Assessment of serum leptin, pregnancy – associated plasma protein A and CRP levels as indicators of plaque vulnerability in patients with acute coronary syndrome/M. Lodh, B. Goswami, A. Parida [et al.]//Cardiovasc. J. Afr. – 2012. – Vol. 23, #6. – P. 330–335.
5. C-reactive protein, fatal and nonfatal coronary artery disease, stroke, and peripheral artery disease in the prospective EPIC – Norfolk cohort study/D. F. van Wijk, S. M. Boekholdt, N. J. Wareham [et al.]//Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol. – 2013. – Vol. 33, #12. – P. 2888–2894.
6. Koenig W. High – sensitivity C-reactive protein and atherosclerotic disease: from improved risk prediction to risk – guided therapy//Int. J. Cardiol. – 2013. – Vol. 168, N 6. – P. 5126–5134.
7. PAPP – A in cardiac and non – cardiac conditions/Y. Li, C. Zhou, X. Zhou [et al.]//Clin. Chim. Acta. – 2013. – #417. – P. 67–72.
8. Pregnancy associated plasma protein – A (PAPP – A) as an early marker for the diagnosis of acute coronary syndrome/P. Gururajan, P. Gurumurthy, P. Nayar [et al.]//Indian Heart J. 2012. – Vol. 64, #2. – P. 141–145.
9. Pregnancy associated plasma protein – A as a marker for myocardial infarction and death in patients with stable coronary artery disease: a prognostic study within the CLARICOR Trial/K. K. Iversen, B. Teisner, P. Winkel [et al.]//Atherosclerosis. – 2011. – Vol. 214, N 1. – P. 203–208.
10. Serum YKL-40 predicts long – term mortality in patients with stable coronary disease: a prognostic study within the CLARICOR trial/M. Harutyunyan, J. P. Gøtze, P. Winkel [et al.]//Immunobiology. – 2013. – Vol. 218, #7. – P. 945–951.

*Horodylovska Marta Ihorivna,
Danylo Halytsky Lviv National Medical University
postgraduate student, the Faculty of Medicine
E-mail: g.marta@ukr.net*

Eosinophilic esophagitis in structure of esophageal inflammatory diseases in schoolchildren

Abstract: Signs of pathological reflux are observed in 2/3 of children with chronic disorders of the upper gastrointestinal tract. The results of the daily pH-metry in children with chronic esophagitis does not always confirm the presence of gastroesophageal reflux and antisecretory therapy is not always effective in children with chronic esophagitis.

Keywords: schoolchildren, chronic esophagitis, eosinophilic esophagitis, gastroesophageal reflux

*Городиловская Марта Игоревна,
Львовский национальный медицинский университет
имени Данила Галицкого, аспирант, медицинский факультет
E-mail: g.marta@ukr.net*

Эозинофильный эзофагит в структуре воспалительных заболеваний пищевода у детей школьного возраста

Аннотация: Признаки патологических рефлюксов наблюдаются у 2/3 детей с хронической патологией верхних отделов ЖКТ. Результаты суточной рН-метрии у детей с хроническим эзофагитом не всегда подтверждают наличие гастроэзофагеального рефлюкса, а проведение антисекреторной терапии у детей с хроническим эзофагитом является не всегда эффективным.

Ключевые слова: школьники, хронический эзофагит, эозинофильный эзофагит, гастроэзофагеальный рефлюкс

Эзофагит — достаточно распространенная патология, которая может наблюдаться как отдельное заболевание, так и при заболеваниях внутренних органов и травмах пищевода [1, 4–5]. Однако этой про-

блеме уделяется очень мало внимания. Обсуждение вопросов хронического эзофагита (ХЭ) ограничивается, как правило, рамками гастроэзофагеальной рефлюксной болезни [2, 59–64].

Несмотря на то, что признаки патологических рефлюксов наблюдаются в 2/3 детей с хронической патологией верхних отделов желудочно-кишечного тракта, результаты суточной рН-метрии у детей с ХЭ не всегда подтверждают наличие гастроэзофагеального рефлюкса, а проведение антисекреторной терапии у детей с ХЭ является не всегда эффективным. Эти данные свидетельствуют о том, что, кроме патологического гастроэзофагеального рефлюкса, существуют еще и другие механизмы развития хронических эзофагитов [3, 5].

В последние годы в научных работах обсуждается роль других возможных причин ХЭ, в частности таких как аллергия, персистирующая вирусная инфекция [4, 59–64], системные заболевания соединительной ткани и т. д.

Эозинофильный эзофагит (ЭоЭ) — это клиника — патологическое заболевание, характеризующееся эозинофильной инфильтрацией слизистой оболочки пищевода и гастроинтестинальными симптомами. ЭоЭ, как правило, является иммунологической реакцией организма на пищевые аллергены [5, 1503–1512; 6, 560–566; 7, 83–90; 8, 796–797; 9, 363–368]. Распространенность ЭоЭ растет и составляет в среднем в настоящее время от 6 до 30 случаев на 100 000 населения [10, 940–941; 11 418–419; 12 1000–1004; 13 420–426]. Это может быть связано с лучшей осведомленностью врачей об этой патологии, однако, вполне вероятно, что рост распространенности является реальным и отражает рост распространенности атопических заболеваний, в частности таких как бронхиальная астма [12, 1000–1004; 14, 1198–1206]. Диагноз ЭоЭ может быть выставлен только после морфологического исследования при наличии не менее 15 эозинофилов в поле зрения микроскопа высокого разрешения (x400) в биоптатах из слизистой оболочки пищевода [15, 1342–1363; 16, 313–319]. Симптомы ЭоЭ часто имитируют клиническую симптоматику гастроэзофагеальной рефлюксной болезни (ГЭРБ), однако они рефрактерны к антирефлюксной терапии. Чаше ЭоЭ клинически проявляется срыгиванием, рвотой, болью, анорексией и дисфагией [14, 1198–1206; 15, 1342–1363]. До конца остается неизвестным, какая терапия ЭоЭ является оптимальной, а основной проблемой при нелеченном ЭоЭ является ремоделирование пищевода и форми-

рования стриктур, которые проявляются в 16–40% взрослых пациентов [16, 313–319; 17 211–217].

Цель работы: определить эндоскопические и морфологические особенности эозинофильных эзофагитов у детей с целью усовершенствования лечебной тактики этой патологии.

Материалы и методы. Под нашим наблюдением находилось 44 ребенка в возрасте 6–17 лет, которые лечились в отделении детской гастроэнтерологии городской детской клинической больницы г. Львова, в которых можно было заподозрить эозинофильный эзофагит. Всем детям была проведена эндоскопическая фиброэзофагогастроуденоскопия (ЭФЭГДС), во время которой брали биопсийный материал из трех отделов пищевода для дальнейшей верификации диагноза.

Детям с подтвержденным диагнозом ЭоЭ, которые составили основную группу, предназначалась элиминационная или гипоаллергенная диета (в зависимости от результатов пищевых аллергопроб), левомецетиризин в дозе 5 мг 1 раз/сут утром натощак и пробиотические бактерии *Lactobacillus reuteri* Protectis в дозе 10^8 жизнеспособных бактерий 1 раз/сутки независимо от приема пищи. Дети, у которых морфологически ЭоЭ не подтвердился, составили контрольную группу. Они получали стандартную протирефлюксную терапию на фоне элиминационной или гипоаллергенной диеты. Курс лечения длился 1 месяц, после чего проводилась повторная ЭФЭГДС с биопсией слизистой оболочки пищевода для определения эффективности проведенного лечения.

Результаты исследования и их обсуждение. После получения результатов морфологического исследования диагноз ЭоЭ подтвердился у 25 детей (17 (68%) мальчиков и 8 (32%) девочек). В 19 детей (58% мальчиков и 42% девочек) диагноз ЭоЭ не подтвердился, а морфологически было выставлено пептический рефлюкс-эзофагит.

Так, у детей основной группы в биоптатах слизистой оболочки пищевода было $17,28 \pm 2,37$ эозинофилов в п/з как в дистальном, так и в среднем отделе пищевода, в то время как в биоптатах слизистой оболочки контрольной группы преобладала нейтрофильная инфильтрация и единичные эозинофилы в п/з только в дистальном его отделе ($3,28 \pm 1,768$). Эозинофильные микроабсцессы были обнаружены в 28% биоптатов слизистой оболочки детей основной группы, дегрануляция эозинофилов — в 12%, гиперплазия базального слоя эпителия — у 60% детей основной и 37% детей контрольной группы, межклеточный отек — у 84% и 58% детей соответственно.

После проведенного лечения мы получили однонаправленные изменения эндоскопических и морфологических показателей в обеих группах (табл. 1). Так, множественные беловатые налеты диаметром 0,1–0,2 см по типу «крипт-абсцессов», которые были обнаружены у 100% детей обеих групп при первичной ЭФЭГС, полностью регрессировали у 72% детей основной и 63% детей контрольной группы, в 28% и 37% детей соответственно — частично. Количество эозинофилов в биоптатах слизистой оболочки пищевода уменьшилась в двух группах, в частности в основной группе она составила $4,4 \pm 1,6$ эозинофилов в п/з против $17,28 \pm 2,37$ эозинофилов в п/з в начале исследования ($p < 0.05$), а в группе контроля $1,12 \pm 0,88$ эози-

нофилов в п/з против $3,28 \pm 1,768$ соответственно. В биоптатах слизистой детей основной группы не было выявлено эозинофильных микроабсцессов и дегрануляции эозинофилов, а гиперплазия базального слоя эпителия и межклеточный отек присутствовали в 28% и 20% биоптатов соответственно. Что касается биоптатов слизистой оболочки детей контрольной группы, то после проведенного лечения здесь наблюдалась тоже положительная динамика: нейтрофильная инфильтрация присутствовала только в 10,5% биоптатов против 100% в начале исследования, гиперплазия базального слоя эпителия и межклеточный отек — в 32% и 16% биоптатов соответственно против 42% и 68% соответственно в начале исследования.

Таблица 1. – Эндоскопические и морфологические показатели слизистой оболочки пищевода у детей основной и контрольной групп

	В начале исследования		После проведенной терапии	
	основная группа	контрольная группа	основная группа	контрольная группа
<i>Эндоскопические:</i> множественные беловатые налеты диаметром 0,1–0,2 см по типу «крипт-абсцессов» (%)	100%	100%	28%	37%
<i>Морфологические:</i>				
1. эозинофильная инфильтрация слизистой оболочки (эоз в п/з)	$17,28 \pm 2,37$	$3,28 \pm 1,768$	$4,4 \pm 1,6^*$	$1,12 \pm 0,88$
2. эозинофильные микроабсцессы (%)	28%	0%	0%	0%
3. дегрануляция эозинофилов (%)	12%	0%	0%	0%
4. гиперплазия базального слоя эпителия (%)	60%	42%	28%	32%
5. межклеточный отек (%)	84%	58%	20%	16%
6. нейтрофильная инфильтрация (%)	0	100%	0	10,5%

Примечание * — достоверность различий между показателями основной группы при втором исследовании ($p < 0.05$)

Выводы. Таким образом, эозинофильный эзофагит занимает видное место в этиологической структуре эзофагитов у детей. Мальчики болеют чаще. Основными эндоскопическими признаками ЭоЭ у детей имеются множественные беловатые налеты диаметром 0,1–0,2 см, наличие которых однако лишь позволяет заподозрить эту патологию. Для подтверждения диагноза необходимо проведение морфологического исследования биоптата слизистой оболочки пищевода, при котором наиболее характерными при-

знаками являются интраэпителиальная эозинофильная инфильтрация и эозинофильные микроабсцессы.

Применение антигистаминных средств и пробиотика на основе *L. reuteri* в возрастной дозировке на фоне элиминационной или гипоаллергенной диеты в течение месяца у детей школьного возраста с верифицированным морфологически диагнозом эозинофильного эзофагита значительно улучшает течение заболевания и способствует нормализации эндоскопических и морфологических показателей.

Список литературы:

1. Ивашкин В. Т. Болезни пищевода. Патологическая физиология, клиника, диагностика, лечение / В. Т. Ивашкин, А. С. Трухманов. – М.: «Триада-Х», 2000.
2. Соломенцева Т. А. Эзофагит как междисциплинарная проблема / Т. А. Соломенцева // Ліки України. – 2009. – № 6.

3. Филюшкина Е. И. Клинические и морфологические особенности различных вариантов эзофагитов у детей: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. мед. наук: спец. 14.01.08, 14.03.02/Е. И. Филюшкина. – Санкт-Петербург, 2011. – 27 с.
4. Kelly KJ, Lazenby AJ, Rowe PC, Yardley JH, Perman JA, Sampson HA. Eosinophilic esophagitis attributed to gastroesophageal reflux: improvement with an amino acid-based formula. *Gastroenterology* 1995; Vol. 109.
5. Liacouras CA, Ruchelli E. Eosinophilic esophagitis. *Curr Opin Pediatr* 2004; Vol. 16.
6. Mishra A, Hogan SP, Brandt EB, Rothenberg ME. An etiologic role for aeroallergens and eosinophils in experimental esophagitis. *J Clin Invest* 2001; Vol.107.
7. Fogg MI, Ruchelli E, Spergel JM. Pollen and eosinophilic esophagitis. *J Allergy Clin Immunol* 2003; Vol.112.
8. Spergel JM, Beausoleil JL, Mascarenhas M, Liacouras CA. The use of skin prick tests and patch tests to identify causative foods in eosinophilic esophagitis. *J Allergy Clin Immunol* 2002; Vol.109.
9. Noel RJ, Putnam PE, Rothenberg ME. Eosinophilic esophagitis. *N Engl J Med* 2004; Vol.351.
10. Straumann A, Simon HU. Eosinophilic esophagitis: escalating epidemiology? *J Allergy Clin Immunol* 2005; Vol.115.
11. Cherian S, Smith NM, Forbes DA. Rapidly increasing prevalence of eosinophilic oesophagitis in Western Australia. *Arch Dis Child* 2006; Vol.91.
12. Veerappan GR, Perry JL, Duncan TJ, et al. Prevalence of eosinophilic esophagitis in an adult population undergoing upper endoscopy: a prospective study. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2009; Vol.7.
13. Liacouras CA, Spergel JM, Ruchelli E, et al. Eosinophilic esophagitis: a 10-year experience in 381 children. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2005; Vol.3.
14. Furuta GT, Liacouras CA, Collins MH, et al. Eosinophilic esophagitis in children and adults: a systematic review and consensus recommendations for diagnosis and treatment. *Gastroenterology* 2007; Vol.133.
15. Gonsalves N, Policarpio-Nicolas M, Zhang Q, Rao MS, Hirano I. Histopathologic variability and endoscopic correlates in adults with eosinophilic esophagitis. *Gastrointest Endosc* 2006; Vol.64.
16. Pasha SF, DiBaise JK, Kim HJ, et al. Patient characteristics, clinical, endoscopic, and histologic findings in adult eosinophilic esophagitis: a case series and systematic review of the medical literature. *Dis Esophagus* 2007; Vol.20.
17. Sgouros SN, Bergele C, Mantides A. Eosinophilic esophagitis in adults: a systematic review. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2006; Vol.18.

*Mamedova, Guzalya Bakirovna,
Tashkent Pediatric medical Institute, assistant of the Department
of Public health, organization and management of health care*

*Shaymatov Mirdjalol Jullievich,
Tashkent pediatric medical Institute,
student pediatric faculty*

*Teshabaeva Maftuna Huramovna,
Tashkent Pediatric medical Institute, student of the faculty of General medicine*

*Ismailova Nigina Mamurovna,
Tashkent Pediatric medical Institute,
student of the faculty of General medicine
E-mail: baron-codli@mail.ru*

The effectiveness of marketing at medical institutions

Abstract. In the conditions of formation and development of market relations in health care, it is impossible to imagine the activity of subjects of the market of medical services without knowledge of marketing, as with it most effectively accepted the optimal managerial decisions. The article presents the results of research carried out in private clinics in Tashkent to determine the advantages and disadvantages of marketing in a medical facility.

Keywords: marketing, medical establishment, development.

*Мамедова Гузала Бакировна,
Ташкентский педиатрический медицинский институт
ассистент кафедры Общественное здоровье, организация
и управление здравоохранением*

*Шайматов Мирджалол Жуллиевич
Ташкентский педиатрический медицинский институт,
студент педиатрического факультета*

*Тешабаева Мафтуна Хуррамовна
Ташкентский педиатрический медицинский институт,
студентка факультета лечебное дело*

*Исмаилова Нигина Мамуровна
Ташкентский педиатрический медицинский институт,
студентка факультета лечебное дело
E-mail: baron-codli@mail.ru*

Эффективность применения маркетинга в медицинских учреждениях

Аннотация: В условиях становления и развития рыночных отношений в здравоохранении, нельзя представить деятельность субъектов рынка медицинских услуг без знаний маркетинга, так как с его помощью наиболее эффективно принимаются оптимальные управленческие решения. В статье представлены результаты исследований проведенных в частных клиниках г. Ташкента с целью установить преимущества и недостатки маркетинга в медицинском учреждении.

Ключевые слова: маркетинг, медицинские учреждения, развитие

Переход Узбекистана к рыночной экономике, отразился на всех отраслях народного хозяйства, в т. ч. и на здравоохранении. Однако даже в условиях рыночных отношений медицинская помощь призвана обеспечить реализацию важнейшего социального приоритета сохранение и улучшение здоровья граждан, оказание им высококвалифицированных лечебных, оздоровительных и профилактических услуг [5, 206].

В Узбекистане медицинские услуги оказывают организации различных форм собственности. Все они приобретают необходимые им ресурсы у независимых производителей и продают продукт своего труда по рыночным и регулируемым ценам, т. е. существуют на рынке. Работа на медицинском рынке, в условиях конкуренции, требует от руководителя учреждения здравоохранения углубленных знаний по функционированию рынка медицинских услуг, а также применения эффективных методов управления в условиях рыночной экономики [4, 98–99].

Рыночные отношения предполагают использование наряду с организационно-распорядительными и социально-экономические методы управления, применение которых на практике, оптимизирует процессы, связанные с выработкой новой стратегии функционирования учреждений здравоохранения

на медицинском рынке. Одно из важнейших мест в этом занимает организация маркетинга в медицинском учреждении [3, 26]. Поэтому уже сегодня, в условиях становления и развития рыночных отношений в здравоохранении, нельзя представить деятельность субъектов рынка медицинских услуг без знаний маркетинга, так как с его помощью наиболее эффективно принимаются оптимальные управленческие решения. Практический маркетинг своими средствами позволяет лучше приспособить производство к условиям окружающей среды (социально-экономической и природной), прежде всего к требованиям и запросам потребителей, а в широком смысле способен и формировать рациональные потребности. Широко применяющиеся в ведущих медицинских фирмах Запады исследования маркетинга и процесс управления им, дают возможность заметно увеличить производство и реализацию медицинских товаров и услуг, удовлетворяя тем самым все возрастающие потребности общества. Маркетинг давно уже преодолел свою узкоспецифическую направленность на реализацию продукции. Во многих развитых странах получило признание развитие такого направления, как «маркетинг менеджмент», когда концепция управления фирмой базируется именно на приоритетах маркетинга и именно с его точки зрения предприятие произво-

дит продукцию, или оказывает услуги. Все большую популярность в медицине приобретает социальный маркетинг, суть которого состоит в применении коммерческого сбыта и методов маркетинга для решения проблем общественного здравоохранения. Все шире распространяются такие формы организации медицинской помощи как, создание групп анонимных алкоголиков, а также различных школ для больных (бронхиальной астмой, сахарным диабетом, аллергическими заболеваниями и т. п.) [2, 54–56]. Подобные структуры обучают больных правилам поведения при определенных состояниях и стадиях течения болезни, оказанию помощи при обострении заболевания, рациональному подходу к жизни с учетом имеющейся хронической патологии. Все это не что иное, как методы социального маркетинга, давно уже используемые в развитых странах. Формирование у населения потребности в поддержании собственного здоровья, увеличение периодов стойкой ремиссии у больных, страдающих хроническими заболеваниями, во многом способствует поддержанию творческого потенциала, увеличению валового национального продукта, снижению затрат государства на организацию лечения и выплату пособий по инвалидности [1, 19].

Говоря о развитии системы маркетинга в нашей стране необходимо отметить, что не все однозначно положительно принимают эти изменения, население неохотно воспринимает медицину как сферу, где производимые услуги покупаются и продаются. Однако даже историческим опытом доказано, что здоровье можно считать услугой, а если это услуга, то ее можно предлагать на рынке, что и происходит у нас — интенсивное развитие рынка платных медицинских услуг. Уже созданы необходимые законодательные условия, определены основные стратегические реформы по развитию частной медицины и идет подготовка необходимых специалистов [5, 208].

И все же состояние рынка здравоохранения находится только на самом начале пути своего развития. Возникла острая нехватка квалифицированных кадров, умеющих работать в пространстве рынка здоровья, владеющих навыками бизнес-планирования, управления, контролинга, маркетинга и менеджмента качества в здравоохранении. Пока только в двух высших учебных заведениях готовят магистров в области менеджмента и маркетинга в здравоохранении — Ташкентской Медицинской Академии и Ташкентском Педиатрическом Медицинском Институте, с общей мощностью до 15–20 выпускников в год. Конечно же, это не решает вопроса кадрового дефицита, но, тем

не менее, является своевременным ответом на потребности рынка. К сожалению, многочисленные выпускники прочих ВУЗов не владеют спецификой рынка медицины, а соответствующего предложения по неформальной подготовке подобных специалистов пока практически нет [1, 38].

Если перейти непосредственно к маркетингу здоровья или маркетингу в здравоохранении, то здесь мы можем отметить большой рост заинтересованности со стороны компаний, работающих в этой области к маркетингу. Конечно, нельзя говорить, что отелы маркетинга существуют во всех частных клиниках Республики Узбекистан, но рабочая позиция — маркетолог, менеджер по маркетингу, специалист по маркетингу, аналитик, встречается часто. Еще чаще, то есть практически всегда маркетинг присутствует в фармацевтических компаниях, особенно в представительствах зарубежных фармацевтических компаний. Опыт иностранных фармацевтических компаний показал высокую эффективность маркетинга, особенно на столь высоко конкурентном бизнесе как фармацевтический. Если сравнить уровень развития маркетинга фармацевтических компаний и компаний, оказывающих медицинские услуги, то это сравнение будет далеко не в пользу «врачебных» компаний.

К тому же рынок здоровья остается самым высоко контролируемым и регулируемым как со стороны государства и общества, так и со стороны самих профессиональных медицинских организаций, что требует высокой профессиональной подготовки участников этого рынка. Однако интереса к маркетингу у частных медицинских компаний пока нет, не считая единичные обращения по подготовке специалистов маркетологов.

Цель исследования: Изучение перспективы развития службы маркетинга в медицинских учреждениях Республики Узбекистан

Материалы и методы исследования: Исследование проводилось качественным методом. Исследование включало опрос и интервью руководящего состава — для экспертной оценки мнений и знаний руководителей в области маркетинга и его применения в медицинских учреждениях г. Ташкента. Работу проводили на базе 12 частных медицинских учреждений, охвачено опросом 22 респондента.

Результаты исследования. Установленные преимущества и недостатки внедрения службы маркетинга в систему здравоохранения показали что, существуя достаточное количество времени на рынке, частные медицинские учреждения применяют прин-

ципы маркетинга как неотъемлемой части развития рынка медицинских услуг. Руководителями частных медицинских учреждений было отмечено, что им приходится применять маркетинговые функции (отметили 94%), но не всегда они обращаются за этой помощью к специалистам в специальные маркетинговые или консалтинговые компании для предоставления маркетинговых услуг (анализ рынка медицинских услуг, маркетинговые исследования, анализ спроса и предложений, реклама и продвижение товара или услуг и многие и другие функции). Если перейти непосредственно к маркетингу здоровья или маркетингу в здравоохранении, то здесь мы можем отметить большой рост заинтересованности со стороны учреждений, работающих в этой области к маркетингу. Конечно, нельзя говорить, что отделы маркетинга существуют во всех частных клиниках Республики Узбекистан, но рабочая позиция — маркетолог (35%), менеджер по маркетингу (28%), специалист по маркетингу (22%), аналитик (27%), встречается часто. Еще чаще, то есть практически всегда (98%), маркетинг присутствует в фармацевтических компаниях, особенно в представительствах зарубежных фармацевтических компаний (100%). Опыт иностранных фармацевтических компаний показал высокую эффективность маркетинга, особенно на столь высоко конкурентном бизнесе как фармацевтический. Если сравнить уровень развития маркетинга фармацевтических компаний и медицинских учреждений, оказывающих медицинские услуги, то это сравнение

будет далеко не в пользу медицинских учреждений. Еще один аспект определяющий эффективность применения принципов маркетинга в частном секторе здравоохранения были знания руководителей в данной сфере. Знания в области определений понятия маркетинга руководителями учреждений в 72% случаях были не полными, в связи, с чем важно развитие и внедрение принципов маркетинга в медицинские учреждения Узбекистана которые помогут сделать частные клиники медицинского рынка конкурентоспособными, рационально использовать ресурсы.

Выводы. Работа медицинского учреждения в условиях рынка может резко измениться, и под воздействием различных факторов, принимать как положительный результат (прибыль), так и отрицательный (убыток). Роль государства в этой схеме ограничивается созданием условий для существования рынка медицинских услуг и защитой прав их потребителей, то есть государство обеспечивает гарантированный минимум медицинского обслуживания для всех граждан и проводит политику, направленную на полное удовлетворение социальных потребностей населения. А для того чтобы это стало возможным необходимо способствовать созданию и развитию отделов маркетинга в учреждениях здравоохранения со специально обученными специалистами маркетологами, которые бы учитывали возможности и барьеры рынка медицинских услуг и способствовали гармоничному развитию медицинских учреждений в условиях рынка.

Список литературы:

1. Вихров И. П., Андреас Кнот, «Менеджмент социальных услуг», учебно-методическое пособие, Караганда 2012 г., С. 19, 38.
2. Крылова Г. Д., Ноздрёва Р. Б., Соколова М. И., «Маркетинг» -учебное пособие, Москва, 2007 г., С. 54–56
3. Максимова С. И., «Маркетинг в здравоохранении» учебно-методическое пособие, Красноярск, 2011 г. С. 26.
4. Мамедова Г. Б., «Применение принципов маркетинга в системе здравоохранения» Материалы Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы гигиенической службы Узбекистана» Ташкент 2011 год, 28 апреля, С. 98–99.
5. Мамедова Г. Б., Акбарходжаев А. А., Эшдавлатов Б. М., «Развитие службы маркетинга в медицинских учреждениях», Ежемесячный научный журнал Молодой учёный, Россия, Казань ISSN 2072 –0297, № 3, 2014 год, С. 206–208.

Mukhamedova Nurkhan Xalimovna
Tashkent medical academy, PhD, Department of Biochemistry assistant, scientist,
PhD, assistant, scientist
Tashkent medical academy, department of bioorganic chemistry and biological.
E-mail: nurhon6969@mail.ru

Differentiated approach in harmonic status in women of pre postmenopausal period

Abstract: In recent years the attention of researchers prevlecheno kiizucheniyu role of hormonal changes in women during the period of pre-postmenopauz period. Analyse the results of the author of some studies suggestst arole in the development of MS and CVD endotelialnoymdis funktsii.

Keywords: Metabolic syndrome Leptin, insulinorezistentnosti, testosterone, estrogen, total holisterin, pre-postmenopauz, mass index.

Мухамедова Нурхан Халимовна
Ташкентская медицинская академия, кафедра.Биохимия, к. м.н.ассистент
Кандидат медицинских наук, ассистент
E-mail: nurhon6969@mail.ru

Дифференцированный подход в гормонального статуса у женщин в пре- постменопаузальном периоде

Аннотация: В последние годы внимание исследователей привлечено к изучению роли гормональных изменений у женщин во время пре-постменопаузального периода. Автором проанализированы итоги некоторых исследований, показывающих роль МС в развитии ССЗ и эндотелиальной дисфункции.

Ключевая слов: Метаболический синдром, лептина, нсулинорезистентности, тестостерон, эстрадиола, общего холестерина,, пре-постменопауза, индекс массы тела.

Изучению потенциальной взаимосвязи между уровнем гормонов, метаболическими нарушениями и появлением других факторов риска ССЗ в переходный период женщин посвящено большое количество исследований. Donato и соавт. [1] в крупном популяционном исследовании показали, что у женщин в постменопаузе наличие абдоминального ожирения отмечалось в 5 раз чаще по сравнению с женщинами репродуктивного возраста, даже после корректировки полученных данных с величиной индекса массы тела (ИМТ). Однако этот тип ожирения формируется постепенно в течение переходного периода, при этом более опасно накопление висцерального жира, надежным маркером которого является увеличение окружности талии, особенно у женщин с нормальным весом [2]. Повышение висцерального ожирения именно в переходный период подтверждается как в поперечных [3], так и в продольных исследованиях [4]. Lee и соавт. [5] обнаружили, что этот процесс связан с развитием неблагоприятного адипокинового и воспалительного профиля (снижена концентрации адипонектина, повышен уровень лептина, тканевого активатора плазминогена и С-реактивного белка в сыворотке).

Гормональные изменения во время переходного периода также связаны с накоплением висцерального жира. Показано, что уровень биодоступного тестостерона (Т) оказался более значимым прогностическим фактором увеличения количества висцерального жира, чем концентрация эстрадиола, сопоставимого по значимости с уровнем, глобулина, связывающего половые стероиды (ГСПС) [6–7]. Исследования последних лет показали, что «стареющий» яичник поддерживает свою стероидогенную функцию у женщин в постменопаузе. Более того, на фоне резкого снижения уровня эстрогенов может отмечаться относительная гиперандрогения.

Помимо инсулинорезистентности, висцеральное ожирение является важным компонентом метаболического синдрома (МС). По данным SWAN к моменту менопаузы МС развился у 14,8% женщин [8], а при объединении числа исходно имевшихся нарушений с новыми случаями МС те или иные его ключевые признаки (висцеральное ожирение, артериальная гипертензия или дислипидемия) были выявлены у 33,8% женщин. По данным исследования SWAN вероятность развития новых случаев МС за 7–10-летний период наблюдения

одинаково возрастала при повышении уровня тестостерона, индекса свободных андрогенов и низких показателях ГСПС [9], Учитывая влияние повышенного ИМТ и инсулина на уровень ГСПС и сложные взаимоотношения между концентрацией связывающего белка с уровнем свободного тестостерона, невозможно с достоверностью сказать, является ли повышение содержания этого гормона причиной, или только одним из звеньев в цепи взаимосвязанных нарушений. Полученные в ходе SWAN данные особенно важны в свете результатов крупномасштабного исследования (n-951 083) [10], показавшие, что МС повышает риск ССЗ в 2, а общей смертности — в 1,5 раза.

ССЗ остаются главной причиной смертности женщин. Согласно статистическим данным Американской ассоциации сердца (АНА) от 2012 г., более трети взрослых женщин имеют те или иные ССЗ [11]. Повышение риска ССЗ выявляется у 38,1% женщин в возрасте 40–59 лет, у 71,9% в возрасте 60–79 лет и у 86,7% в возрасте >80 лет.

Частота ишемической болезни сердца у женщин увеличивается уже в перименопаузе, но экспоненциально возрастает в постменопаузе, что может отражать раннее возникновение и/или прогрессирование субклинического атеросклероза, независимо от возраста женщин.

Связанное с менопаузой повышение уровня общего холестерина, холестерина липопротеинов низкой плотности и аполипопротеина В, а также снижение концентрации играющего протективную роль холестерина липопротеинов высокой плотности способствуют увеличению риска ССЗ. Однако дислипидемия ответственна только за 25–30% общего показателя повышения риска атеросклероза. В исследовании E. Khoudary и соавт. [12], которые в течение 9-лет изучали в динамике взаимосвязь между уровнями ФСГ, Е2, ГСПС, ряда биохимических параметров и показателями структурного ремоделирования сосудистой стенки, такими как толщина интимы-медии и адвентициального диаметра общей сонной артерии, доказано что прогрессирующее повышение толщины интимы-медии сонной артерии коррелировало со снижением уровня ГСПС, а повышение адвентициального диаметра общей сонной артерии — со снижением уровня Е2 и повышением концентрации ФСГ. Кроме того, визуализация артерий подтвердила появление атеросклеротических бляшек уже в перименопаузе.

По-видимому, независимо от возраста женщины, процессы структурного ремоделирования сосудистой стенки отмечаются уже в переходный период, что не может не ускорить развитие эндотелиальной дисфункции.

Список литературы:

1. Donoto G/R., Fuchs S. C., Oppermann K., Bastos C., Spritzer P. M., Association between meno – pause status and central adiposity measured at different cutoffs of waist circumference and waist – to – hip ratio // Menopause. – 2006. – Vol. 13. – P. 280–5.
2. Davis S. R., Castello – Branco C., Chedraui P., Lumsden M. A., Nappi R. E., Shah D., Writing Group of the International Menopause Society for World Menopause Day 2012. Understanding Weight gain at menopause // Climacteric. – 2012. – Vol.15 (5). – P.419–29.
3. Tchermof A., Desmeules. A., Richard. C., et al Ovarian hormone status and abdominal Visceral adipose tissue metabolism // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 2004. – Vol.89 (7). – P.3425–30.
4. Thurston R. C., Witdman R. P., et al. Do changes in sex steroid hormones precede or follow Increases in body weight during the menopause transition? Results from the Study of Womens Health Across the Nation. // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 2012. – Vol.97 (9); E 1695–704.
5. Lee. C.G., Car. M.C., Murdoch S. J., Wener M. N., et al Adipokines, inflammation, and visceral Adiposity across the menopausal transition; a prospective study. // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 2009. – Vol.94; (4). – P. 1104–10.
6. Jansen I., Powel L. H., Dugan S. A., Testosterone and visceral fat in midlife women: The Study of Womens Health Across the Nation. (SWAN). // Fat. Patterning Study. Obesity (Silver Spring). – 2010. – Vol.18 (3). – P.604–40.
7. Guthrie J. R., Dennerstein L. Work J. D. Central abdominal fat and endogenous hormones during the menopausal transition. // Fertil. Steril. – 2003. – Vol.79 (6). – P.1335–40.
8. Jansen I., Powel L., Lasley B., Menopause and the metabolic syndrome // Arch. Intem. Med. – 2008. – Vol.168. – P.1568–75.
9. Torens J. I., Zhao X., Sowers M., Relative androgen excess during the menopausal transition predicts incident metabolic syndrome in midlife women; the Study of Womens Health Across the Nation // Menopause. – 2009. – Vol.16; (2). – P.257–64.

10. Mottillo S., Filion. K.B., Genest. J., Pilote. P. et al. The metabolic syndrome and cardio – vascular risk: asystematic review and metaanalysis//J.Am.Coll.Cardiol. – 2010. – Vol.56 (4). – P.1113–32.
11. Roger V.L., Go A. S., Lioyd – Jones D. M., Berry J. D., Borden W. B., et al; American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Hear disease and Stroke statistics-2012 update: a report from the American Heart Association//Circulation. – 2012;125 (1); e2-e220.
12. El Khoudary S. R., Wildman R. P., Mathews K., Thurston R. C. Endogenous sex hormones impact the progression of subclinical atherosclerosis in women during the menopausal transition//Atherosclerosis. – 2012. – Vol.225 (1). – P.180–6.

*Nechytailo Yuriy Mykolaiovych, Bukovinian State Medical University,
Head of Department of Pediatrics, neonatology and perinatal medicine
E-mail: yunech03@yandex.ua*

*Nechytailo Dmytro Yuriiovych, Bukovinian State Medical University,
Associate Professor, Department of Pediatrics, neonatology and perinatal medicine
E-mail: dnechitailo@mail.ru*

*Buriak Oleksandr Grygorovych, Bukovinian State Medical University,
Associate Professor, Department of Pediatrics, neonatology and perinatal medicine
E-mail: buriak@neonatology.in.ua*

Features of the condition of microcirculation in school-age children with arterial hypertension

Abstract: 62 children were examined. 30 children with hypertension were included in the main group, 32 healthy children — in to control. In children with hypertension more often appears symptoms of violation of microcirculation, such as reducing the width of the capillary, the presence of “sludge”, local spasm and slowing of blood flow, changes in shape of the capillary, which is understandable consequence of autonomic dysregulation, which in turn is accompanied by violation of hemodynamic at all levels, including capillary.

Keywords: school-age children, microcirculation, arterial hypertension.

Arterial hypertension (AH) — is a disease characterized by recurrent or persistent rise in systolic blood pressure (SBP), sometimes diastolic blood pressure (DBP), occurs on a background of excessive sympathoadrenal activity and/or the renin-angiotensin-aldosterone system, endothelial dysfunction and leads to hypertensive damage to target organs (heart, kidneys, blood vessels of the brain and retina) [1, 5–10]. The diagnosis of hypertension is set in adolescents 16 years and older if primary hypertension persists for 1 year or more earlier (under 16 years) — if damage to target organs. The term “hypertension” is also synonymous with “primary hypertension” and is used traditionally in Russia and Ukraine, as better emphasizes chronic disease and points to the need for adjuvant therapy [3, 202].

For 10 years from the end of 80's to the end of 90's of the past century the index of the average systolic blood pressure in children increased in 1.4 mmHg and diastolic — 3.1 mmHg. According to recent epidemiological studies in Russia, including

4015 children aged 4–16 years in ontogeny formed three peaks of high blood pressure: the girls — in 5 (22.7%), 8 (19.1%) and 13 (15, 1%) years, boys — in 6 (16.7%), 8 (12.3%) and 14 (11.2%) years. According to our study in the population of students ranging from the age of 12 arterial hypertension occurs in virtually every 6th, and between boys of 15–16 years old in 8% determined hypertension of the second degree [2, 111–112].

Evaluation of AH is carried out by percentile tables according to gender, age, height of the child. If the SBP and/or DBP \geq 90th but \leq 95th percentile, it was considered high normal blood pressure, but taking into account recommendation JNC7 [5, 289] have been replaced the concept of “high normal pressure” to “before-hypertension”, and if blood pressure exceeds 120/80 mmHg, even if it is $<$ 90 th percentile, this condition is considered to “before-hypertension”. This is because the cardiovascular risk begins to increase in blood pressure higher than 115/75 mmHg. If the SBP and/or DBP level higher

then 95th percentile according to sex, age, height and is determined during three or more measurements, we can talk of about availability of hypertension in child [3, 202]. Hypertension of 1st degree — rate SBP and/or DBP during three or more measurement values higher than 95th percentile, but lower than the value of 95-th percentile + 10 mmHg, arterial hypertension of the second degree — during three or more measurements is determined by the average SBP and/or DBP higher by 10 mmHg the values of 95th percentile according to sex, age, height [1, 5–10].

Microcirculatory link is a subsystem of the vascular bed, which consequently realized by providing transcapillar metabolism and its response to the impact of external factors and internal environment. It is obvious that changes in the microcirculation (MC) of blood are closely correlated with changes in the central hemodynamics, they can be used as criteria to evaluate the overall physical development and health of the subjects. Study MC is important in modern pediatrics, as, at this level of the circulatory system ensured delivery of oxygen to the cells, energy and plastic substrates, removal of tissue carbon dioxide and other decomposition products. MC responsive to the effects of various pathological factors, so its violation can be an early sign, and prolonged exposure — persistent and often the only sign of the disease. It is proved that the changes of microcirculation determined option of hypertension and is quite an early marker of the degree of destruction organs-targets [4, 15–18].

The purpose of the study. Examine the condition of microcirculation in school-age children with arterial hypertension.

Materials and methods. We examined 62 children of school age with hypertension in rural areas and cities. Value of girls and boys was 1:1. The average age of children was $13,4 \pm 0,12$ years. 30 children made up the main group, 32 children — control. The main group includes children whose blood pressure was higher than 95th percentile.

We used the following methods of examination: anthropometric, clinical, laboratory, and statistical tools. Blood pressure measurement was carried out with automatic tonometers Microlife, Nissei, AND and Little Doctor with removable sleeves in the morning on both hands three times, with an interval of 2 minutes between each measurement. In addition to the children with high blood pressure and arrhythmias additionally performed electrocardiography. Assessment of the peripheral microcirculation was provided using computer

capillaroscopy. Statistical analysis of the data was carried out using non-parametric methods of estimation.

Results and discussion. The overall picture of the capillaries in the nail bed children with basic group had the correct architecture structure, standard U-shaped and the same diameter vessels (Fig. 1).



Fig. 1. Capillaroscopic vascular pattern of the nail bed.

At the same time, some children were recorded pathological tortuosity (Fig. 2) and reduction of the number of capillaries per unit area (Fig. 3).



Fig. 2. Pathological capillary tortuosity (Patient D.).



Fig. 3. Reduction of the number of capillaries per unit area

Also in 22 children with a core group observed pronounced local spazmovanist capillaries which are virtually disappeared after the thermal test. (Fig. 4 and Fig. 5)



Fig. 4. Severe local spasm of capillaries before the thermal test



Fig. 5. Severe local spasm of capillaries after the thermal test

Another feature was that in 12 children there was the phenomenon of “sludge” and slowing blood flow (Fig. 6).



Fig. 6. Phenomenon of «sludge» and slowing of blood flow.

In the control group, the above-mentioned features were absent. Only in one child we found a decrease in the number of capillaries per unit area, which is likely the result of innate characteristics, so that this pattern was observed in the child's father, who we have specially invited for examination. The difference in basic terms, that has been noted between the main and control groups is given in Table 1.

Table 1. – Average values of capillaroscopic research in school age children

Index	Group of surveyed		
	Norma	Main (n=30)	Control (n=30)
Perivascular zone, mkm	93,8±3,2	92,7±2,4	94,2±3,1
Distance between capillars, mkm	110,1±2,6	97,1±1,3*	109,9±15,4
The length of the capillary, mkm	158,7±5,8	153,6±4,6	155,4±4,3
The width of the capillary, mkm	41,3±1,6	36,4±1,2*	41,9±1,6
Number of anastomoses (per 10 cap)	1,0±0,7	0,6±0,9*	1,1±0,6
Linear density, capillary/mm	7,4±0,3	7,8±0,3	8,1±0,3
Changing the shape of the capillary (per 10 cap)	0,9±0,1	2,3±0,4*	0,5±0,1
The presence of «sludge», points	0	1,2±0,3*	0
Transcapillary changes, points	1,1±0,1	1,2±0,2	1,1±0,2

* – p<0,05

Five indicators had significant difference between children from main and control group: the distance between capillaries, capillary width (due to the presence of local spasm in children with hypertension), number of anastomoses (reduced in children in the main group, due to a reduced oxygenation and slow blood flow), change in shape of the capillary and the presence of «sludge» that measured in points.

Conclusions.

1. Summarize the data presented above it can be concluded that there is a significant difference in microscopic picture of blood vessels of the nail bed between children with hypertension and healthy children
2. In children with hypertension more often present the symptoms of violation of microcirculation, namely — the reduction of the width of the capillary, the presence of “sludge”, local spasm and slowing of blood flow, changes in

shape of the capillary, which is understandable consequence of autonomic dysregulation, which in turn is accompanied by hemodynamics violation at all levels, including capillary.

3. Use the nail bed capillaroscopy can be recommended during screening for arterial hypertension of school-age children because of its ease of use and non-invasivity.

Prospects for further development. Based on the obtained results promising is a further more detailed study of the characteristics of microcirculation in the dynamics in school-age children with arterial hypertension.

References:

1. Maidannik V.G. Diagnostika ta klasifikatsiya pervinnoi arterial'noi gipertenzii u ditey/V.G. Maidannik M. M. Korenev, M. V. Haitovich, L. F. Bogmat//Pediatriya, akusherstvo ta ginekologiya. – 2006. – № 6. – S. 5–10.
2. Pogodina A. V. Epidemiologicheskie aspekty arterial'noy gipertenzii u detey i podrostkov/A. V. Pogodina, V. V. Dolgih, L. V. Rychkova//Materialy VIII Vseros. nauch.-obrazovat. foruma «Kardiologiya 2006». – M., 2006. – S. 111–112.
3. Maidannik V. G. Rasprostranennost' arterial'noy gipertenzii sredi detey i podrostkov/V. G. Maidannik, N. V. Haitovich, V. V. Bychkov//Sbornik materialov XII Kongressa pediatrov Rossii «Aktual'nye problemy pediatrii». – Moskva, 19–22 fevralya 2008 g. – S. 202.
4. Shlimkevich I. V. Osoblivosti klinichnih proyaviv ta stanu mikrocirkulyatsii u ditey z arterial'noy gipertenzieyu /I. V. Shlimkevich, O. B. Sinovers'ka, L. Ya. Ivanishin, O. S. Hohlyakova//Pediatriya, akusherstvo, ginekologiya. – 2010. – № 2. – S. 15–18.
5. Chobanian A. V. The seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure: the JNC 7 report/G. L. Bakris, H. R. Black//JAMA. – 2003. – 289. – 2560–2572 (PR).

Section 8. Mechanical engineering

*Krivosheev Igor Alexandrovich,
Doctor of Technical science, Head of laboratory,
Computational Center, Russian Academy of Sciences,
Far East Branch, Khabarovsk, Russia.
E-mail: igork@as.khb.ru*

*Shamurina Anna Igorevna,
research fellow, Computational Center, Russian Academy of Sciences,
Far East Branch, Khabarovsk, Russia.
E-mail: sh-a-ig@mail.ru*

A method of monitoring changes softening of rock mass

Abstract: This paper proposes a method of monitoring changes in rock mass. The presented method is used to compare the criteria, and the obtained results are shown graphically material by which to evaluate their performance.

Keywords: spectral density, rock mass, criterion, fracturing.

*Кривошеев Игорь Александрович, докт. техн. наук,
зав. лабораторией, ВЦ ДВО РАН, г. Хабаровск
E-mail: igork@as.khb.ru*

*Шамурина Анна Игоревна, научный сотрудник,
ВЦ ДВО РАН, г. Хабаровск
E-mail: sh-a-ig@mail.ru*

Способ контроля изменения разупрочнения массива горных пород

Аннотация: в работе предлагается способ контроля изменения состояния массива горных пород. На предложенном способе было проведено сравнение критериев и по полученным результатам представлен графический материал, по которому можно оценить их работоспособность.

Ключевые слова: спектральная плотность, массив горных пород, критерий, трещиноватость.

Введение

Проблема повышения безопасности и эффективности подземной разработки удароопасных месторождений занимает важное место в развитии горнодобывающей промышленности многих стран и регионов. Прогнозирование характера и масштаба горнодинамических явлений, представляющих собой угрозу жизни работающим и одну из причин снижения эффективности горного производства, до настоящего времени являются трудноразрешимой задачей из-за несовершенства применяемых методов контроля и технических средств [1–5]. Однако, для ведения прогноза появления высокоэнергетических событий необходимо выбрать такие прогностические характеристики, которые могли бы помочь отследить такой

зарождающийся процесс. Ранее [6] было доказано, что в этом случае для ведения прогнозных работ необходимо контролировать энергетические события величиной на три порядка меньшей.

Способ контроля и критерии сравнения

Предлагается усовершенствовать способ, приведенный в [5,7], т. е. спектральный. Суть его заключается в следующем. Так как отслеживать изменение спектральной плотности мощности акустического сигнала, прошедшего контролируемый участок массива горных пород (МГП), в бесконечных пределах является сложной, с точки зрения погрешностей, и технически трудновыполнимой задачей, то для характерного контролируемого параметра была выбрана сумма ограниченных по частоте отношений принятого сигнала:

$$p = \sum_{n=2}^q \frac{\left| A \int_{(n-1)2\pi/\tau}^{n2\pi/\tau} \frac{\sin\left(\frac{\omega k \tau}{2}\right) \sin\left(\frac{\omega \tau}{2}\right) d\omega}{\omega^2} \right|}{\left| A \int_0^{2\pi/\tau} \frac{\sin\left(\frac{\omega k \tau}{2}\right) \sin\left(\frac{\omega \tau}{2}\right) d\omega}{\omega^2} \right|}, \quad (1)$$

где q - интервал сравнения, A - коэффициент, пропорциональный амплитуде принятого сигнала, τ — длительность импульса, $k = tg\beta$, β — угол наклона.

При каждом новом излученном акустическим импульсом на выходе приемного датчика получаем новое значение $p(p_1, p_2, \dots, p_q)$, т. е. если произошли физико-механические изменения на контролируемом участке МГП, то в спектре принятого сигнала будем иметь свои особенности. Если учесть, что приемных датчиков может быть столько, сколько контролируемых трасс на участке, то тогда при первом излучении акустического импульса (при условии, что сигнал достиг всех приемных датчиков) можно записать матрицу начального состояния в наших обозначениях:

$$P^0 = \| p_{ij}^0 \| \quad (2)$$

p_{ij}^0 - начальное отношение спектральных составляющих i - го импульса j - ой трассы.

В дальнейшем по истечении времени t_1, t_2, \dots, t_q будем иметь матрицы состояний

$$P^1 = \| p_{ij}^1 \|, P^2 = \| p_{ij}^2 \|, \dots, P^T = \| p_{ij}^T \| \quad (3)$$

На основании этих матриц можно составить матрицу изменения состояния:

$$P_c = \left| \begin{array}{cccc} P^0 & P^1 & \dots & P^T \end{array} \right| \quad (4)$$

Проводя сравнения элементов матрицы (4) можно получить информацию об изменении физико-механического состояния контролируемого участка МГП.

Как и любой способ, в том числе предложенный нами, предполагает статистическую обработку результатов полученной матрицы, например [8], где речь идет о сравнении между собой любых двух выборок, а не только тех, которые принадлежат двум соседним временным интервалам. В [9] рассматривался вопрос о влиянии нарушения предположения о нормальности двух выборок на принятие решения об их однородности относительно средних (математических ожиданий). В случае двух нормальных выборок проверку предположения о равенстве дисперсий осуществляют с помощью стандартного F - критерия [10]. Однако в [11] подчеркнуто, что этот критерий чрезвычайно чувствителен к отклонениям от нормальности.

В [12] приведен разработанный робастный метод проверки гомоскедастичности двух выборок от-

носительно дисперсий с использованием стандартной проверочной статистики. Причем, исследование показано с точки зрения физика-экспериментатора, чтобы основные идеи были прозрачны и удобочитаемы для исследователей, чья деятельность связана с измерениями.

Важно подчеркнуть, что в случае отклонения от нормальности, «порог» критерия зависит при фиксированном уровне значности не только от объемов выборок, но и от эксцессов распределений, из которых они взяты. Другими словами, эксцессы управляют «порогом» F -критерия проверки однородности двух выборок относительно дисперсий.

Предложенный способ сравнивался с классическим базовым, который исследовался в [5] и был оценен, как чувствительный [13]. Сравнение проводилось с помощью классического F — критерия относительно дисперсий.

Численное моделирование

Для численного моделирования были сделаны следующие допущения. Так как реально импульсы, прошедшие контролируемый участок горного массива, отличаются формой друг от друга, то фронты импульсов, информативные в нашем случае, аппроксимированы. При моделировании каждая последующая одиночная последовательность из независимых прямоугольных импульсов, прошедших контролируемый участок МГП, имела различный наклон фронтов, соответствующий различным физическим состояниям МГП.

Результатом численного моделирования является построение таблиц, отображающей значение p при различном угле наклона фронтов ϕ_i . По этим таблицам строились графики зависимости p от ϕ_i при различных значениях q .

Различные неравенства критериев указывают на возможность их сравнения для выбора оптимального в данном конкретном случае.

Были выбраны статистические критерии, которые используются исследователями при контроле изменения физико-механических свойств МГП [8, 9, 10, 12]. А именно, стандартный F -критерий проверки средних и дисперсий; робастный F — критерий проверки средних и дисперсий.

Для сравнения критериев был введен коэффициент k , который показывает отношение числа найденных значимых различий к общему числу значений p .

Были статистически обработаны рассчитанные таблицы по различным критериям, и по полученным данным построены графики (рис. 1).

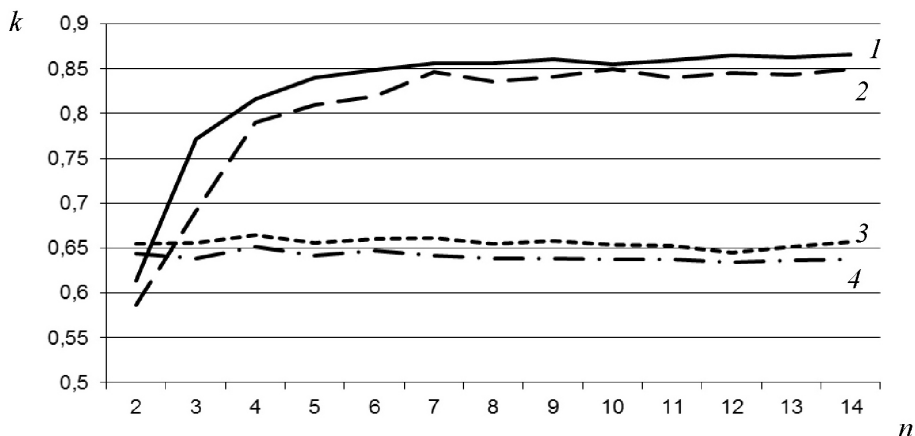


Рис. 1. Рассчитанный коэффициент k для различных критериев: 1 робастный и 2 классический по дисперсиям; 3 робастный и 4 классический по средним.

В результате численного моделирования, выявлено, что оптимальным критерием для предложенного способа является робастный F -критерий по дисперсии, так как он позволяет определить большее число значимых изменений.

Однако, приведенные графики являются интегральными, и поэтому делать заключение о чувствительности или реальной достоверности преждевременно. Если рассмотреть подробно таблицу отдельно взятого эксперимента рис. 2, в которой серым цветом закрашены позиции чувствующие различия сравниваемых

выборок, то увидим, что позиции неразличимых выборок не одинаковы по своему местоположению в сравниваемых таблицах. Это говорит о том, что для более детального исследования необходимо учитывать эти факты, которые вместе с мощностью критериев достойны отдельного рассмотрения не загромождая настоящую статью математическими выкладками.

Более того при одинаковых значениях ϕ , но при различных n таблицы на рис. 2. также будут существенно отличаться не только между собой, но и между полученными значениями статистики внутри критерия.

$\phi \backslash n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35			
2																																						
3																																						
4																																						
5																																						
6																																						
7																																						
8																																						
9																																						
10																																						
11																																						
12																																						

a)

$\phi \backslash n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35				
2																																							
3																																							
4																																							
5																																							
6																																							
7																																							
8																																							
9																																							
10																																							
11																																							
12																																							

b)

Рис. 2 — Таблицы значений статистических данных F -критериев сравнения по дисперсиям а) по средним б).

Из рис. 2 видно, что робастный F — критерий по средним не позволяет определить значимые изменения в спектре смоделированного импульса при малых углах наклона фронтов.

Заключение

Предложен способ контроля изменения разупрочнения массива горных пород, основанный на сумме отношений ограниченного по частоте спектра сигнала, прошедшего контролируемый участок массива горных пород. Предложен алгоритм и показана его работоспособность. Для работы способа использовались различные статистиче-

ские критерии сравнения, которые без ухудшения результатов могут быть применимы при проведении исследований. Проведено сравнение выбранных критериев при одних и тех же исходных данных и одинаковом уровне значности. Интегральный параметр такого сравнения k (рис. 1) показывает преимущество робастного критерия сравнения оценок дисперсий.

Однако, интегральный коэффициент не всегда однозначно может быть использован при сравнении таких критериев, поскольку он нечувствителен к “местоположению” сравниваемых параметров.

Список литературы:

1. Tsuyoshi Ishida. Acoustic emission monitoring of hydraulic fracturing in laboratory and field.- Construction and Building Materials. Issues 5–6, July-September, 2001, Volume 15, Pages 283–295.
2. Lixin Wu, Shanjun Liu, Yuhua Wu and Chuanyin Wang. Precursors for rock fracturing and failure Part I: IRR image abnormalities-International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. April 2006, Volume 43, Issue 3, Pages 473–482
3. Авт. св-во СССР № 1314056 E21 С 39/00, 1986, БИ № 20.
4. Авт. св-во СССР № 1645511 E21 С 39/00, 1991, БИ № 16.
5. Кривошеев И. А., Шамурина А. И. Информационная система геомеханического контроля.- Информатика и системы управления. 2010, № 3 (25), с. 72–81.
6. Журков С. Н., Куксенко В. С., Петров В. А. Физические основы прогнозирования механического разрушения.-ДАН СССР, 1981, т. 259, № 6, с. 1350–1353.
7. Кривошеев И. А. Метод контроля разупрочнения массива горных пород.- Маркшейдерия и недропользование, № 1, 2010 г, с. 54–56.
8. Кривошеев И. А., Иванов Г. А. Статистический метод обработки данных сигналов акустической эмиссии в горном массиве. – Дефектоскопия, 2002, № 2, С. 62–65.
9. Кривошеев И. А., Иванов Г. А. Робастный метод обработки экспериментальных данных.-Дефектоскопия, 2003, № 8, С. 35–41.
10. Мардиа К., Земроч П. Таблицы F -распределений и распределений, связанных с ними. – М.: Наука, 1984.-254 с.
11. Шефе Г. Дисперсионный анализ. – М.: Наука, 1980. – 512 с.
12. Кривошеев И. А., Иванов Г. А. Скорректированный F -критерий проверки однородности выборок относительно дисперсий.-Дефектоскопия, 2004, № 10, С. 3–12.
13. Шамурина А. И. Контроль изменения трещиноватости массива горных пород//Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых: Материалы 8 международной научной школы молодых ученых и специалистов. 14–18 ноября 2011 г., г. Москва, ИПКОН РАН, Москва, 2011, с. 155–158.

Section 9. Food processing industry

*Vujacic Vesna, University of Montenegro
PhD, Faculty of Tourism and Hotel Management Kotor
E-mail: vuvesna@ac.me*

Challenges of genetically modified food and GMOs

Abstract: GMOs are genetically modified organisms in which the genetic material is not altered by natural recombination but through special technological procedures. GM foods contains raw materials that originate from genetically modified organisms. The aim of this paper is to present the purpose and potential of genetic modification in the food industry, biomedical, pharmaceutical, human and veterinary medicine.

Keywords: GM food, challenges, GM organisms.

*Вуячич Весна, Университет Черногории
доктор наук, Факультет туризма и гостиничного сервиса в Которе
E-mail: vuvesna@ac.me*

Вызовы генетически модифицированной пищи и ГМО

Аннотация: ГМО — генетически модифицированные организмы, в которых генетический материал не изменяется путем естественной рекомбинации, а применением конкретных технологических процедур. ГМ продукты содержат сырьё, которое происходит из генетически модифицированных организмов. Целью данной работы является объяснить цель и потенциал генетической модификации в пищевой промышленности, биомедицине, фармацевтике, медицине и ветеринарии.

Ключевые слова: ГМ пища, вызовы, ГМ организмы

Увеличение населения заставляет нас задать вопрос: как обеспечить пищу в течение следующих двухсот-трехсот лет. Решение заключается в разработке новых технологий, продуктов питания, медикаментов и новых форм энергии. Современная биотехнология является сложной разветвленной наукой с общими исследованиями и применением в фармацевтической и пищевой промышленности, биомедицине, медицине и ветеринарии и охране окружающей среды.

В медицинской и фармацевтической промышленности ГМ организмы используются в процессе поиска и разработки лекарств, в доклинических фазах тестирования препаратов и белков, которые используются для терапевтических или диагностических целей, производства вакцин и для получения ткани для трансплантации (ксенотрансплантации). Генетические модификации полезных животных в сельском хозяйстве внедряются для улучшения состава мяса, молока, яиц, их пищевой

Перевод статьи на русский язык: Мария Паунович
ценности, уменьшения загрязнения окружающей среды, более точной селекции и устойчивости к болезням. Сегодня наука способна в лабораторных условиях синтезировать сложные белковые продукты. Один из них представляет собой мясо. Производство мяса в лаборатории называется карникультурой [1, 78].

На необходимость создания генетически модифицированных (ГМ) организмов повлияли проблемы современного человечества, такие как: необходимость приобретения новых знаний в области роста и развития организма, расшифровка генетического кода, изучение генетического контроля физиологических систем, создание универсальной модели для изучения причин возникновения, патогенеза, лечения заболеваний человека и животных, повышение питательной ценности и безопасности пищевых продуктов животного происхождения, поиск биологических индикаторов для точного обнаружения токсичных соединений и загрязнителей окружающей среды [2, 107–121; 3, 627–632; 4, 1336–1342].

Целью данной работы является показать, что ГМО и ГМ пища будущее человечества, но и выявить проблемы и возможности генетической модификации в пищевой промышленности, фармацевтике и ветеринарии.

Генетически модифицированные растения и животные — генетически модифицированные продукты

В коммерческие цели генетическая модификация, биотехнология в широком смысле, началась пользоваться с семидесятых годов 20-го века. В соответствии с Конвенцией по биологическому разнообразию [5], биотехнология означает использование любого вида технологии, связанного с использованием биологических систем, живых организмов или их производных для изготовления или измерения продуктов или процессов с целью их конкретного использования [6, 214].

Генная инженерия, когда речь идет о растениях, применяется с целью получения улучшенных сортов с новыми признаками, которые будут более устойчивы к засухе, холоду, теплу, устойчивы к широкому использованию гербицидов, с целью повышения урожайности, так как самой большой проблемой человечества является резкое повышение численности мирового населения и неравномерное распределение пищи. Исследования проводятся на следующих растениях: кукуруза, соя, рапс, томаты, хлопчатник, картофель.

Первый успешный перенос генов из одного организма в другой был реализован в 1973 году, а десять лет спустя началось развитие современной биотехнологии. Следующий шаг в этом направлении было создание ГМ-кукурузы, ГМ рапса, ГМ хлопчатника. Американское правительство в 1977 году приняло 18 биотехнологических растений, а в 1999 году был создан „Golden rice“, рис богатый β -каротином (провитамин витамина А). Преимуществами генетически модифицированных культур первого поколения биотехнологии являются повышение урожайности и более эффективная защита урожая от болезней, вредителей и сорняков. Более 70% из генетически модифицированных культур первого поколения биотехнологии были созданы с целью сокращения использования гербицидов или инсектицидов. Растения второго биотехнологического поколения были созданы с целью повышения белковой ценности, увеличения содержания витаминов, минералов и других полезных ингредиентов: примеры „Golden rice“ -рис, и Бт. кукуруза [7, 75–82].

Сегодня существуют генетически модифицированные виды дрожжей, используемые в хлебопекарной промышленности. Их модификация выполнена

с целью более быстрого высвобождения диоксида углерода, который необходим для производства хлеба. Для производства пива, генетически модифицированы дрожжи для того, чтобы более легко разложили крахмал до декстринов. Генетически модифицированы и помидоры с меньшим количеством воды, в результате чего они в процессах термообработки имеют более высокую плотность, более темный цвет в процессе консервирования (более высокое содержание пигментов биофлавоноидов и ликопин), созревают раньше и имеют лучший аромат при использовании в кулинарии. Генетически модифицирована и кукуруза, для того, чтобы кукурузное масло имело более высокое содержание мононасыщенных жирных кислот по сравнению с полинасыщенными жирными кислотами. Шафран модифицирован с целью увеличения содержания мононасыщенных жирных кислот по сравнению с насыщенными жирными кислотами, и для того, чтобы его структура была ближе к структуре жирных кислот в оливковом масле.

В фармацевтической промышленности ГМ животные используются в качестве животных моделей в процессе открытия и разработки лекарственных средств и могут значительно ускорить доклинические фазы испытания лекарств, увеличить уровень безопасности тестирования лекарств на клинических этапах на людях, ускорить их вывод на рынок и повысить качество лекарственных средств. Использование так называемых «очеловеченных» животных, которые несут гены человека, гораздо быстрее может пролить свет на место и образ действия препаратов на организм человека [8, 120–125; 9, 126–155].

В последние три десятилетия 20-го века и в 21-м веке сделано большое количество ГМ моделей животных для изучения неврологических, сердечно-сосудистых, легочных, онкологических и иммунологических нарушений. Более 95% из генетически модифицированных животных, которые используются в медико-биологических исследованиях грызуны, в основном ГМ мыши. Этот факт легко понимать, учитывая, что мы знакомы с генами мышей и людей, сходством и различиями между ними и что легко манипулировать генами мышей с точки зрения их модификаций. Модели ГМ мышей используются для изучения СПИДа, болезни Альцгеймера, болезни Паркинсона, гепатита В, глухоты, злокачественных заболеваний, диабета, шизофрении и других заболеваний человека [10, 37–54].

Пищевые продукты из ГМ животных еще не продаются на рынке. Ожидалось, что в 2014 году, ГМ лососи получат разрешение на выпуск на рынок США,

которые таким образом стали бы первыми ГМ животными для потребления на мировом рынке [11, 1]. Наибольшее количество генетических модификаций сельскохозяйственных полезных животных направлено на улучшение хозяйственно-ценных признаков, таких как рост, качество мяса, молока, яиц, устойчивость к болезням и долголетие.

Крупнейшими производителями и экспортерами ГМ-продуктов являются США, Бразилия, Аргентина, Китай. В большинстве стран ЕС существуют правила по маркировке продуктов, имеющих ГМО происхождение, и в странах ЕС, Японии, Австралии, Корее, Швейцарии, Венгрии, Норвегии и Исландии существуют правила по обязательной маркировке генетически модифицированных продуктов питания, которые на 30% дешевле продуктов питания, произведенных в традиционной манере. Нет никаких сомнений, что выгоды от современной биотехнологии в производстве продуктов питания огромные и что она приносит неограниченную пользу. Как уже отмечено, геновая инженерия может существенно повлиять на качество продовольственной и сельскохозяйственной продукции, улучшить текущие технологические свойства продукта, улучшить питательный состав; повлиять на адаптацию к требованиям заказчика (текущий рыночный спрос на продукты питания с низким содержанием жира и масел, содержащих определенные жирные кислоты) или требованиям отраслей промышленности, занимающихся их переработкой. Биотехнология это процесс, который не может быть остановлен, но, с другой стороны, увеличение генетически модифицированных продуктов питания, лекарств, косметики, обуви, одежды создает моральные и этические дилеммы, которые требуют введения и строгого соблюдения правовых норм

[12,10]. Только комплексный подход к появлению новых научных достижений в результате нанотехнологий в живом мире, может способствовать их надлежащему гуманно-селективному применению.

Заключение

Использование генетически модифицированных организмов в будущем может иметь значительно большее влияние на биомедицинские науки, фармацевтическую промышленность и производство продуктов питания. Использование продуктов ГМ организмов зависит от приемлемости потребителей, подзаконных актов, состояния здоровья населения в целом, но и изменений потребительских привычек, требований в области охраны окружающей среды, конкурентоспособности на рынке. Продукты ГМ организмов в будущем будут зависеть от информирования общественности о преимуществах и потенциальных рисках использования этих продуктов. Для использования ГМ сырья в ГМ пищевых продуктах не нужен сертификат о их состоянии, а сертификат о методах и количественной оценке ГМО изменений. Это очень сложный процесс, но четкая маркировка продуктов дает потребителям свободу выбрать ГМ пищу или продукты питания, произведенные традиционным способом. В настоящее время основными производителями и экспортерами ГМ-продуктов являются США, Бразилия, Аргентина, Китай, и в этих странах не обязательна маркировка ГМ-продуктов. В большинстве стран ЕС, Японии, Австралии, Корее, Швейцарии, Венгрии, Норвегии и Исландии существуют правила по обязательной маркировке продуктов, имеющих ГМО происхождение, и такие продукты дешевле продуктов питания, произведенных в традиционной манере.

Список литературы:

1. Vučinić Marijana. Genetičke modifikacije životinja sa aspekta veterinarske medicine i stočarstva. Zbornik radova naučnog skupa –Genetički modifikovani organizmi: činjenice i izazovi: Srpska akademija nauka i umetnosti, 2013
2. Houdebine L. M. Production of pharmaceutical proteins by transgenic animals: *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 32 (2), 2009.
3. Murray J., Mohamad-Fauzi N., Cooper C. A., Maga E. A. Current status of transgenic animal research for human health applications: *Acta Sci Vet* 38 (Suppl 2), 2010.
4. Vázquez-Salat N., Salter B., Smets G., Houdebine L. M. The current state of GMO governance: are we ready for GM animals? *Biotechnol Advanc* 30 (6), 2012.
5. <http://www.cbd.int/convention/articles/default.shtml?a=cbd-02> (13.10.2014.)
6. Novaković B., Miroslavljević M. Higijena ishrane: Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet Novi Sad, 2005.
7. Jošt M., Koks T. Tehnologija samouništenja *Metaphysica*, Beograd: Centar za prirodnačke nauke Beograd, 2005.
8. Brehm M. A., Shultz L. D., Greiner D. L. Humanized mouse models to study human diseases. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 17 (2), 2010.

9. Davies G. What is a humanized mouse? Remaking the species and spaces of translational medicine: *Body Soc* 18 (3–4), 2012.
10. Sacca R., Engle S.J., Qin W, Stock J. L., McNeish J. D. Genetically engineered mouse models in drug discovery research: *Methods Mol Biol* 602, 2010.
11. Forabosco F., Löhmus M., Rydhmer L., Sundström L. F. Genetically modified farm animals and fish in agriculture: a review. *Livest Sci* 153 (1–3), 2013.
12. Ticiati L., Ticiati R. *Genetski izmjenjena hrana*, Todra.Beograd, 2003.

Section 10. Agricultural sciences

*Lutfullin Minsagit Hayrulloevich, Doctor of Veterinary Science,
professor of Kazan State Academy of Veterinary Medicine, FGBOU VPO KGAVM*

*Lutfullina Nailya Achmetovna, Candidate of veterinary sciences,
associate professor of Kazan State Academy of Veterinary Medicine, FGBOU VPO KGAVM*

*Galkina Irina Vasilievna, Doctor of Chemical Sciences,
professor; Kazan federal University, KFU*

*Galkin Vladimir Ivanovich, Director of Chemical Institute A. M. Butlerov
of Kazan federal University, KFU*

*Vorobieva Natalia Vladimirovna, Candidate of pharmaceutical sciences,
associate professor; Kazan State Medical University, KGMU
E-mail: parasitology-kazan@mail.ru*

The effect of composition on the basis of quarterary phosphonium salt, substituted dinitrobenzofuroxsane and glucose on intestinal nematodes of pigs

Abstract: Anthelmintic efficiency of the composition, consisting of quarterary phosphonium salt — hexadecylphosphonium bromide (PhS), 5,7-bis- (m-nitroanilino)-4,6-dinitrobenzofuroxane (DNBF) and glucose, and also his individual components is studied. It is established that the combination of three components offered pharmaceutical compositions possesses high efficiency during the dehelminthization of the pigs, infected by intestinal nematodes. Every component of this composition makes the contribution to the antihelmintic action of a preparation.

Keywords: quarterary phosphonium salt, dinitrobenzofuroxane, glucose, pigs, intestinal nematodes.

*Лутфуллин Минсагит Хайруллович,
доктор ветеринарных наук, профессор Казанской государственной
академии ветеринарной медицины, ФГБОУ ВПО КГАВМ*

*Лутфуллина Наиля Ахметовна,
кандидат ветеринарных наук, доцент Казанской государственной
академии ветеринарной медицины, ФГБОУ ВПО КГАВМ*

*Галкина Ирина Васильевна, доктор химических наук,
профессор Казанского федерального университета, КФУ*

*Галкин Владимир Иванович, доктор химических наук,
профессор, директор химического института им. А. М. Бутлерова
Казанского федерального университета, КФУ, член-корр. Академии наук Республики Татарстан.*

*Воробьева Наталья Владимировна, кандидат фармацевтических наук,
доцент; Казанского государственного медицинского университета, КГМУ
E-mail: parasitology-kazan@mail.ru*

Действие композиции на основе четвертичной соли фосфония, замещенного динитробензофуроксана и глюкозы на кишечные нематоды свиней

Аннотация: Изучена антигельминтная эффективность композиции, состоящей из четвертичной соли фосфония — гексадецилфосфония бромида (ФС), 5,7-бис- (m-нитроанилино)-4,6-динитробензофуроксана

(ДНБФ) и глюкозы, а также его индивидуальных компонентов. Установлено, что комбинация трех компонентов предложенной фармацевтической композиции обладает высокой эффективностью при дегельминтизации свиней, зараженных кишечными нематодами. Каждый компонент этой композиции вносит свой вклад в антигельминтное действие препарата.

Ключевые слова: четвертичная фосфониевая соль, динитробензофуроксан, глюкоза, свиньи, кишечные нематоды.

Кишечные нематодозы являются одним из основных паразитарных заболеваний сельскохозяйственных и домашних животных, а также птиц. Они наносят существенный экономический ущерб, а некоторые из них представляют опасность и для человека.

Наиболее существенный ущерб свиноводству наносят такие паразитарные заболевания, как аскариоз, эзофагостомоз и трихоцефалез, которые довольно часто протекают как микстинвазии [3,5,]. Р. Т. Сафиулин [4] указывает, что животные, пораженные аскариозом, теряют более 30% массы тела по сравнению со здоровыми особями. У зараженных микстинвазиями поросят 2–4 месячного возраста снижение среднесуточного привеса составляет 83–100 г по сравнению со здоровыми животными.

Кишечные гельминтозы распространены и среди других видов животных, например у жвачных, лошадей, собак, а также птиц. Поэтому борьба с этими гельминтозами занимает важное место в системе ветеринарных мероприятий. Успех этих мероприятий, по литературным данным [1], в значительной степени зависит от наличия высокоэффективных, малотоксичных, общедоступных и простых по технике применения антигельминтиков. В последние годы для борьбы с кишечными нематодозами животных применяется большое количество лекарственных препаратов: панакур, ринтал, альбендазол, фенбендазол и другие антигельминтики. Несмотря на высокую эффективность, в основном, это препараты импортного производства и из-за высокой стоимости их закупки ограничены. Наряду с высокой паразитарной активностью и широким спектром действия, некоторые из препаратов отрицательно влияют на иммунную систему организма животных, а также обладают тератогенным и эмбриотоксическим действием [2]. Следовательно, вопросы изучения, разработки и внедрения в ветеринарную практику недорогих отечественных и высокоэффективных препаратов является актуальной задачей.

В данной работе была поставлена задача изучить антигельминтное действие фармацевтической композиции, состоящей из соли четвертичного фосфония, замещенного динитробензофуроксана и глюкозы (условное название С-16), а также её ингредиентов

при введении в организм инвазионных свиней. Исследования проводили в условиях вивария кафедры паразитологии и радиобиологии ФГБОУ ВПО КГАВМ на 9 поросятах 3–4 месячного возраста (средний вес от 18 до 20 кг), естественно зараженных кишечными нематодозами свиней. Пробы для копрологического исследования брали индивидуально от каждого животного. Гельминтофауна была представлена видами *Ascaris suum* и *Trichocephalus suis*. Животные были разделены на 3 группы по 3 поросенка в каждой. В первой группе применяли композицию (С-16), приготовленную следующим образом. В фарфоровой ступке смешивали и растирали 2,25 г глюкозы, 0,25 г н-гексадецилтрифенилфосфоний бромида (далее соль фосфония или СФ) и 2,50 г 5,7-бис-(м-нитроанилино)-4,6-динитробензофуроксана (далее динитробензофуроксан или ДНБФ) до получения однородного порошка красного цвета, которым наполняли 10 облаток (дозированные закрывающиеся контейнеры из крахмала). Пероральная лекарственная форма весом 0,5 г содержала 0,025 г соли фосфония, 0,250 г динитробензофуроксана и 0,225 г глюкозы. Животным второй группы задавали лекарственную форму весом 0,5 г, которая содержала 0,025 г соли фосфония (СФ) и 0,475 г глюкозы. Для третьей группы лекарственная форма весом 0,5 г содержала 0,250 г динитробензофуроксана (ДНБФ) и 0,250 г глюкозы. Клиническая картина у поросят до лечения была следующая: снижение аппетита, расстройство пищеварения, диарея, болезненность мышц живота. У некоторых поросят на коже отмечалась сыпь, папулы величиной с чечевичное зерно и струпья, окруженные пояском буроватого цвета. Картина крови характеризовалась анемией, лейкоцитопенией и эритроцитопенией.

Фекалии поросят исследовали через 1, 2, 3 и 4 недели после применения испытуемых препаратов.

Исследования показали, что полная дегельминтизация поросят произошла лишь только в первой группе животных, принимавших композицию С-16. Процесс дегельминтизации прошел в течение 1–2 дней с дальнейшим 2-х недельным постепенным очищением организма от гельминтов и мертвых яиц.

Показатели крови нормализовались через 2 недели. Появившийся временно в течение первой недели кашель свидетельствовал о гибели личинок нематод в легких, а аллергические реакции были связаны с одновременной гибелью большого количества нематод. Кашель и аллергия были выражены незначительно и прошли самопроизвольно. Фекалии осветленного цвета пластилиновой консистенции появились однократно на десятый день у 1-й свинки (с помощью микроскопии выявили остатки кутикулы аскарид и трихоцефал) и дважды у второго и третьего животного на 7-й и 10-й день в виде остатков кутикул трихоцефал и аскарид соответственно. По сравнению с поросятами 2 и 3 групп, в группе 1 животные после дегельминтизации были наиболее активны, поноса и каких-либо других побочных эффектов не наблюдалось. Необходимо отметить улучшение общего состояния животных и хороший аппетит после приема фармацевтической композиции С-16. При патологоанатомическом исследовании в кишечнике гельминты не были обнаружены.

Во 2 группе, получавшей СФ, картина дегельминтизации оказалась более размытой и очищение организма хозяина более плавным. Показатели крови нормализовались в течение 3-х недель. У 2-х свинок из 3-х произошел затяжной процесс очищения, который ставит под сомнение полную дегельминтизацию. Таким образом, несмотря на разрушение кутикулы нематод под действием СФ, прием этого компонента без ДНБФ оказался менее эффективным, чем их сочетание в композиции С-16 (группа 1).

В третьей группе поросят, получавших ДНБФ, наряду с дегельминтизацией (выход мертвых неполовозрелых аскарид, от 8 до 15 см) через 4 недели количество яиц паразитов не изменялось, а в дальнейшем у 2-х свинок появилась тенденция к их росту на фоне присоединившейся кишечной инфекции, что проявлялось диареей, исхуданием животного и сопровождалось лейкоцитозом крови. Таким образом, несмотря на наличие антигельминтной активности у ДНБФ, применение его менее эффективно по сравнению с композицией С-16, содержащей сочетание ДНБФ и соли фосфония, т.к. во-первых, кутикула нематод не разрушается, и, во-вторых, присоединяется кишечная инфекция.

Появление большого количества яиц разного срока созревания в 1 и 2 группе поросят объясняется нарушением целостности кутикулы гельминтов, а также матки и яйцеводов, что делает тело гельминта доступным для пищеварительных соков кишечника хозяина. Результаты выращивания личинок из полученных таким образом яиц нематод однозначно показали на полное отсутствие развития последних.

В результате проведенного исследования установлено, что фармацевтическая композиция С-16 обладает высоким антинематодозным действием при низких лечебных дозах — 0,055 г/кг.

Таким образом, экспериментально подтверждено, что сочетание трех компонентов предложенной фармацевтической композиции С-16 — соль фосфония, динитробензофуросан и глюкоза, обладает высокой эффективностью при дегельминтизации. Каждый компонент данной композиции вносит свой вклад в антигельминтное действие препарата: — соль фосфония — антибактериальный и антимикотический, а также проникающий через мембрану кутикулы компонент, приводящий к гибели гельминтов и патогенной микрофлоры за счет доступности пищеварительных соков хозяина внутрь паразита (что подтверждается разрушением кутикулы нематод, пластилинообразным состоянием фекалий и отсутствием нематод в фекалиях животных 2 и 3 группы); — замещенный динитробензофуросан — препарат, генерирующий NO *in vivo* и вызывающий спастические судороги нематод, а, в итоге, парализующий мышечную ткань нематод (что подтверждается выходом мертвых аскарид в 3 группе); — глюкоза — основное питательное вещество гельминтов, в данном случае является необходимой «приманкой» для паразита в кишечнике хозяина. Глюкоза способствует лучшему усвоению нематодами препарата, так как паразиты находятся в постоянном движении навстречу поступающим пищевым массам хозяина в поисках готовой глюкозы или ее составных частей для самостоятельного синтеза при помощи собственных ферментов. Способность гельминтов запасать гликоген также играет важную роль в пролонгированном действии предлагаемой композиции.

Список литературы:

1. Архипов, И. А. Побочные действия антигельминтиков и эндектоцидов и пути их предотвращения./И. А. Архипов//Ветеринария. – 1999. – С. 24.
2. Даугалиева, Э. Х. Особенности иммунитета животных при гельминтозах/Э. Х. Даугалиева, К. Г. Курочкина, А. В. Аринкин//Ветеринария. – № 7. – 1996. – С. 37.

3. Петров, Ю. Ф. Поиск высокоэффективных антигельминтиков при эзофагостомозе животных/Ю. Ф. Петров, М. В. Розовенко, Н. И. Косев//Мат. докладов научн. конф.: Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – М. – 1999. – С. 210–211.
4. Сафиуллин, Р. Т. Экономические схемы дегельминтизаций ремонтного молодняка свиней при нематодозах в специализированных хозяйствах/Р. Т. Сафиуллин//Ветеринария. – № 8. – 1933. – С. 34–38.
5. Смирнов, А. Г. Взаимоотношения различных видов гельминтов и их влияние на организм хозяина (на примере аскариды, власоглава и эзофагостомы свиньи)/А. Г. Смирнов//Сб. науч. тр. Всес. Инст.-та гельминтологии. – Т. 14. – М. – 1967. – С. 141 – 143.

*Turiansky Yuriy Ivanovych, Lviv Academy of Commerce
PhD, Researcher of the Department of Economic Theory, the Faculty of Economic
E-mail: Ks770@inbox.ru*

Research of the capital tax in the state financial mechanism

Abstract: Theoretical aspects of the formation and establishment of tax on capital are observed. The author also found the place and role of tax equity in state funding mechanisms. Recommendations to improve the mechanisms of real estate taxation and tax privileges were given.

Keywords: tax, property tax relief, capital, machinery, state fiscal policies, the facility tax payer.

*Турянский Юрий Иванович, Львовская коммерческая академия
к. э. н., соискатель кафедры экономической теории, экономический факультет
E-mail: Ks770@inbox.ru*

Исследование места налога на капитал в государственном финансовом механизме

Аннотация: Проанализированы теоретические аспекты формирования и становления налога на капитал. Определено место и роль налога на капитал в государственном финансовом механизме. Даны рекомендации по совершенствованию механизмов налогообложения недвижимости, а также предоставление налоговых льгот.

Ключевые слова: налог, недвижимость, налоговые льготы, капитал, механизм, государственная фискальная политика, объект налогообложения, плательщик.

В условиях развития рыночных отношений налогообложения собственности существенно расширяет фискальную-экономический аспект прямых налогов, поскольку обеспечивает налогообложения тех операций, которые вне сферы денежного обращения, а также выступает весомым инструментом финансового перераспределения.

На сегодня в науке преобладают три определяющие концепции имущественного налогообложения:

1. «Традиционное представление» — налог на имущество деформирует и целиком переносится на покупателей в виде повышения цен на недвижимость.

2. «Представление о выгоде» — характеризует этот налог как нейтральный и рассматривает его как плату за предоставленные местные общественные услуги.

3. «Новое представление» — обосновывает деформирующее влияние налога на использование ка-

питала в середине определенной юрисдикции и перенос его бремени на продавцов имущества [1, 45].

Система налогообложения собственности требует два основных направления фискальных изъятий: налогообложение совокупной стоимости имущества; налогообложения отдельных видов имущества. Проведенный мониторинг методологических подходов к огосударствлению части полученной субъектами предпринимательской деятельности стоимости вследствие производственной эксплуатации или использования для личных потребностей определенных имущественных ценностей или активов в цивилизованном налоговом общественной среде засвидетельствовал весомую роль налогов на имущество не только как фискальных ресурсов бюджетной системы, но и как эффективных инструментов фискальной политики. Наиболее приемлемыми для указанных целей являются налоги на личные доходы физических лиц

и налогов на имущество физических лиц. Указанные платежи формируют первый разовидность налогов на собственность — налоги на совокупную стоимость имущества. По налогам на отдельные виды богатства, то они играя вспомогательную фискальную роль выступают одновременно важными механизмами отраслевого, внутривладельческого, территориального, воспроизводственного перераспределения.

По традиционным подходом, налогом на личное имущество облагается стоимость имущества физических лиц за вычетом связанных с его использованием обязательств. Оценка предмета налогообложения осуществляется согласно сверхсрочной или рыночной стоимости недвижимости и других имущественных ценностей на основе законодательно утвержденной методики. В процессе начисления налогом применяется широкая система льгот, сфера действия которых имеет двойное назначение. Во-первых, не подлежат налогообложению предметы первой необходимости, находящиеся в личном пользовании: мебель, посуда, другие предметы домашнего обихода, произведения искусства, патенты, отдельные виды частных коллекций книг, марок. Во-вторых, с целью избежания двойного налогообложения не включаются в налоговую базу транспортные средства личного пользования, здания, сооружения, земельные участки, облагаются специальными налогами на отдельные виды богатства и предметы собственности. Начисление налогового обязательства осуществляется по единой пропорциональной ставке (Германия, Бельгия, Исландия, Люксембург) или по прогрессивной шкале ставок (Швеция, Норвегия, Финляндия, Испания, Швейцария).

Фискально-экономическая конструкция налога на недвижимое имущество должна основываться на системе взаимообусловленных и взаимодополняющих элементов, среди которых особенно важными являются: объект и база налогообложения, плательщики, ставки, система льгот и освобождений от уплаты налога. Как следует из самого названия налога, его объектом выступает недвижимое имущество — то есть объекты недвижимости, соответствующие определенным критериям. В наиболее обобщенном виде недвижимостью понимают земельные участки, здания, сооружения, другие объекты ипотеки и улучшений земельного фонда. Одновременно налогообложению могут подлежать только те ценности, которые способны приносить или определенные косвенные выгоды или прямые доходы от пользования, владения, эксплуатации и распоряжение ими, или финансовые поступления путем их продажи.

Согласно Налогового кодекса Украины с 1 января 2013 г. в Украине налог на недвижимое имущество отличается от земельного участка. Плательщиками налога являются собственники жилой недвижимости (физические, юридические лица, нерезиденты), а к объектам жилой недвижимости отнесены: а) жилой дом; б) жилой дом усадебного типа; в) пристройка к жилому дому; г) квартира; г) коттедж; д) комнаты в многоквартирных (коммунальных) квартирах; е) садовый дом; есть) дачный дом [6].

Юридические лица должны рассчитывать налог самостоятельно по состоянию на 1 января отчетного года и подавать декларацию о суммах начисленного налога в органы государственной фискальной службы по местонахождению объекта жилой недвижимости до 1 февраля этого же года. Законодательством предусмотрено уменьшение базы налогообложения объекта жилой недвижимости один раз за базовый налоговый период (календарный год) и будет применяться только к одному объекту недвижимости, находящейся, находящегося в собственности физического лица — плательщика налога: для квартиры — на 120 м²; для жилого дома — на 250 м².

Ставки налога устанавливаются сельским, поселковым или городским советом за 1 м² жилой площади объекта жилой недвижимости и не могут превышать следующих размеров:

— 1% минимальной заработной платы — для квартир, жилая площадь которых не превышает 240 м², и жилых домов, жилая площадь которых не превышает 500 м²;

— 2,7% минимальной заработной платы — для квартир и жилых домов, жилая площадь которых превышает указанные размеры (соответственно).

Лицу начисленный налог необходимо платить ежеквартально авансовыми взносами (сумма налога распределяется по кварталам равными частями) до 30 числа месяца, следующего за отчетным кварталом [6].

Мировой фискальный опыт предполагает учет базы, не выходя из физических параметров, а на основе стоимостной оценки, влияя тем самым как на показатели фиска, так и на платежеспособность плательщиков. В условиях Украины проблематика установления фискально-обоснованного и экономически целесообразного алгоритма методики расчета налоговой базы усложняется.

Законодательное закрепление объекта налога на недвижимое имущество ставит на повестку дня вопрос определения круга его плательщиков. Не вы-

зывает никакого сомнения, что из числа последних следует исключить тех, объемов собственности которых не превышают предельно допустимой величины (необлагаемого минимума). Процесс администрирования налога на недвижимость существенно осложняется несоответствием объекта и источника его уплаты, определяющий корректировки полученных доходов (они, по сути, и является фактическим источником уплаты налога) на так называемые «неналоговые» составляющие налоговой базы. В действительности предложенный мероприятие должно не допускать двойного налогообложения, которое на первый взгляд не замечается учитывая визуальную отсутствие в структурно-логической схеме взимания налога реальных фискально-формирующих его компонентов. Другими словами, налог на недвижимое имущество граждан должно уменьшать подлежащую уплате в бюджет сумму индивидуального подоходного налога при декларировании последнего.

С другой стороны, вполне приемлемым методом предотвращения двойного налоговой нагрузки выступает механизм налоговых скидок, которые предусматривают уменьшение налогооблагаемого дохода на сумму начисленных имущественных налогов. Указанная схема налоговых вычета присуща прежде всего для США. Одним из видов налогового вычета в США является «home office deduction». Это налоговый вычет применяется при использовании жилья в служебных целях и предусматривает вычета расходов домашнего офиса с налогооблагаемого дохода, если предприниматель или сотрудник организации использует свое жилье в деловых целях как на постоянной основе, так и периодически [1, 51].

На наш взгляд, для Украины приемлемым есть первый вариант. Во-первых, это не усложнять процедуры подоходного налогообложения, поскольку будет осуществляться как одномоментный процесс при пересчете задекларированных доходов. Во-вторых, схема налогового зачета является простой и прозрачной, что в результате не требует дополнительных организационных мероприятий в области налогового менеджмента.

Фискальная направленность и, как следствие, очень узкий круг льгот выдвигают на первый план проблему уровня ставок налога на недвижимое имущество граждан и их дифференциации в разрезе плательщиков. Опыт стран ближнего зарубежья, то есть бывших постсоветских республик, указывает на умеренный подход в решении этого вопроса. Например, в Молдове минимальный уровень ставок составляет

0,02%, а максимальный 0,5%. Грузия и Казахстан при налогообложении недвижимого имущества физических лиц используют прогрессивную шкалу ставок (Грузия — от 0,05% до 0,8%, Казахстан — от 0,05% до 0,5%) [5, 66]. Наибольшей высотой налоговой прогрессии есть в России, диапазон колебания которой составляет от 0,1% до 2%.

Сегодня сложно спрогнозировать фискально-обоснованный уровень ставок налога на недвижимость, поскольку отсутствуют объективные экономические показатели для проведения всех необходимых расчетов. Поэтому с совершенствованием процедур оценки собственности, формированием соответствующих критерием дифференциации вещественное дохода в контексте определения социального статуса налогоплательщиков, меняться и подходы по установлению налоговых ставок.

Таким образом, совершенствование схемы налога на недвижимое имущество граждан с учетом обозначенных выше элементов его взимания должна основываться на следующих исходных принципах экономической целесообразности налогообложения недвижимости:

1) применение формы налога на недвижимое имущество с раздельными ставкам (подразумевается применение дифференцированных налоговых ставок в различных классах недвижимости и унифицированных ставок внутри каждого класса);

2) учет принципа платежеспособности за счет установления высокого необлагаемого минимума налоговой базы (вертикальная равенство) и применения льгот для отдельных категорий недвижимого имущества, а не категорий плательщиков (горизонтальная равенство);

3) учет принципа выгоды путем направления поступлений от налога на недвижимое имущество в местные бюджеты в оплату местных общественных благ;

4) введение зачетной системы при налогообложении недвижимого имущества, что позволит, с одной стороны, избежать его двойного налогообложения (самого имущества и доходов от его использования в составе системы подоходного налогообложения), а с другой — стимулировать своевременную уплату налога в местные бюджеты [1, 52].

Важным инструментом фискального вмешательства в структуру активов предприятий с присущим им источниками формирования является налог на равнонапряженность распределения фискального времени, поскольку смещается с вновь созданной стоимости

(фонд оплаты труда и прибыль) на затраты прошлого труда. Благодаря этому имущественное налогообложение формирует систему механизмов регулирования, сдерживающие нерациональный рост объема основных производственных фондов, особенно их пассивной, замороженной части. Таким образом, нормализуется кругооборот финансовых ресурсов предприятия, поскольку полученные от реализации непроизводительных активов средства используются как капитал, то есть с каждым последующим оборотным циклом их стоимость растет, а прирост направляется на пополнение собственных финансовых ресурсов [2, 118].

Налогообложение имущества предприятий имеет как свои преимущества, так и недостатки. Среди преимуществ следует выделить чисто экономические факторы хозяйственной деятельности в части повышения эффективности использования основных средств. Сегодня их значительная доля морально и физически устаревшей, а, следовательно, с целью по-

вышения конкурентоспособности отечественных товаров, требует немедленного обновления. Именно дополнительную налоговую нагрузку на непродуктивную часть необоротных активов и должно привести к их замене.

Как негативный фактор можно выделить дополнительную нагрузку на прибыль как источник уплаты налога. Для решения этой проблемы целесообразно провести следующие меры предосторожности. Во-первых, вывести из-под налогообложения оборотные активы, поскольку прирост их стоимости (переходные остатки) непосредственно влияет на величину облагаемого налогом на прибыль финансового результата. Во-вторых, предусмотреть возможность зачета подлежащей уплате суммы налога на имущество в уменьшение базы для начисления налога на прибыль. В-третьих, составить предельные ставки налога в пределах фактически полученной прибыли с учетом сумм начисленного налога на прибыль (табл. 1).

Таблица 1. – Деноминированные предельные ставки налога на имущество юридических лиц*

Показатели	Единица измерения	Годы, по состоянию на 01.01				
		2008	2009	2010	2011	2012
Прибыль от обычной деятельности до налогообложения	млн. грн.	137628,8	191427,2	132192,0	161436,4	234455,3
Налоговое обязательство налога на прибыль	млн. грн.	34407,2	47856,8	33048,0	40359,1	55097
Чистые прибыли как источника уплаты налога на имущество	млн. грн.	103221,6	143570,4	99144,0	121077,3	179358,3
База для начисления налога на имущество (стоимость основных средств)	млн. грн.	1569000	2047000	3150000	3904000	6649000
Предельная налоговая ставка	%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Сумма податку на майно	млн. грн.	7845	10235	15750	19520	33245
Чистая прибыль за вычетом налога на имущество	млн. грн.	95376,6	133335,4	83394,0	101557,3	146113,3

*Источник: рассчитано автором по: [3; 5]

Приведенные в табл. 1 расчеты имеют приближенный числовой содержание и не учитывают необлагаемых оборотов. Одновременно свидетельствуют о приемлемости суммы фиска на уровне 0,5%. Естественно данная усредненная ставка должна колебаться с учетом особенностей финансово-хозяйственной деятельности плательщика, его отраслевой принадлежности, скорости кругооборота капитала и др.

Таким образом, поэтапное введение налога на имущество предприятий будет способствовать решению ряда проблем. Во-первых, имущественное налогообложение выступит толчком к банкротству тех предпри-

ятий, которые имеют избыточные необоротные активы, используются неэффективно. Во-вторых, на рынок недвижимости поступят так называемые «избыточные» основные средства. Как следствие к минимуму будет сведено ипотечную спекуляцию, а также иметь место определенная реструктуризация капиталов — состоится их перемещение из сферы посредничества и обращения в сферу производства. В-третьих, произойдет определенная ценовая стабилизация на объекты основных фондов, поскольку процесс их приобретения носить не разовое (с целью выгоды) характер, а осуществляться в контексте реализации бизнес стра-

тегии предприятие-налогоплательщика. В-четвертых, начнется процесс поступления имущества в эффективных собственников, существенно приостановит про-

цесс номенклатурной приватизации. В-пятых, вырастут фискальные поступления в бюджет, что позволит профинансировать дополнительные расходы.

Список литературы:

1. Вишневский В. П. Налогообложение недвижимости: теория и зарубежный опыт/В. П. Вишневский, В. Д. Чекина//Финансы Украины. – 2007. – № 11. – С. 43–52.
2. Эффективность фискально-экономической политики в трансформационной экономике/[И. Башнянин, В. И. Блонская, С. С. Гринкевич и др.] – Л.: Изд-во ЛКА, 2008. – 200 с.
3. Официальный сайт Комитета Верховной Рады по вопросам бюджета: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://budget.rada.gov.ua>.
4. Официальный сайт Государственной фискальной службы Украины: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sfs.gov.ua>.
5. Налоговый кодекс Украины: от 02.12.2010 г. № 2755-VI: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=2755-17>.

Section 11. Technical sciences

*Guseynova Amina Rauf, Azerbaijan State Oil Academy,
doctorant, chemical faculty*

*Abdullayeva Maya Yadigar, Azerbaijan State Oil Academy,
assistant professor, chemical faculty
E-mail: mayaabdullayeva@hotmail.com*

Nanotechnology in the coking process of heavy pyrolysis resin

Abstract: Influence of water steam amount, given in reaction zone of pyrolysis on component composition of heavy resin have been researched. It have been determined that by increase of given water steam in pyrolysis process, the coke yield in heavy resin coking decreases.

Key words: pyrolysis, heavy resin, water vapour, coke, coking.

*Гусейнова Амина Рауф,
Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия,
докторант, химический факультет
Абдуллаева Мая Ядигяр,
Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия,
к. х. н., доцент, химический факультет
E-mail: mayaabdullayeva@hotmail.com*

Нанотехнология в процессе коксования тяжелой смолы пиролиза

Аннотация: Исследовано влияние количества водяного пара, подаваемого в реакционную зону пиролиза на компонентный состав тяжелой смолы. Установлено, что с увеличением количества подаваемого водяного пара в процессе пиролиза выход кокса при коксовании тяжелой смолы снижается.

Ключевые слова: пиролиз, тяжелая смола, водяного пар, кокс, коксования.

В связи с развитием промышленности нефте-химического синтеза все больше возрастает спрос на углеводородное сырье и, в частности, на этилен. Поэтому разработка технологии и режима пиролиза, обеспечивающих увеличение выхода газа и содержания в нем этилена, вызывает повышенный интерес. Одним из путей увеличения выхода пиролизного газа и содержания в нем этилена является увеличение количества подаваемого в реакционную зону водяного пара. Установлено, что с увеличением количества водяного пара, подаваемого в реакционную зону изменяются выхода всех получаемых при пиролизе продуктов, в частности, увеличивается выход пиролизного газа и содержание в нем этилена, а выход тяжелой смолы уменьшается.

Поскольку тяжелая смола пиролиза является малотоннажным отходом указанного процесса, до сих пор не разработан способ рационального его применения.

Ранее при наличии малопродуктивных установок коксования тяжелых нефтяных остатков в периодически работающих горизонтально-металлических кубах тяжелая смола пиролиза использовалась в качестве сырья для получения электродного кокса. Получаемый кокс обладал высокими качествами: низкое содержание золы и серы, размеры кокса (по фракционному составу) составляли более 65–70 см [1, 2].

В настоящее время процесс коксования нефтяных остатков осуществляется на полунепрерывных установках замедленного коксования в необогреваемых реакторах производительностью 1350–1500 т/год.

Естественно, малотоннажный отход пиролиза — тяжелая смола не может обеспечить сырьем современные высокопроизводительные установки коксования.

Целью настоящей работы является исследование влияния количества подаваемого в реакционную зону процесса пиролиза водяного пара на выход и состав

тяжелой смолы пиролиза (ТСП). ТСП состоит из полициклических ароматических углеводородов, смол, асфальтенов, карбенов и карбоидов.

Очевидно, при подаче в процесс пиролиза в количестве от 10 (ТСП I) до 50% (ТСП II) масс водяного пара образующиеся в составе ТСП смолы и асфальтены отличаются не насыщенностью, так как менее подвергнуты процессам уплотнения и конденсации и, поэтому

обладают большей реакционной способностью.

Исследования проводились при одинаковых условиях (температуре и продолжительности) на лабораторной установке коксования. Было установлено, что выход кокса при коксовании тяжелой смолы пиролиза (образец I) выше, и составляет 22,0% против ТСП (образца II) при котором выход кокса составляет 19,2% масс (таблица 1).

Таблица 1. – Состав и выход кокса из ТСП с подачей водяного пара с 10 до 50% масс

Количество водяного пара % масс	Компонентный состав%, масс				Выход кокса % масс
	Масла	Асфальтены	Смолы	Карбены и карбоиды	
10	74,2	19,98	5,8	0,012	22,0
20	74,6	20,99	4,4	0,028	21,8
30	75,0	20,002	4,99	0,010	21,6
40	75,2	17,8	6,99	0,082	20,1
50	76,6	15,4	8,99	0,0080	19,2

При увеличении количества подаваемого в реактор пиролиза водяного пара с 10 до 50% масс смолы и асфальтены в составе ТСП (I и II) не одинаково подвергнуты процессам уплотнения и конденсации, вероятно, они обладают большей или меньшей реакционной способностью.

Для установления вышесказанного на примере указанных тяжелых смол пиролиза нами проводился процесс коксования образцов I и II с вводом в их состав в равном количестве наноклерода.

Исследование влияния наноклерода на процесс коксования ТСП (I и II) полученных с разной подачей водяного пара сведены в таблицу 2.

Таблица 2. – Материальный баланс коксования ТСП с наноклеродом

Взято ТСП с подачей водяного пара % масс	%, масс				Прирост вы- хода кокса % масс
	Наночастицы % масс	Кокс	Жидких	Газ+потери	
10	0,5	22,4	72,1	4,6	0,4
	1,0	22,6	71,4	4,4	0,6
	1,5	22,8	70,7	4,2	0,8
50	0,5	20,3	74,3	3,8	1,1
	1,0	22,1	71,1	3,9	1,9
	1,5	23,4	66,8	4,1	4,2

Рассматривая результаты коксования ТСП взятых образцов I и II с вводом 0,5, 1,0, 1,5% масс частиц наноклерода установлено, что хотя выход кокса из образцов I во всех опытах выше, чем из образцов II, прирост выхода кокса при вводе в состав сырья наночастиц во всех опытах коксования ТСП (образец II), выше, что связано с тем, что в условиях подачи водяного пара до 50% масс в составе ТСП основные коксообразующие компоненты — смолы и асфальтены не насыщены, более реакционноспособные и легко подвергаются процессам полимеризации, уплотнения

и конденсации с нано-углеродом с образованием твердого остатка — нефтяного кокса.

Выводы

1. Исследовано влияние вовлекаемых в состав тяжелой смолы пиролиза нано-частиц на выход кокса.
2. Установлено, что выход кокса из тяжелой смолы пиролиза увеличивается с увеличением количества вводимого в состав ТСП наноклерода. Причем, с увеличением количества вводимого в реактор пиролиза водяного пара, прирост выхода кокса из ТСП увеличивается.

Список литературы:

1. Дадаева Г. Ч., Гусейнова Л. В., Салимова Н. А. К вопросу коксования тяжелой смолы пиролиза бензина на установках замедленного коксования // Химические проблемы, Баку-2008, № 3, с. 551.

2. Мирзоев Р. Ш., Рамазанова Т. Р., Аджамов К. Ю. Получение нефтяных пеков из тяжелых смол пиролиза. // SDU "Ekologiya va hayat faaliyyatining muhafizasi", V Beynəlxalq Elmi Konfrans, Sumqayıt, 2004, s. 108–109.

Lavrichenko Oleg Viacheslavovich
JSC "Concern Morinformсистема-Agat", Moscow
Software engineer
E-mail: Lavrslava1962@mail.ru

Development and support of a probability-sampling method of analysis of innovation systems of the Far Eastern industrial enterprises as multidimensional structures inhomogeneous set of objects innovation

Abstract: The article describes the basic provisions of the concept of the balanced distribution of innovative enterprise resource between objects of innovation. Defined probability-sampling method for mathematical modeling of heterogeneous populations of interest innovation-based analysis of random samples of their elements, characterized by qualitative and quantitative traits.

Keywords: innovation system of the enterprise; the concept of the balanced allocation of innovation resources between objects innovations; multidimensional structured hypergeometric distribution; probability sampling method.

Лавриченко Олег Вячеславович
ОАО «Концерн Моринформсистема-Агат» г. Москва
Инженер-программист
E-mail: Lavrslava1962@mail.ru

Разработка и обоснование вероятностно-выборочного метода анализа инновационных систем дальневосточных промышленных предприятий как многомерных структур неоднородной совокупности объектов инноваций

Аннотация: В статье приводятся базовые положения концепции сбалансированного распределения инновационных ресурсов предприятия между объектами инноваций. Определен вероятностно-выборочный метод для математического моделирования неоднородных совокупностей объектов инноваций на основе анализа случайных выборок их элементов, характеризующихся качественными и количественными признаками.

Ключевые слова: инновационная система предприятия; концепция сбалансированного распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций; многомерное структурированное гипергеометрическое распределение; вероятностно-выборочный метод.

В течение последних 20-ти лет в практике и в исследованиях инновационной активности дальневосточных промышленных предприятий основной упор делался на реализации ими инновационных проектов. [1] Автор считает, что в настоящее время необходим переход от проектного подхода в организации нововведений к регулярному менеджменту инновационной деятельности, преобразование ее в системную компоненту производственного процесса. [2]

А это, в свою очередь, формулирует следующую проблему: если системность инновационной компоненты операционной деятельности промышленного

предприятия выражается в планировании его инновационного развития, понимаемого как перманентный процесс нововведений, то он должен быть основан на сбалансированном (оптимальном) распределении инновационных ресурсов между технологическими, маркетинговыми и организационными объектами инноваций. [3]

Методы и подходы

Ответ на вопрос о структурном балансе инноваций, их динамической взаимосвязи и последовательности, оформленный в алгоритмы и модели, представляется актуальным и востребованным научным

знанием со стороны менеджмента инновационно-активных организаций. Решение данной задачи позволит сформировать предпосылки для системного, целенаправленного инновационного развития промышленных предприятий, повышения их конкурентноспособности в условиях санкционных ограничений экономической системы России со стороны стран ЕС и США.

Однако решать проблему экономической диспаритетности между объектами инноваций весьма затруднительно из-за отсутствия системных принципов организации инновационного процесса на микро-уровне, что проявляется в следующем [4]:

- предприятия не имеют выраженной инновационной стратегии и политики нововведений, перспективных планов инновационного развития;

- новшества формируются случайным образом, зачастую ассоциируются только с новыми товарами — продуктовыми технологическим новшествами.

Современные научно-теоретические представления на микро-уровне не могут в полной мере ответить и на ряд ключевых вопросов, а именно [5]:

- какова вариативность параметров инновационного потенциала предприятия применительно к различным отраслям;

- каковы методы оценки перспективной структуры баланса инновационных ресурсов — количественные отношения между технологическими, маркетинговыми и организационными инновациями;

- каковы динамические отношения, последовательность реализации процессных и продуктовых инноваций в практике хозяйственной деятельности промышленных предприятий.

Экономика 20 века ознаменовалась появлением огромного количества логически законченных, имеющих свойство универсальной переносимости информационных технологий, математических моделей и алгоритмов, использование которых может приносить достаточно точно прогнозируемые результаты. Умение правильно их использовать, комбинировать и «строить» из этих составных частей более сложные «конструкции» является уже просто необходимым условием развития любой инновационной системы предприятия.

Информационные и когнитивные технологии, наряду с технологиями информационных и управляющих систем, входят в перечень критических технологий современной России, определенных в Указе Президента России № 899 от 7 июля 2011 года, а также являются приоритетными направлениями разви-

тия науки, технологий и техники согласно «Прогнозу научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года».

Поэтому для оптимизации распределения инновационных ресурсов дальневосточных промышленных предприятий между объектами инноваций более перспективным, на наш взгляд, является путь математически корректного учета различий между инновационными системами как многомерными структурами неоднородной совокупности объектов инноваций и случайной выборки их элементов, характеризующихся качественными и количественными признаками, на этапе компьютерных расчетов. Этот подход пока не нашел заметного развития в работах российских исследователей, хотя, требуя значительного объема компьютерных расчетов, и решает указанную задачу.

Анализ качественных признаков процесса сбалансированного распределения инновационных ресурсов между инновациями на промышленных предприятиях неразрывно связан с обработкой разнотипных переменных. Методы решения этой проблемы могут быть связаны прежде всего с процедурами «оцифровки» слабых переменных. Однако объективно усилить шкалу измерения трудно, а тип «оцифровки» существенно предопределяет итоговые результаты всего процесса сбалансированного распределения инновационных ресурсов. Второй подход, идея которого связана со свойствами статистик бинарного отношения на множествах, основан на ослаблении всех переменных до булевого уровня с соответствующим увеличением размерности пространства признаков. При этом мы исходим из того, что любое сложное свойство инновационной системы предприятия может быть представлено как суперпозиция его более простых свойств.

Таким образом, имеется возможность декомпозиции свойств инновационных систем до некоторого «элементарного» (с практической точки зрения) уровня. В итоге мы получаем набор дихотомических признаков, описывающих изучаемую проблемно-ориентированную систему управления инновационной системой не только со стороны сбалансированности распределения инновационных ресурсов промышленных предприятий между объектами инноваций, но и со стороны оптимизации всей инновационной деятельности данного предприятия [6].

Результаты и обсуждения

В простейшем случае исследования генеральная совокупность инновационной системы предприятия представляет собой реализуемые им инновации.

Пусть на исследуемом предприятии реализуется N инноваций, среди которых $M = \nu N$ ($0 < \nu < 1$) инноваций обладают интересующим нас дихотомическим признаком. Производится случайная выборка инноваций объема n . Вероятность того, что в выборку попадут m инноваций, обладающих изучаемым булевым признаком, задается в виде:

$$hy(m|N, M; n) = \binom{N}{n}^{-1} \binom{M}{m} \binom{N-M}{n-m} \quad (1)$$

Выражение (1) может быть представлено и в виде:

$$hy(m|N, M; n) = \left(1 + \frac{m}{N-m+1}\right)^{-1} \times \left(\prod_{l=1}^M \left(1 - \frac{n-m}{N-l+1}\right)\right) \left(\prod_{l=1}^m \frac{(M-l+1)(n-l+1)}{l(N-n+1+l)}\right) \quad (2)$$

Выражение (2) «выгодно» отличается (в смысле его использования для машинных расчетов) от традиционных представлений, которые основаны на вычислениях (весьма медленно сходящихся) бесконечных сумм или произведений. Пусть случайным образом было исследовано n ($n \ll N$) объектов инноваций. В выборку объектов попало n_j инноваций, относящихся к j -й категории заданной классификации, среди которых «содержательным» признаком обладают n_j^k инноваций. Их число в выборке, имеющих k -й изучаемый признак, равно

$$\sum_j^r n_j^k = n^k \quad (3)$$

Пусть V_j^k — относительно частоты встречаемости k -го «содержательного» признака среди представителей J -й категории данной классификации:

$$V_j^k = \frac{N_j^k}{N_j} \quad (4)$$

Частота встречаемости k -го признака по объектам инноваций с помощью категорий априорных классификаций выражается в виде:

$$V^k = (1/N) \sum_j^r N_j^k = \sum_j^r \theta_j V_j^k \leq 1 \quad (5)$$

Введем вектор $\vec{\theta}^k = (n_1^k, n_2^k, \dots, n_r^k) \in R_r^\oplus$. Вероятность $\Pr\{\vec{\theta}^k, \vec{n}\}$ того, что в случайной выборке объема инноваций n окажется по данной классификации структура \vec{n} и k -й признак будет зафиксирован в виде вектора $\vec{\theta}^k$ имеет вид:

$$yr(\vec{\theta}^k, \vec{n} | \vec{\theta}^k, \vec{n}; N; n) = \binom{N}{n}^{-1} \prod_{j=1}^r \binom{N\theta_j V_j^k}{n_j^k} \binom{N\theta_j(1-V_j^k)}{n_j - n_j^k} \quad (6)$$

Распределение вероятностей сбалансированности инновационных ресурсов промышленных предприятий между объектами инноваций (6) называется многомерным структурированным гипергеометрическим распределением (МСГТР).

Сегодня в работах российских ученых наблюдается тотальное использование квотных методик при исследовании проблемно-ориентированных систем управления и оптимизации инновационных ресурсов между объектами инноваций. Остановимся на вопросе стохастического обоснования их применения.

Прямые оценки частот встречаемости булевых признаков имеют вид:

$$v' = m/n \quad (7)$$

При массовых исследованиях $n \ll N$, а гарантированные оценки погрешности частоты по правилу «трех сигм» оцениваются в виде:

$$\delta \cong 3\sqrt{Dv'} \cong 3\sqrt{v'(1-v')/n} \leq 3/2\sqrt{n} \quad (8)$$

Отсюда легко посчитать, что для выборочного портфеля порядка 1.5–2.0 тыс. инноваций гарантированная погрешность частоты сбалансированности инновационных ресурсов между объектами инноваций равна примерно 3.5%. Для точности оценок в 2% нужно уже порядка 5.5 тыс. исследуемых объектов инноваций. А погрешности в 1% требует исследования около 22.5 тыс. объектов инноваций. Рассмотрим суть метода квотного отбора объектов инноваций, между которыми инновационные ресурсы предприятия распределены сбалансированно.

Из выражения (8) также очевидно, что распределение квотного отбора объектов инноваций в силу произвольности значений v_j невозможно привести к многомерному структурированному МСГТР, в вероятностном смысле строго описывающему случайный отбор. Однако, математическое ожидание суммы $m = \sum_j^r m_j$ объектов инноваций, обладающих изучаемым признаком, равно νn , где ν — истинная частота появления k -го признака среди всех элементов исследуемой совокупности инноваций и инновационных ресурсов, а ее дисперсия асимптотически стремится к нулю. Это значит, что квотная оценка частоты является несмещенной и состоятельной оценкой истинной частоты встречаемости изучаемого признака. Следовательно, использование квотных методик правомерно, но, как уже указывалось, сопряжено с невысокой точностью оценок, невозможностью оценить частоты встречаемости по категориям априорных классификаций, высокой стоимостью формирования выборки и низкой оперативностью получения данных.

При изучении большой генеральной совокупности объектов инноваций для анализа составляется схема из «содержательных объектов инноваций», между которыми инновационные ресурсы предприятия распределены сбалансированно, общее число вариантов выбора которых равно r . При выборе варианта используются априорные классификации по s номинальным шкалам, данные по которым есть на предприятии и в Росстате. Как и ранее, без потери в общности изложения, будем рассматривать только одну априорную классификацию, помня, что всего их $s > 1$. Пусть число категорий в данной классификации равно r .

Сохранив принятые выше обозначения, введем структурированное биномиальное распределение (СБР) вида:

$$p(n_j^k, n_j | v_j^k, \theta_j, n) = \frac{n! (\theta_j)^{n_j} (1-\theta)^{n-n_j} (v_j^k)^{n_j^k} (1-v_j^k)^{n_j-n_j^k}}{n_j! (n-n_j)! (n_j-n_j^k)!} \quad (9)$$

СБР определяет вероятность того, что в выборке инновационных систем объема n обнаружено n_j объектов инноваций j -ой категории данной классификации, n_j^k из которых обладает k -м признаком.

Таким образом, если в серии с n выборов инновационных ресурсов предприятия с r «непрерывными» выборами между объектами инноваций рассматриваются абсолютные величины исходов, то мы имеем дело с выражением:

$$chr(\bar{x} | x) = \frac{\Gamma(x+r)}{x^{n+r-1}} \prod_j^r \frac{x_j^{x_j}}{\Gamma(x_j+1)} \quad (10)$$

Если же рассматриваются доли величин различных исходов, то его описывает распределение Дирихле:

$$dir(\vec{\xi}) = \Gamma(\alpha_0) \prod_j^r \frac{\xi_j^{\alpha_j-1}}{\Gamma(\alpha_j)} \quad (11)$$

Выводы

Таким образом, предлагаемый нами подход позволяет:

во-первых, определить аналитический аппарат выборочного метода анализа инновационных систем промышленных предприятий как многомерных структур не только для случая неоднородной конечной совокупности объектов инноваций, но и для несчетных неоднородных множеств;

во-вторых, полученный нами ряд распределений вероятностей гипергеометрического и полиномиального вида позволяет построить процедуру оценивания оптимальности распределения инновационных ресурсов промышленных предприятий между объектами инноваций на случайных выборках из их неоднородных совокупностей, описываемых качественными и количественными признаками в рамках концепции их сбалансированного распределения для устранения диспаритетности.

Список литературы:

1. Лавриченко О. В. Декомпозиция задачи оптимизации сбалансированного распределения инновационных ресурсов промышленного предприятия между объектами инноваций // Молодой ученый. – 2014. – № 10 (60). – С. 164–168.
2. Лавриченко О. В. Инновационные бизнесобразующие технологии как эндогенная основа инновационной системы промышленного предприятия: монография. – М.: Изд – во МосГУ. – 136 с.
3. Лавриченко О. В. Интенциональность научной концепции сбалансированного распределения инновационных ресурсов промышленного предприятия между объектами инноваций // Молодой ученый. – 2014. – № 4 (63). – С. 565–570.
4. Лавриченко О. В. Математическое обеспечение системы сбалансированного распределения инновационных ресурсов промышленных предприятий между объектами инноваций // Журнал научных и прикладных исследований. – 2014. – № 5. – С. 74–80.
5. Лавриченко О. В. Оптимизация инновационной системы предприятия в условиях сбалансированного распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций // Научный обозреватель. – 2014. – № 7 (43). – С. 52–56.
6. Lavrichenko O. V. Intentionality of the theory of economics of active connect // Paradigmata poznani. – Prague. – 2014. – № 3. – p.22–28.

*Lastochkin Denis Mihailovich, Candidate of Technical Sciences,
Assistant Professor, Volga State Technological University,
E-mail: lastochkindm@volgatech.net*

Analysis of dynamic effects on forestry machines

Abstract: The article deals with the problem of dynamic effects on forestry machines. The analysis of famous works in the field of disturbances and dynamic fluctuations of forest machines.

Keywords: forest machine, dynamic fluctuations, the disturbing force.

*Ласточкин Денис Михайлович, канд. техн. наук,
доцент, Поволжский государственный технологический университет
E-mail: lastochkindm@volgatech.net*

Анализ динамических воздействий на лесохозяйственные машины

Аннотация: В статье рассматривается проблема динамических воздействий на лесохозяйственные машины. Приводится анализ известных трудов в области возмущающих воздействий и динамических колебаний лесохозяйственных машин.

Ключевые слова: лесная машина, динамические колебания, возмущающая сила.

В основе важнейших положений общей теории проектирования специальных лесных машин лежат разнообразные и сложные динамические явления и процессы, являющиеся следствием взаимодействия машин и технологического оборудования с окружающей средой и предметом труда. Как правило, указанные динамические явления сопровождаются колебаниями машин, их рабочих органов. Это оказывает существенное влияние на загруженность элементов системы, ее долговечность, надежность, а также на производительность и другие показатели работы машин. Следовательно, изучение динамических явлений, исследование колебаний лесных машин при рабочих и транспортных операциях на различных фазах технологического процесса лесозаготовок являются весьма важными.

Динамические воздействия на лесные машины, возникающие при заготовительных, транспортных и других операциях технологического процесса по заготовке древесины, можно подразделить на единичные (гармонические и импульсные) и непрерывно действующие (периодические и случайные).

Единичные возмущения возникают, например, при повороте транспортной системы, трогании с места, а также вследствие случайных воздействий (выбоин на дороге, порывов ветра). Непрерывно действующие возмущения носят, как правило, случайный характер (например, возмущения, вызываемые движением транспортной машины по дороге с неровной поверхностью).

Взаимодействию лесосечных машин с предметом труда — деревьями или сортаментами посвящены

труды В. А. Александрова [1–2], П. Д. Безносенко [3], П. С. Бурмака [5], А. В. Жукова [6] и др.

В результате анализа публикаций вышеперечисленных авторов можно сделать следующие выводы:

1. В большинстве трудов перечисленных авторов изучение динамики грузоподъемных машин проведено на многомассовых расчетных схемах, представляющих собой системы сосредоточенных масс, соединенных между собой упругими невесомыми связями и нагруженными приведенными силами или моментами сил.

2. Вероятностные методы расчета, которые нашли широкое применение в различных областях машиностроения, при исследовании динамики грузоподъемных машин почти не используются из-за цикличности их работы и пауз между включением элементов машин и технологического оборудования. Исключением являются труды В. И. Брауде и М. С. Тер-Мхитарова [4], в которых осуществлена попытка подхода к изучению динамики грузоподъемных машин на основе вероятностных методов.

3. Пиковые (максимальные) динамические нагрузки в упругих связях грузоподъемных машин возникают в пуско-тормозных режимах. Для лесосечных машин с манипуляторами и различных погрузчиков перекидного типа, дополнительно нагруженных, являются также и режимы установившегося движения по микропрофилю или через обособленные неровности при технологических переездах.

Лесохозяйственные машины, кроме транспортных, выполняют также операции по срезанию, удержанию,

пакетированию деревьев, их погрузке и т. д., что связано с использованием разнообразного технологического оборудования. Возникающие в его приводе усилия являются источником колебаний машины при выполнении тех или иных лесозаготовительных операций. Для приводов машин и оборудования характерны вынужденные колебания, вызываемые периодическими внешними силами. При этом наиболее интенсивные вынужденные колебания происходят при совпадении частоты внешних сил с одной из частот собственных колебаний системы. Это так называемые резонансные колебания, которые опасны с точки зрения долговечности, а иногда и прочности звеньев механизмов и оборудования. Не менее опасны и автоколебания, возникновение которых обусловлено динамической неустойчивостью некоторых рабочих режимов и не зависит от внешних периодических сил.

Труды [1–2] В. А. Александрова посвящены исследованию динамики лесных машин манипуляторного типа, включая трелевочный трактор, валочно-трелевочные и валочно-пакетирующие машины, в пуско-тормозных режимах работы в процессе пакетирования деревьев, в режимах установившегося движения через обособленные неровности, а также в режимах «свободного повала» и валки на пачку.

В работе [3] П. Д. Безносенко исследован процесс перемещения срезанного дерева поворотом платформы валочно-пакетирующей машины ЛП-2. Автором разработана математическая модель на основе трехмассовой расчетной схемы. В результате исследований выявлено, что демпфирующие свойства кроны в режимах торможения вызывают значительное снижение динамических нагрузок.

Вопросы устойчивости валочно-пакетирующих машин изучены П. С. Бурмаком [5]. Исследования проведены на математической модели, включающей нелинейные дифференциальные уравнения второго порядка, которые позволяют рассматривать движение механической системы «ВПМ — Дерево» в сторону опрокидывания как до, так и после отрыва одной из опор от грунта.

В работе И. И. Леоновича и А. В. Жукова [6] исследована динамика колесных лесопромышленных тракторов с манипуляторами и автомобилей с погрузочным оборудованием манипуляторного типа. В процессе исследований рассмотрены колебания машин при периодических воздействиях и возмущениях случайного характера.

При операциях, связанных с формированием пачек деревьев, погрузочных операциях с помощью

устройств рычажного, манипуляторного или комбинированного типа возмущающее усилие формируется в приводе указанных устройств. Изменение этих сил, их интенсивность могут быть различными в зависимости от величины действующих ускоряющих или замедляющих ускорений. Погрузочные устройства типа гидроманипуляторов или устройства, имеющие нетросовый привод, характеризуются резкими нагрузками при пуске или остановке механизма подъема или поворота, подъеме груза с подхватом, резком его опускании и т. д.

А. А. Чураков исследовал динамику валочно-пакетирующих машин в пуско-тормозных режимах при перенесении вертикально расположенного дерева поворотом манипулятора или платформы [9]. Исследования выполнены на математических моделях с учетом конструктивных особенностей механизмов поворота. Кроме того, трехмассовая расчетная схема учитывает жесткость опорного массива и демпфирующие сопротивления в приводе.

Изучению влияния вертикальной динамики лесопромышленных тракторов на состояние почв вырубок посвящена диссертационная работа А. М. Коновалова [7]. В работе разработаны математические модели динамики взаимодействия ходовой части лесопромышленных машин с грунтом и влияния возникающих при этом динамических процессов на состояние почв на лесных вырубках.

В диссертационной работе Мясищева Д. Г. [8] дано обоснование параметров и технологии лесотранспортной машины на шасси мотоблока для рубок ухода в молодняках. Исследования выполнены на математических моделях функционирования лесохозяйственной системы машин на основе мобильных средств малой механизации с учётом технологических, эргономических и экологических условий лесной среды.

Анализ работ показал, что комбинированные виды воздействий характерны для машин циклично-непрерывного и непрерывного действия, при этом источниками возмущения могут быть силовые приводы валочных и пакетирующих устройств, ветровая нагрузка и неровности поверхности лесосеки. Определение качественных и количественных характеристик перечисленных возмущающих сил необходимо для решения многочисленных проектных задач, связанных с колебаниями специальных лесных машин. Вместе с тем следует отметить, что отдельные вопросы еще недостаточно изучены и нуждаются в дополнительных исследованиях.

Расчетные схемы и математические модели колебаний лесных машин, технологического оборудования и предмета труда, применяемые в практике проектирования и исследования, отличаются большим различием даже для однотипных машин. В большинстве случаев отсутствует достаточно корректное обоснование приемлемости той или иной модели.

Отсутствие единого методического аппарата затрудняет проектирование лесных машин и исследование таких исключительно важных для создания перспективной техники вопросов, как колебания при неустановившихся режимах движения, при ударных воздействиях, устойчивость и динамика лесозаготовительных машин при нагружении их возмущающими силами.

Список литературы:

1. Александров, В.А. Моделирование технологических процессов лесных машин [Текст]: учеб. для вузов/В.А. Александров. – М.: Экология, 1995. – 256 с.
2. Александров, В.А. Динамические нагрузки в лесосечных машинах [Текст]/В.А. Александров. – Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1984. – 152 с.
3. Безносенко, П. Д. Исследование процесса поворота срезанного дерева ВПМ в технологическом режиме [Текст]: автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук/П. Д. Безносенко. – Воронеж: ВЛТИ, 1974. – 24 с.
4. Брауде, В.И. Системные методы расчета грузоподъемных машин [Текст]/В.И. Брауде, М.С. Тер-Мхитаров. – Л.: Машиностроение, 1985. – 181 с.
5. Бурмак, П.С. Исследование устойчивости валочно-пакетирующих машин против опрокидывания [Текст]: автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук/П.С. Бурмак. – Л.: ЛТА, 1976. – 19 с.
6. Жуков, А.В. Колебания лесотранспортных машин [Текст]/А.В. Жуков, И.И. Леонович. – Мн.: БГУ им. В.И. Ленина, 1973. – 239 с.
7. Коновалов, А.М. Влияние вертикальной динамики лесопромышленных тракторов на состояние почв вырубок [Текст]: автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук/А.М. Коновалов. – Мытищи-1: МГУЛ, 2001. – 26 с.
8. Мясичев, Д.Г. Обоснование структуры и параметров лесохозяйственной системы машин на основе мобильных средств малой механизации [Текст]: дисс. на соискание ученой степени доктора технических наук/Д.Г. Мясичев. – Санкт-Петербург, 2005. – 350 с.
9. Чураков, А.А. Повышение эффективности валочно-пакетирующих машин снижением динамической нагрузки [Текст]: автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. тех. наук/А.А. Чураков. С.-Пб.: ЛТА, 1999. – 19 с.

*Elshin Victor Vladimirovich,
Irkutsk State Technical University,
Ph. D., Professor, Department of «Automation of production processes»
E-mail: dean@istu.edu*

*Melnik Sergey Aleksandrovich,
Irkutsk State Technical University, researcher
E-mail: ic-energo@ya.ru*

Current status and perspectives of development technology gold desorption from the saturated activated carbon

Abstract: In the article the analysis of existing methods of desorption of noble metals from activated carbon. Identified the most promising to increase productivity and automate the process of desorption.

Keywords: autoclave desorption of gold from activated carbon

Ёлишин Виктор Владимирович, ФГБОУ ВПО Иркутский Государственный
Технический Университет, д.т.н., профессор кафедры
«Автоматизации производственных процессов»
E-mail: dean@istu.edu

Мельник Сергей Александрович, ФГБОУ ВПО Иркутский Государственный
Технический Университет, научный сотрудник НИЦ
E-mail: ic-energo@ya.ru

Современное состояние и перспективы развития технологии десорбции золота из насыщенных активированных углей

Аннотация: В статье проведен анализ существующих способов десорбции благородных металлов из активированных углей. Выявлен наиболее перспективный для повышения производительности и автоматизации процесс десорбции.

Ключевые слова: автоклавная десорбция золота из активных углей

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта № 02.G25.31.0075 в рамках постановления Правительства Российской Федерации № 218 от 09.04.2010 г.

В настоящее время большинство зарубежных и отечественных золотоизвлекающих фабрик работает по схеме «уголь в пульпе», а также с извлечением золота углеродными сорбентами из растворов. Тенденция к расширению масштабов использования такой технологии все более нарастает.

Первые полупромышленные испытания по сорбции золота из цианистых пульп гранулированным углеродным сорбентом были проведены в 1946–1947 годах в США на фабрике Гетчел [1].

В 1952 году разработан способ десорбции золота и серебра получивший название способ Задра, включающий обработку сорбента горячим щелочно-цианистым раствором с последующим электролитическим выделением его из элюатов и плавкой катодных осадков [2, 3].

Десорбцию по способу Задра проводят в замкнутом цикле с электролизом при атмосферном давлении в течение 24–60 ч при температуре 358–368 °K (85–95 °C) раствором, содержащим 0,1% NaCN и 1% NaOH. Данный процесс отличается простотой, низкими эксплуатационными и капитальными затратами. Основной недостаток процесса — длительность, что затрудняет его применение на крупномасштабных производствах.

Другой способ интенсификации десорбции, разработанный Горным бюро США в 1976 году [4, 5], основан на использовании щелочно-цианистого раствора с добавкой водорастворимых органических соединений (таких как спирты, кетоны, альдегиды).

«Спиртовой» процесс элюирования золота (процесс Хейнена) является усовершенствованием про-

цесса Задра. В состав элюирующего раствора, помимо цианида и щелочи, вводят 20% спирта, что позволяет сократить время обработки до 5–6 ч (температура процесса 353 °K). Существенным недостатком способа являются повышенная пожароопасность и более высокие эксплуатационные затраты за счет потерь спирта улетучиванием. Данная технология используется на фабрике «Ботл Маунтин» (США) и артели старателей «Селигдар» (Россия).

Для сокращения продолжительности процесса десорбции благородных металлов по способу Задра были разработаны автоклавные методы элюирования [6–10]. Предложена обработка щелочно-цианистыми растворами при 120–140 °C [11] или кондиционирование насыщенного сорбента теми же растворами при 90 °C с последующим элюированием водой при 150 °C [12,13].

Процесс Задра под давлением предусматривает обработку угля в течение 2–6 ч раствором, содержащим 0,1% NaCN и 1% NaOH при температуре до 423 K и давлении до 500–600 кПа. В результате использования этого способа уменьшается расход реагентов и объем оборудования. Усовершенствованием процесса Задра под давлением является процесс JPS, разработанный в Австралии [14]. К существенным недостаткам предложенного устройства следует отнести большое количество вспомогательного оборудования, в частности насосов высокого давления, сложность согласования их работы. Кроме того, не решен вопрос контроля и поддержания уровня угля в автоклаве, что является очень важной и сложной проблемой. Известен технологический вариант совмещения десорбции благородных металлов с их электролитическим выделением [15]. В технологическую цепочку включают электролизер, работающий

под давлением. Установка десорбции, работающая по процессу JPS и изготовленная в Китае внедрена в России (с/а «Амур») и других предприятиях.

В процессе Задра под давлением часто используют элюент без добавки NaCN.

Другая десорбция по способу Англо-Американских Исследовательских Лабораторий (ААИЛ/AARL) впервые была использована в промышленности на руднике President Brand Gold Mine в Южной Африке, в 1980 году. С этого времени метод стал стандартом в Южной Африке и Австралии.

Рудник Ashanti — один из крупнейших производителей золота в Африке — выпускает ежегодно 1,25 т золота [16]. В результате реконструкции фабрики в 1987–88 гг. была проведена замена стандартных сорбционных чанов на более компактные. При этом загрузка углеродного сорбента в чан возросла с 4,4 до 25,0 об.%. На предприятии установлены также две ветки процесса «уголь в пульпе» (одна на выщелачивании старых отвалов, другая — на выщелачивании хвостов флотации), каждая из которых включает 6 стадий сорбции. Насыщенный сорбент сначала промывают соляной кислотой, затем подвергают десорбции цианисто-щелочным раствором в течение 1 ч при 110 °С. Раствор подвергают электролизу, а сорбент — терморегенерации.

AARL способ отличается операцией предварительного замачивания насыщенного угля в течение 0,5–1 ч раствором, содержащим 5% NaCN и 1% NaOH. После чего проводят элюирование золота горячей деионизированной водой (383–398 °К) под давлением 200–300 кПа, при этом на один объем угля расходуют пять объемов воды. Общее время процесса составляет 9 ч.

Процесс включает в себя серию процедур, обычно начиная с кислотной промывки и дальнейшей водной отмывки, чтобы удалить оставшуюся кислоту. Уголь затем на примерно 30 минут подвергается воздействию раствора, содержащего около 3% цианида натрия и 1% гидроксида натрия. Затем через находящуюся под давлением десорбционную колонну прокачивается высококачественная свежая вода при температуре около 110 °С, в результате чего получается насыщенный элюат. Посредством электролиза из насыщенного элюата извлекается золото, и обезметалленный раствор сливается.

Интересно отметить, что предложенный первоначально USBM метод Задра предусматривал предварительную обработку угля раствором цианида и каустика с последующим элюированием деионизированной

водой. На практике от этого отказались, в пользу более простого способа — элюирования в одну стадию (щелочно-цианистым раствором).

Главным преимуществом метода ААИЛ является возможность провести десорбцию партии угля с низким остаточным содержанием золота в одну 8-часовую смену. Это дает возможность либо производить несколько циклов десорбции одновременно каждый день и уменьшить габариты требуемого оборудования на новой фабрике, либо увеличить производительность на уже существующих предприятиях, производя несколько дополнительных циклов каждую смену.

Недостатками метода ААИЛ являются потребность в высококачественной воде, высокое потребление воды, потенциальная возможность смешивания кислоты с цианидом, и потребности в автоматике.

«Автоклавный» способ десорбции золота с активированных углей, разработанный в России институтами «Иргиредмет», ИргТУ [17–21] и АК «Алданзолото» и впервые внедренный в «Алданзолото» в 80-х годах прошлого века, является наиболее скоростным и обеспечивает наибольшее обезметалливание угля (ниже 50 г/т). Параметры процесса: температура 438–445 °К, давление 800–1000 кПа, время элюирования до 1 часа, количество объемов на объем угля до 10, элюент — раствор NaOH 4–6 г/л. Данный процесс кроме «Алданзолото» внедрен в ОАО «Бурятзолото», ЗАО «Южуралзолото», с/а «Чукотка», с/а «Золотая Звезда».

Известна линия извлечения благородных металлов которая реализует способ извлечения благородных металлов [22], по которому благородные металлы подвергают сорбции на уголь, уголь подвергают элюированию в автоклаве при температуре 430 К (160 °С) раствором, содержащим 4 г/л гидроксида натрия. В данном способе раствор после десорбции разделяют на богатую и бедную части, бедную часть направляют вновь на десорбцию, а богатую часть без охлаждения направляют на электролиз. Продолжительность процесса составляет 1 час. Остаточное содержание золота в угле — 0,1 г/кг. Таким образом, извлечение золота составило 98%.

К недостаткам известной линии относятся:

- низкая ее производительность и высокие энергетические затраты, обусловленные;

- низкой концентрацией благородных металлов в элюатах, направляемых на электролиз;

- высокие капитальные и энергетические затраты на электролитическое выделение металлов из элюатов, обусловленные отсутствием возможно-

сти повышения концентрации благородных металлов в элюатах, направляемых на электролиз;

— высокие энергетические затраты в конечном итоге обусловлены низким выходом по току, в связи с низкой концентрацией благородных металлов в элюатах.

В 2011 г была предложена линия извлечения благородных металлов из цианистых растворов и/или пульп по угольно-сорбционной технологии [23].

Извлечение благородных металлов осуществляется при температуре 175 °С и под давлением 1 МПа, что позволяет производить 1 цикл за 1 час.

За счет сорбции из богатых элюатов т. е. осуществления операции рецикла, уголь насыщается по золоту до максимальной своей емкости в 20–30 мг/г, что позволяет максимально эффективно проводить электролиз благородных металлов из элюатов.

Использование десорбера непрерывного действия позволяет вести процесс в непрерывном режиме, что делает возможным не выводить из технологического процесса на длительное время большое количество сорбента и получать элюаты с более высоким содержанием металлов, таким образом, сокращаются объемы товарного элюата и повышается эффективность электролиза.

Предлагаемая высокоэффективная технология извлечения благородных металлов из пульп и растворов углеродными сорбентами имеет несомненные преимущества по сравнению с существующими технологиями.

В таблице 1. приведено сравнение существующих технологий десорбции благородных металлов из активированных углей с указанием параметров протекания процесса, достоинств и недостатков.

Таблица 1. – Сравнение существующих технологий десорбции благородных металлов из активных углей

Название технологии десорбции	Температура процесса, °С	Давление, МПа	Длительность, ч	Недостатки	Преимущества
по способу Задра	85–95		24–60	Длительность процесса	простотой, низкими эксплуатационными и капитальными затратами
по способу Хейнена	80		5–6	повышенная пожароопасность и более высокие эксплуатационные затраты за счет потерь спирта улетучиванием	сокращения продолжительности процесса десорбции благородных металлов по способу Задра
Автоклавная по способу Задра	120 – 140С	0,5–0,6	2–4	большое количество вспомогательного оборудования, сложность согласования их работы. Не решен вопрос контроля и поддержания уровня угля в автоклаве	сокращения продолжительности процесса десорбции благородных металлов по способу Задра
по способу AARL	110–125	0,2–0,3	9	потребность в высококачественной воде, высокое потребление воды, потенциальная возможность смешивания кислоты с цианидом	Низкое остаточное содержание золота
Автоклавный ИрГТУ	165–172	1	1		Высокая скорость и непрерывность проведения процесса

Проведённый анализ способов десорбции благородных металлов из активированных углей показал, что наиболее перспективной для повышения производительности и автоматизации процесса десорбции

является схема непрерывного технологического процесса с противотоком жидкой и твердой фаз рабочей среды в условиях повышенных температур и давлений.

Список литературы:

1. Современная фабрика «Голден Сайкл»/Сб. статей и рефератов по иностранной технике. – М.: ОБТИ Главспеццветмет, 1951. – Вып. 12. – С. 33–36.
2. Zadra J. B. A process for the recovery of gold from activated carbon by leaching and electrolysis//U. S. Bureau of Mines Reports of Investigations, 4672. – 1950, April. – P. 4672–4677.
3. Zadra J. B., Engle A. L., Heinen H. J. A process for the recovery of gold and silver from activated carbon by leaching and electrolysis//U. S. Bureau of Mines Reports of Investigations, 4843. – 1952. – 32 p.
4. Пат. 786739 США, МКИ С 01 63/00. Способ десорбции золота с активированного угля/Н. J. Heinen, D. G. Peterson, R. E. Lindstrom. – № 4208378; Заявлено 11.04.77; Оpubл. 17.06.80.
5. Muir D. M., Hinchliffe W., Griffin A. Elution of gold from carbon by the micron solvent distillation procedure//Hydrometallurgy. – 1985. – Vol. 14, № 2. – P. 151–169.
6. Пат. 3834896 США, МКИ С 22 В 11/00. Способ извлечения золота из упорных руд/Заявлено 1974.
7. Пат. 3920403 США, МКИ С 22 В 11/04. Способ десорбции золота с активированного угля/Заявлено 1975.
8. Пат. 3935006 США, МКИ С 22 В 11/04. Способ элюирования адсорбированного золота и серебра из активированного угля/Заявлено 1976.
9. Пат. 4968346 США. Метод извлечения адсорбированного золота из угля/A. L. Belsak, N. C. Desai, T. J. Mc. Connel, C. A. Williams, E. I. Du Pont de Nemours and Co. – № 414818; Заявлено 29.09.89.
10. Пат. 5073354 США, МКИ С 22 В 3/42. Способ десорбции золота и серебра с активированного угля/Fuller Elerett J., Luttinger Lionel B., Lang Mark G.; Drew Chemical Corp. – № 588247; Заявлено 26.09.90; Оpubл. 17.12.91.
11. Potter G. M., Sulisbarry H. B. Innovation in Gold Metallurgy//Mining Congress Journal. – 1974. – Vol. 60. – № 7. P. 54–57.
12. Davidson R. J. Ion exchange for gold recovery transaction/Inst. Of Mining and Metall. – 1960. – Vol. 70. № 5. – P. 247–250.
13. Davidson R. J. The elution of gold from activated carbon using deionized water//Journal of the SAIMM. – 1977. July. – P. 254–261.
14. Пат. 580715 Австралия, МКИ В 01 D 011/04. Способ и аппарат для элюации/Alan Matthew Stone. – № 75285/87; Заявлено 06.07.87; Оpubл. 27.01.89
15. Пат. 4554058 США, МКИ С 25 С 1/20. Электролитическое извлечение благородных металлов/P. V. Lei Kenneth, I. A. Eisele, E. M. 'Celland Gene. – № 710759; Заявлено 11.03.85; Оpubл. 19.11.85.
16. Wall N. C., Crowe M., Bicker E. Introduction of novel Davy CIP technology for recovery of gold at Ashanti Goldfields Ghana//Extr. Met.'89: Pap. Symp., London, 10–13 July, 1989. – London, 1989. – P. 651–664.
17. А. с. 633289 СССР, МКИ С 22 В 11/04, В 01 D 15/04. Способ извлечения золота и серебра/В. К. Чернов, В. В. Елшин, Н. Я. Елизов, В. Г. Вихорев, – № 2450200/2202; Заявлено 07.02.77; Непубл.
18. А. с. 671404 СССР, МКИ С 22 В 11/04. Способ извлечения золота и серебра/В. В. Елшин, А. С. Боброва, Н. Я. Елизов, – № 2528946/22–02; Заявлено 29.09.77; Непубл.
19. А. с. 681941 СССР, МКИ С 22 В 11/04. Способ извлечения золота и серебра/В. В. Елшин, В. К. Чернов, Н. Я. Елизов, – № 2595564/22–02; Заявлено 28.03.78; Непубл.
20. А. с. 684896 СССР, МКИ С 22 В 11/04. Способ извлечения золота и серебра/В. К. Чернов, В. В. Елшин, В. В. Лодешчиков и др.- № 2605053/22–02; Заявлено 10.04.78; Непубл.
21. А. с. 832982 СССР, МКИ С 22 В 11/04. Способ извлечения золота десорбцией из активированных углей/В. Г. Вихорев, В. В. Елшин, И. К. Скобеев и др, – № 2870383/22–02; Заявлено 15.01,80; Непубл.
22. Пат. № 2222620. Российская Федерация. Способ извлечения благородных металлов/А. Ф. Ращенко, С. С. Гудков, Ю. Е. Емельянов, В. В. Елшин, Е. Д. Мусин, Е. В. Галюков. Оpubл. 27.01.2004.
23. Пат. № 2489508, Российская Федерация. Линия извлечения благородных металлов из цианистых растворов и/или пульп по угольно-сорбционной технологии/В. В. Елшин, А. Ф. Ращенко, В. П. Кольцов, А. А. Колодин, А. Е. Овсяков. Оpubл. 10.08.2013.

*Petrov Valery Ivanovich, Novokuznetsk branch
Kuzbass state technical University, candidate of technical Sciences,
associate Professor, Department of vehicles and road transport
E-mail: valerij.petroff@yandex.ru*

*Zykov Peter Anatolievich, Novokuznetsk branch
Kuzbass state technical University, candidate of technical Sciences,
associate Professor, head of Department vehicles and road transport
E-mail: ZykovPetr@yandex.ru*

*Petrova Valentina Aleksandrovna,
Siberian state industrial University,
candidate of technical Sciences, associate Professor,
Department of technical mechanics and graphics
E-mail: valyaa.Petrova@mail.ru*

*Klimashin Sergei Ivanovich, Novokuznetsk branch
Kuzbass state technical University, candidate of technical Sciences,
associate Professor, Director of the branch
E-mail: director@kuzstu-nf.ru*

*Patanin Andrey Vladimirovich,
Technical management of JSC "EVRAZ ZSMK",
chief specialist for development of rolling manufacture
E-mail: patanin.andrey@yandex.ru*

Tests on low-cycle fatigue of welded joints of heat-resistant steel in laboratory conditions

Abstract: the results of laboratory testing of welded joints of heat-resistant steel with asked in the process of welding defects. To determine their degree of hazard the experiment was conducted with the registration of acoustic emission signals.

Keywords: low-cycle fatigue, acoustic emission, the severity of the defect, the welded seam, the seam reinforcement.

*Петров Валерий Иванович, к. т.н., доцент,
Новокузнецкий филиал Кузбасского государственного
технического университета,
кафедра автомобили и автомобильные перевозки
E-mail: valerij.petroff@yandex.ru*

*Зыков Петр Анатольевич, доцент, к. т.н.,
Новокузнецкий филиал Кузбасского государственного
технического университета, заведующий кафедрой
автомобили и автомобильные перевозки
E-mail: ZykovPetr@yandex.ru*

*Петрова Валентина Александровна, к. т.н., доцент,
Сибирский государственный индустриальный университет,
кафедра технической механики и графики
E-mail: valyaa.Petrova@mail.ru*

*Климашин Сергей Иванович, к. т.н., доцент,
Новокузнецкий филиал Кузбасского государственного
технического университета, директор филиала
E-mail: director@kuzstu-nf.ru*

Патанин Андрей Владимирович,
Техническое управление ОАО "ЕВРАЗ ЗСМК",
главный специалист по развитию прокатного производства
E-mail: patanin.andrey@yandex.ru

Испытания на малоцикловую усталость сварных соединений теплоустойчивой стали в лабораторных условиях

Аннотация: приведены результаты лабораторных испытаний сварных соединений теплоустойчивых сталей с задаваемыми в процессе сварки дефектами. С целью определения их степени опасности эксперимент проводился с регистрацией сигналов акустической эмиссии.

Ключевые слова: малоцикловая усталость, акустическая эмиссия, степень опасности дефекта, сварной шов, усиление шва.

При эксплуатации теплоэнергетического оборудования, работающего в тяжелонагруженных условиях, одним из основных элементов конструкций, которым уделяется повышенное внимание, является сварное соединение. В работах [1–3] описаны наиболее часто встречающиеся дефекты и причины их образования. Необходимо отметить, что большинство возникающих дефектов значительно влияют на работоспособность сварных соединений, в ряде случаев приводя к разрушению конструкции или изделия.

При проведении технической диагностики паропроводов из углеродистых сталей (сталь 42.11 и сталь 20) в большинстве сварных соединений был обнаружен ряд дефектов, являющихся следствием изготовления и монтажа паропроводов. Отсутствие входного неразрушающего контроля качества этих сварных соединений обусловлено отсутствием требований научно-технической документации (НТД) на момент проведения работ, что привело к эксплуатации

паропроводов с заведомо заложенными дефектами. Поэтому актуальным является определение уровня напряжений разрушения сварных соединений и факторов, влияющих на данный параметр.

Вырезались образцы сварных соединений трубопроводов как с дефектами, так и без дефектов после различных сроков эксплуатации, при этом распределение дефектов имело стохастический характер, что связано, в первую очередь, с условиями выполнения сварочных работ.

Нагружение растяжением проводили на универсальной испытательной машине с максимальной нагрузкой 500 кН (ГМС-50). Образцы были изготовлены с учетом установки на них датчиков ПАЭ (преобразователь акустической эмиссии) системы контроля методом акустической эмиссии (АЭ) — «Digital Spartan» — DiSP-16 (изготовитель — фирма PAC — Physical Acoustics Corporation). Общий вид образца и его размеры приведен на рисунке 1.

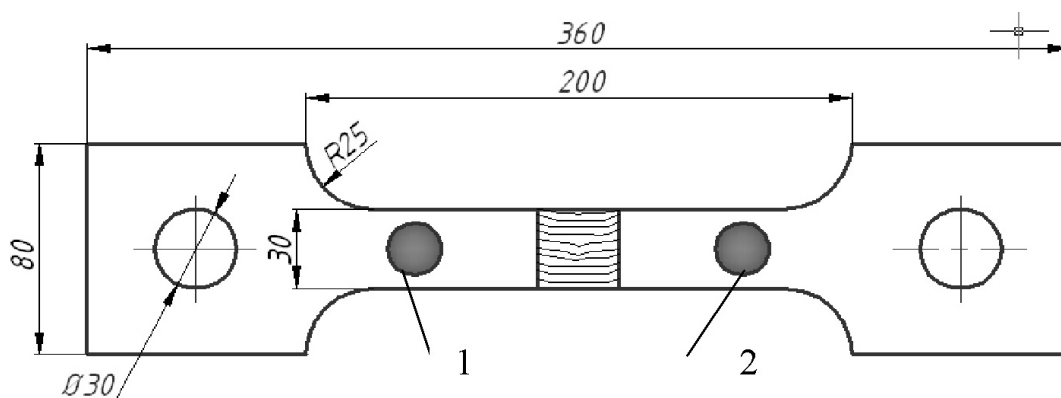


Рис. 1. Образец для испытаний и расположение пьезопреобразователей (1, 2)

Проводили испытания образцов трех серий: в первой серии использовались образцы без дефектов в сварных соединениях; во второй — образцы с дефектами в виде непроваров в корне шва и пор и без удаления усиления шва. В третьей серии образцы

также имели дефекты в корне шва, но при этом было снято усиление шва.

При испытании первых двух серий образцов характерным являлось то, что разрыв происходил по основному металлу. При этом с помощью системы

неразрушающего контроля установлено, что в начале процесса деформации сигналы АЭ регистрировались как от перехода усиление шва — основной металл (для первой группы образцов), так и от дефектов сварки (для второй группы образцов).

При испытании третьей серии образцов решались следующие задачи: зарождение трещины в металле шва; изучение развития трещины методом регистрации сигналов АЭ; определение уровня напряжений, необходимых для зарождения трещины и ее роста.

С этой целью на исследуемых образцах снималось усиление шва. Испытания проводились с малой циклическостью и поэтапным увеличением нагрузки для определения методом АЭ временного начала зарождения трещины и ее месторасположения.

На рисунке 2 представлена схема нагружения образцов и типичная зависимость суммарного счета ΣN сигналов АЭ при испытании образцов с дефектами в процессе деформации и разрушения. Время нагружения составляло 1200 с.

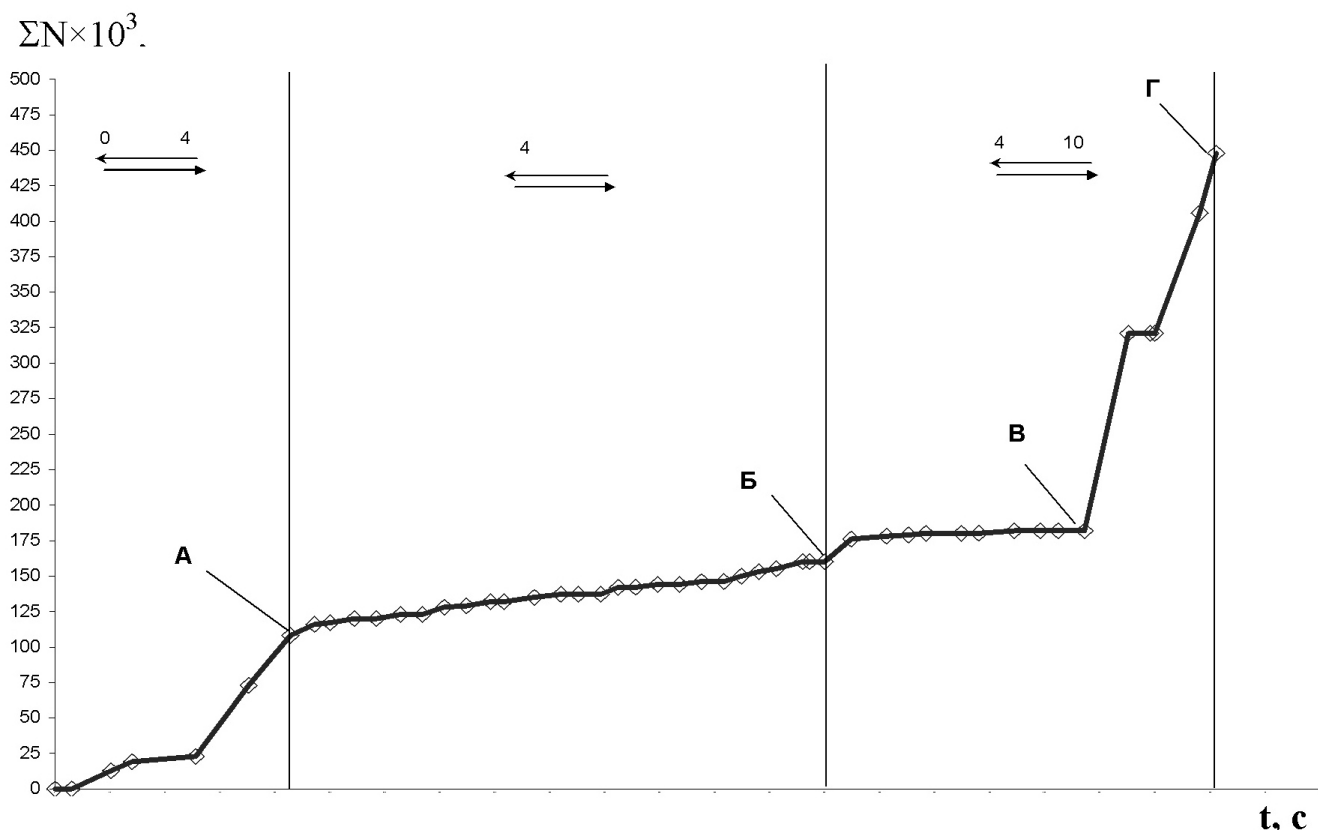


Рис. 2. Схема нагружения образца и суммарная акустическая эмиссия при малоцикловых испытаниях

На участке 0 А приводили циклическую нагрузку образца от 0 до 153 МПа, при этом основным источником сигналов АЭ являлись зажимы разрывной машины. Таким способом нагружали образец до тех пор, пока сигналы от зажимов не снизились и не были доминирующими.

На участке АБ проводили циклическую нагрузку образца от 153 МПа до 306 МПа (что на ~30% меньше нижней границы предела прочности стали 20). В результате чего, на образце в сварном соединении в местах концентраторов напряжений происходило накопление пластической деформации металла.

На участке БГ увеличили верхний предел циклической нагрузки до 380 МПа (что на ~8% меньше нижней границы предела прочности стали 20). Та-

кой шаг привел к ускоренному накоплению пластической деформации вплоть до разрушения образца, которое произошло в два этапа (участок ВГ на рисунке 2).

В результате испытания образцов были выявлены несколько основных активных источников сигналов АЭ, расположенных в сварном соединении, что зафиксировано на рисунках 3, 4.

Таким образом, 1) предлагаемая методика малоцикловых испытаний растяжением образцов с дефектами показала эффективность применения метода неразрушающего контроля; 2) регистрация сигналов акустической эмиссии при данных испытаниях позволила достаточно точно определять местоположение развивающихся дефектов.

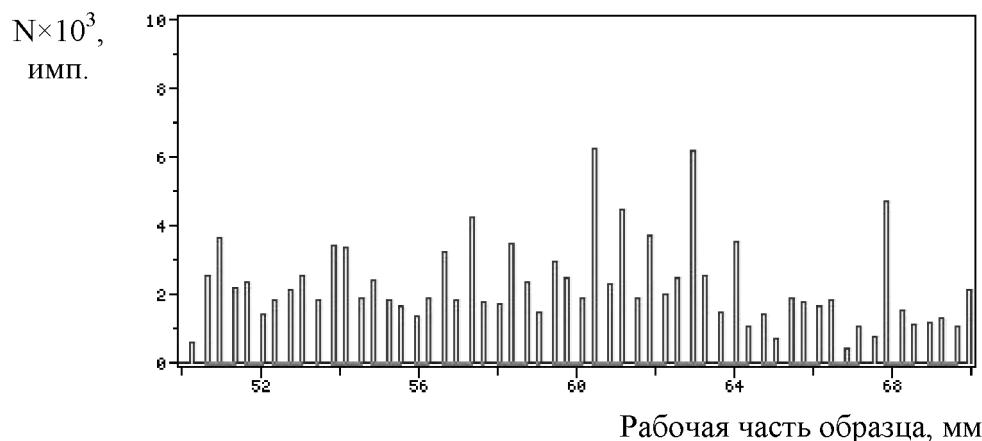


Рис. 3. Локализация импульсов АЭ по длине рабочей части дефектного образца с усилением шва между преобразователями

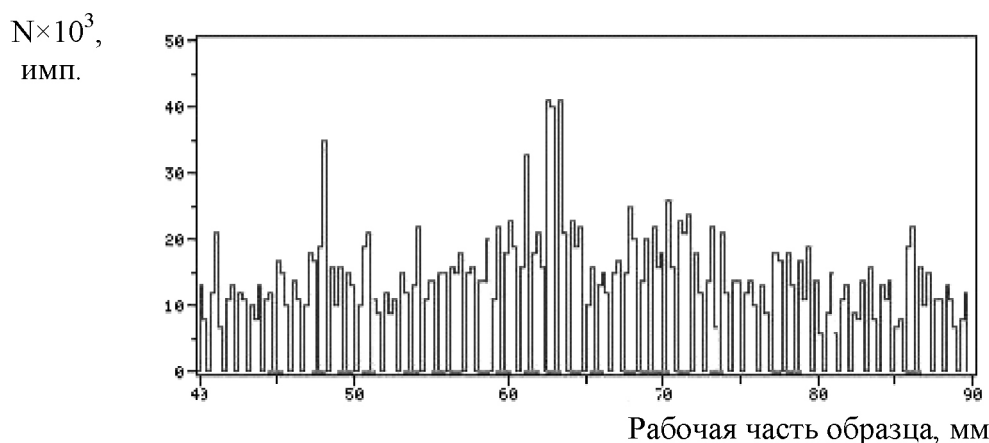


Рис. 4. Локализация импульсов АЭ по длине рабочей части дефектного образца без усиления шва между преобразователями

Список литературы:

1. Хромченко Ф.А. Типичные повреждения и ремонт сварных соединений паропроводов из хромомолибденованадиевых сталей/Ф.А. Хромченко, В.А. Лапа, В.Г. Гриненко//Теплоэнергетика. – 1993. – № 11. – С. 18–21.
2. Хромченко Ф.А. Ресурс сварных соединений паропроводов/Ф.А. Хромченко. – М.: Машиностроение, 2002. – 352 с.
3. Гофман Ю.М. Оценка работоспособности металла энергооборудования ТЭС/Ю.М. Гофман. – М.: Энергоатомиздат. – 1990. – 245 с.

*Chaban Inna Victorivna Kyiv National University of Construction and Architecture
postgraduate student Department of engineering systems and ecology
E-mail: shadyra.inna@gmail.com*

Numerical simulation of processes in combined shock-foam-type air-handling unit with a block of thermoelectric modules

Abstract: Article present an analysis performed with the FLUENT code, aimed at improving the understanding of hydrodynamics, heat and mass transfer mechanisms that occur in shock-foam-type air-handling unit.

Keywords: numerical simulation, combined shock-foam-type air-handling unit, mass transfer, heat transfer, Euler-Euler model.

Introduction

The problem of microclimate in museum premises is a complex task. On the one hand it is creation of such conditions that would ensure long term of preservation of museum specimen, on the other hand creating a comfort conditions for visitors and employees of the museum. At the present time, the optimal parameters of the microclimate in the premises of the museum are usually created using central or self-contained air conditioning systems with air-handling and air-conditioning equipment. Besides of the exhibition halls, in museums are present workrooms, laboratories, research premises, museum depositories and other. There is own, specific requirements for microclimate parameters in each of these areas, that demand instrumentation of self-contained air conditioning units, to perform the air-handling process under each of the specific areas. We have developed and patented a combined shock-foam-type air-handling unit with a block of thermoelectric modules for such areas [1]. Combined shock-foam-type air-handling unit provides an optimal microclimate parameters over a wide range and ensures efficient air purification from various types of pollution, however is compact, lightweight, energy efficient and makes possible a temperature and cooling capacity variable control. The handling belong to surface trickling heat exchangers, which combine a contact and surface heat-exchangers in one design. An air-handling unit works on the principle of the creation dynamic foam layer that flow over the surface of heat exchangers. Strong turbulence of gas-liquid system provides a heavy increase of interacting phases of contact surface which lead to intensification of heat-mass-exchange between air and water and for efficiency upgrading of air purification from pollution. The processes in combined shock-foam-type air-handling unit present a hard problem for numerical modeling because of the complex phenomena of heat and mass transfer in turbulent foam layer.

The processes of heat and mass transfer in the foam layer has been studied by a number of researchers. Generally mathematical modeling was reduced functional relationships between the parameters defining the processes and pacing factors using similarity theory and experimental researches.

Today, the basic hydrodynamic equations complete with boundary condition could be solved using numerical methods. Computational Fluid Dynamics (CFD) is the science of predicting fluid flow, heat transfer, mass transfer, chemical reactions, and related phenomena by solving the mathematical equations that govern these processes using numerical algorithms. The results of

CFD analysis are relevant engineering data used in conceptual studies of new designs, detailed product development, troubleshooting, and redesign and therefore CFD is gaining importance in general process applications. CFD approaches use numerical techniques to solve the Navier-Stokes equations for given flow geometry and boundary conditions there by implementing models for flow aspects like turbulence or heat and mass transfer as relevant for the specific modeling task [3, 80–90].

The fluid dynamics of these systems has been widely studied with CFD, by resorting to different multi-phase models, notably the multi-fluid approach. This and other approaches require however an a priori assumption on the mean bubble size to be used and in the simulation, and are strongly limited by the assumption that this value is constant throughout the computational domain [3, 5–80].

Generally gas-liquid systems of bubbling columns has been simulated. Air velocity in the cross section of shock-foam-type air-handling unit is in 5–10 times higher than in bubbling column. Therefore is necessary to check the consistency of the models and the importance of assumptions and constants for the foam system [8–12].

The goal of this work was to study the air-water behavior and heat transfer between surface of heat exchangers and foam layer inside a shock-foam-type air-handling unit with block of thermoelectric modules.

Computational model

This paper studied a shock-foam-type air-handling unit using CFD. The commercial software FLUENT based on the finite volume method (FVM) was used to simulate air and water flows in Combined shock-foam-type air-handling.

To describe the flow of gas and liquid phases was used, the Euler approach for multiphase flow. The movement of each phase is governed by the relevant continuity equation, conservation of momentum, energy and species.

In the present work, an Eulerian-Eulerian multi-phase model is adopted where gas and liquid phases are all treated as continua interpenetrating and interacting with each other, everywhere in the computational domain. The pressure field is assumed to be shared by all the two phases, in proportion to their volume fraction. The motion of each phase is governed by respective mass and momentum conservation equations [8, 50–80].

Continuity equation

The continuity equation describes the mass flux into and out of a control volume. The volume-average continuity equation for k-th phase:

$$\frac{\partial}{\partial t}(a_k \rho_k) + \nabla \cdot (a_k \rho_k \mathbf{v}_k) = \sum_{p=1}^n (m'_{pk} - m'_{kp}) \quad (1)$$

Δe $\rho_k, \mathbf{v}_k, a_k$ represent, respectively, the macroscopic density, velocity, and volume fraction of phase k, while, m'_{pk} is mass transfer from the p to k-th phase and m'_{kp} is mass transfer from the k to p-th phase, respectively.

Momentum equation

In multiphase formulation, momentum balances similar for continuous and dispersed phases. The momentum balance for k-th phase in most general formulation is:

$$\frac{\partial}{\partial t}(a_k \rho_k \mathbf{v}_k) + \nabla \cdot (a_k \rho_k \mathbf{v}_k \mathbf{v}_k) = -a_k \nabla P + \nabla \cdot \bar{\bar{\tau}}_k + a_k \rho_k \mathbf{g} + \sum_{p=1}^n (m'_{pk} \mathbf{v}_{pk} - m'_{kp} \mathbf{v}_{kp}) + F_k \quad (2)$$

where, \mathbf{g}, P, F_k are gravity acceleration, hydrodynamic pressure, and the momentum exchange term, while $\bar{\bar{\tau}}_k$ is the viscous stress tensor of k-th phase stress which is given by:

$$\bar{\bar{\tau}}_k = (a_k \mu_k) (\nabla \bar{\mathbf{v}}_k + \nabla \bar{\mathbf{v}}_k^T) + a_k \left(\lambda_k - \frac{2}{3} \mu_k \right) \nabla \bar{\mathbf{v}}_k \bar{\mathbf{I}}, \quad (3)$$

where, φ_k and λ_k are the shear and bulk viscosity of phase k and $\bar{\mathbf{I}}$ is a unit tensor.

Energy Equation.

The energy is calculated as follows:

$$\frac{\partial}{\partial t}(a_k \rho_k h_k) + \nabla \cdot (a_k \rho_k \mathbf{v}_k h_k) = -a_k \frac{\partial P}{\partial t} + \nabla \cdot \bar{\bar{q}}_k + \sum_{p=1}^n (Q_{pk} + m'_{pk} h_{pk} - m'_{kp} h_{kp}) \quad (4)$$

where, h_k is the sensible enthalpy of phase k; $\bar{\bar{q}}_k$ — is the heat flux; Q_{pk} is the intensity of heat exchange between phases; h_{pk} — is the interphase enthalpy.

Species transport model

FLUENT can model the mixing and transport of species by solving conservation equations describing convection and diffusion for each component species. In this project, water vapour can be considered specie distributed inside shock-foam-type air-handling unit. Conservation equation takes the following general form:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho Y_i) + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v} Y_i) = -\nabla J_i + S_i, \quad (5)$$

In this equation, Y_i is mass fraction of each species i , S_i is the rate of creation by the addition of the dispersed phase. The production of species by chemical reaction was also neglected. The flow of mass diffusion equation used in the energy and species conservation equation is calculated as follows:

$$\bar{\mathbf{J}}_i = - \left(\rho D_{i,m} + \frac{\mu_t}{S_{ct}} \right) \nabla Y_i, \quad (6)$$

where, S_{ct} is the turbulent Schmidt number which is given by, being the turbulent viscosity and $D_{i,m}$ turbulent diffusivity.

Therefore, there are two species in the CFD model — water vapour and air. Water vapour should be the first specie and the air should be the second specie. Then FLUENT can calculate mass diffusion in turbulent flows and species transport in the energy equation.

Turbulence model

Additional transport equations for the turbulent kinetic energy k and its dissipation rate ε were considered. Here we considered the realizable per-phase turbulence model. Transport Equations for kinetic energy k and its dissipation rate ε :

$$\frac{\partial}{\partial t}(a_k \rho_k k_k) + \nabla \cdot (a_k \rho_k \bar{\mathbf{U}}_k k_k) = \nabla \cdot \left(a_k \left(\mu_k + \frac{\mu_{t,k}}{\sigma_k} \right) \nabla k_k \right) - (a_k G_{K,k} - a_k \rho_k \varepsilon_k) + K_{pk} (C_{pk} \cdot k_p - C_{kp} \cdot k_k) - K_{kp} (\bar{\mathbf{U}}_p - \bar{\mathbf{U}}_k) \cdot \frac{\mu_{t,p}}{a_p \sigma_p} \nabla a_p + K_{kp} (\bar{\mathbf{U}}_p - \bar{\mathbf{U}}_k) \frac{\mu_{t,k}}{a_k \sigma_k} \nabla a_k \quad (7)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(a_k \rho_k \varepsilon_k) + \nabla \cdot (a_k \rho_k \bar{\mathbf{U}}_k \varepsilon_k) = \nabla \cdot \left(a_k \left(\mu_k + \frac{\mu_{t,k}}{\sigma_\varepsilon} \right) \nabla \varepsilon_k \right) - C_{2\varepsilon} a_k \rho_k \frac{\varepsilon_k}{k_k + \sqrt{\mathbf{v}_{t,p} \varepsilon_k}} + C_{1\varepsilon} C_{3\varepsilon} \frac{\varepsilon_k}{k_k} K_{kp} \times$$

$$\times \left[\begin{aligned} & (C_{pk} \cdot k_p - C_{kp} \cdot k_k) - K_{kp} (\bar{\mathbf{U}}_p - \bar{\mathbf{U}}_k) \cdot \frac{\mu_{t,p}}{a_p \sigma_p} \nabla a_p + \\ & K_{kp} (\bar{\mathbf{U}}_p - \bar{\mathbf{U}}_k) \frac{\mu_{t,k}}{a_k \sigma_k} \nabla a_k \end{aligned} \right]$$

where, $\bar{\mathbf{U}}_k$ is the phase-weighted velocity, $G_{K,k}$ is the turbulence kinetic energy generated due to the mean velocity gradient, K_{pk} the turbulent drag term for multiphase flowtion. $C_{1\varepsilon}, C_{2\varepsilon}$ and $C_{3\varepsilon}$ are constants. σ_k and σ_ε are the turbulent Prandtl numbers for k and ε , respectively.

The turbulent viscosity, μ_t , is computed by combining k and ε as follows:

$$\mu_{t,k} = \rho_k C_\mu \frac{k_k^2}{\varepsilon_k} \quad (9)$$

Initial and boundary condition

Three dimensional computational geometry of the air-handling unit have been generated by using ANSYS Design modeler. After geometry creation, a uniform mesh has been generated with map structured quadrilateral elements containing height to width ratio of 1.

In order to obtain a well-posed system of equations, reasonable boundary conditions for the computational domain have to be implemented. Inlet boundary condition is a uniform liquid and gas velocity at the inlet, and outlet boundary condition is the pressure

boundary condition, which is set as $1.013 \cdot 10^5$ Pa. Wall boundary conditions are no-slip boundary conditions for the liquid phase and free slip boundary conditions for the gas phase. The condition of symmetry of the problem allowed simulation of only half of the

geometry, thus establishing a vertical plane in the axis of the air-handling unit. On that plane, symmetry boundary condition was applied. At initial condition the volume fraction of the gas at inlet and in the free board region is based on the inventory.

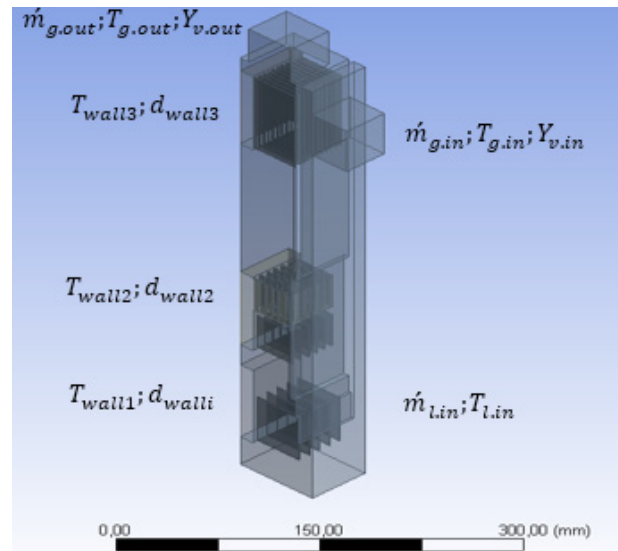


Fig. 1. Boundary condition for numerical simulation processes in shock-foam-type air-handling unit

The Phase Coupled SIMPLE method has been chosen for pressure–velocity coupling. The second-order upwind scheme has been used for discretization of momentum, turbulence kinetic energy and turbulence dissipation rate and the first-order upwind scheme has been used for discretization of volume-fraction equations. The time step size of 0.001s has been used. Relaxation factors for pressure, density, momentum, volume fraction have been used according with recommendation: 0.3, 1, 0.2, 0.5, respectively. The simulations have been carried out till the system reached the quasi-steady state.

Results and discussion

To make image of processes in shock-foam-type air-handling unit during simulation pressure and velocity fields have been obtained. The pressure loss of air flow in shock-foam-type air-handling unit is a factor of great importance because it directly influences the costs of manufacturing and operating such equipment. The pressure loss depend on design and hydrodynamics features of air-handling unit. Design factors include the distribution channels configuration, their location relative to the working space of air-handling unit and heat exchangers geometry. Hydrodynamics factors include static water level and air velocity in the cross section of the air-handling unit.

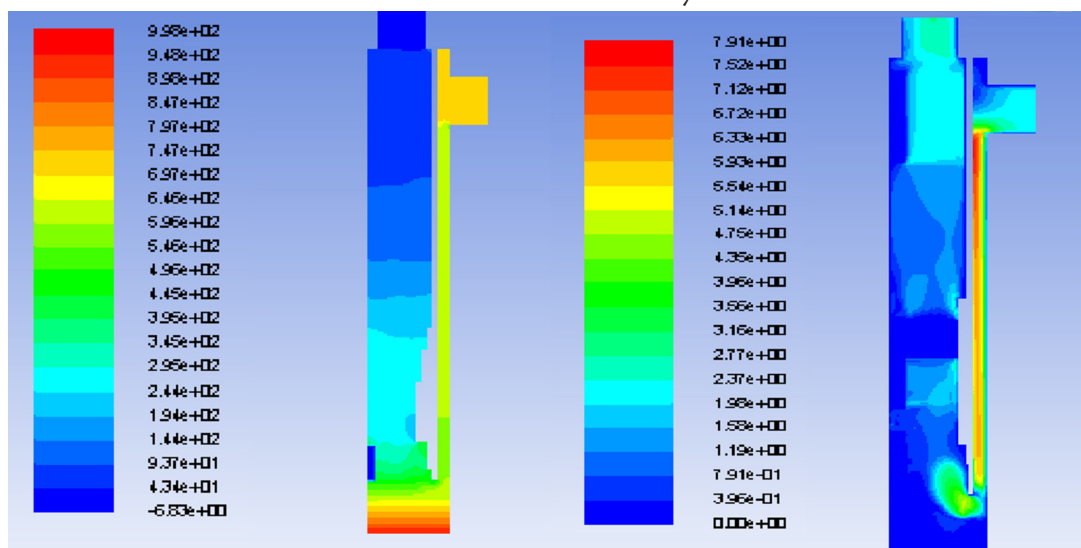


Fig. 2. Pressure and velocity fields on vertical axis plane of the air-handling unit.

Fig. 1 shows the pressure and velocity fields have been obtained from the simulation. The pressure in air-handling unit is reduced with the height of the same, being smaller the closer it is to the exhaust air, as expected. The highest pressure drop and air velocity were at the inlet slot-shaped channel. Pressure drop intensifies when passing the heat exchanger and foam layer. The highest air velocity were when air stream pass heat exchanger placed on the middle of air-handling unit. That's because on the space between heat exchanger fins present small diameter pipes that lead to high pressure drop.

Air humidification, dehumidification with cooling or heating processes could be realized in shock-foam-type air-handling unit. Fig. 1 shows the temperature field on vertical axis planes of the air-handling unit and on surface of heat exchanger fins. We detected that processes which take place in the working space of air-handling unit were the most intensive when the static water level were 20 mm and air velocity in the cross section of the air-handling unit were 3 m/s.

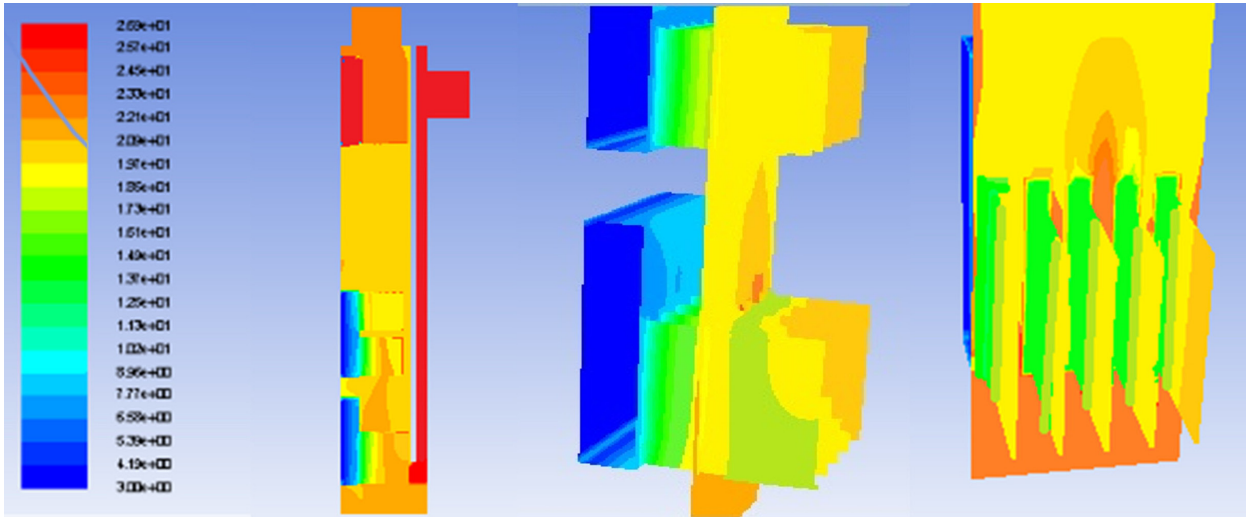


Fig. 3. Temperature field on vertical axis planes of the air-handling unit and on surface of heat exchanger fins at the static water level $h = 10$ mm, and the air velocity in the cross section 3 m/s

Numerical simulation allows to follow the processes in the air-handling unit. Fluid turbulization around the fins of the heat exchanger lead to partial destruction of laminar boundary layer on the heat exchanger surface. As

result surface heat transfer coefficient of heat exchanger placed in from layer is in 100–600 times higher than in air stream.

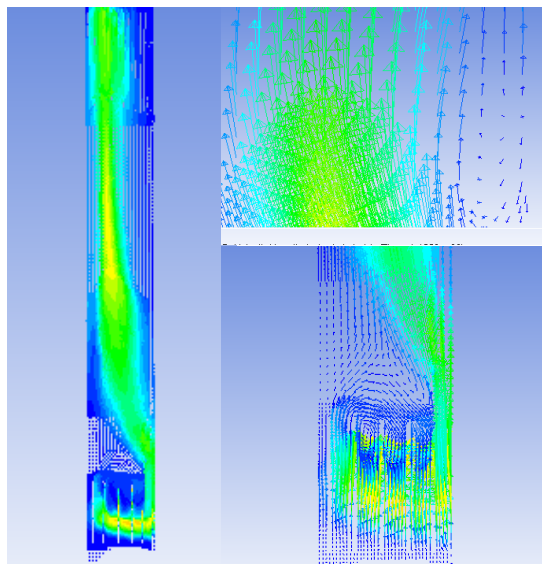


Fig. 4. Air velocity vectors in the cross section of the air-handling unit

While heat transfer efficiency of the heat exchanger placed in from layer is high, design of heat exchanger has several disadvantages. The heat exchanger fins, which are

placed in underpart of air-handling unit create constant cross-section that provide uneven flow around the heat exchanger surface as shown on Fig. 4. As result reduced

heat transfer efficiency from foam layer to the heat exchanger surface.

Design features that reduce the shock-foam-type air-handling unit efficiency, were detected during the numerical simulation. The heat transfer from air stream to the heat exchanger placed at the top of air-

handling unit increase when the air velocity in the cross section of the air-handling unit adopt a value which exceed 4.5 m/s. Air relative humidity after the foam layer ranging 85–98%. It is degrees when air stream pass the heat exchanger placed at the top of air-handling unit.

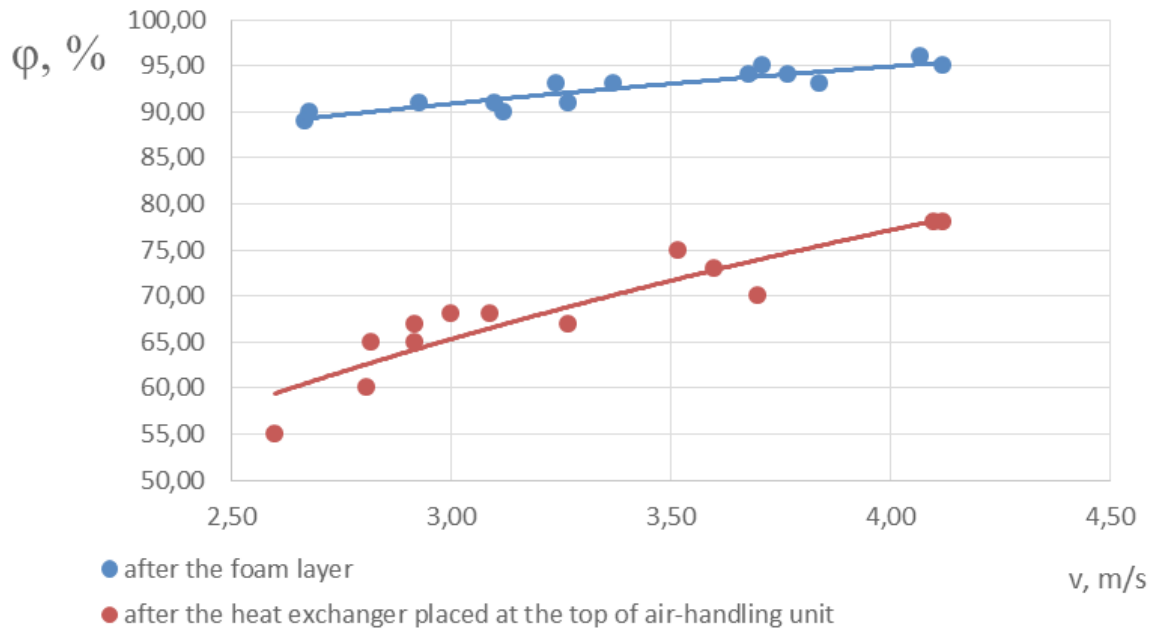


Fig. 5. Relative humidity at the outlet of of the air-handling unit

When air velocity increase to 4.5 m/s air relative humidity began increase too. That is because with air velocity increasing water drops that become entrained

from foam layer by the air stream, as shown on Fig. 6. Water drops that getting the heat exchanger surface evaporate and intensify the heat transfer processes.

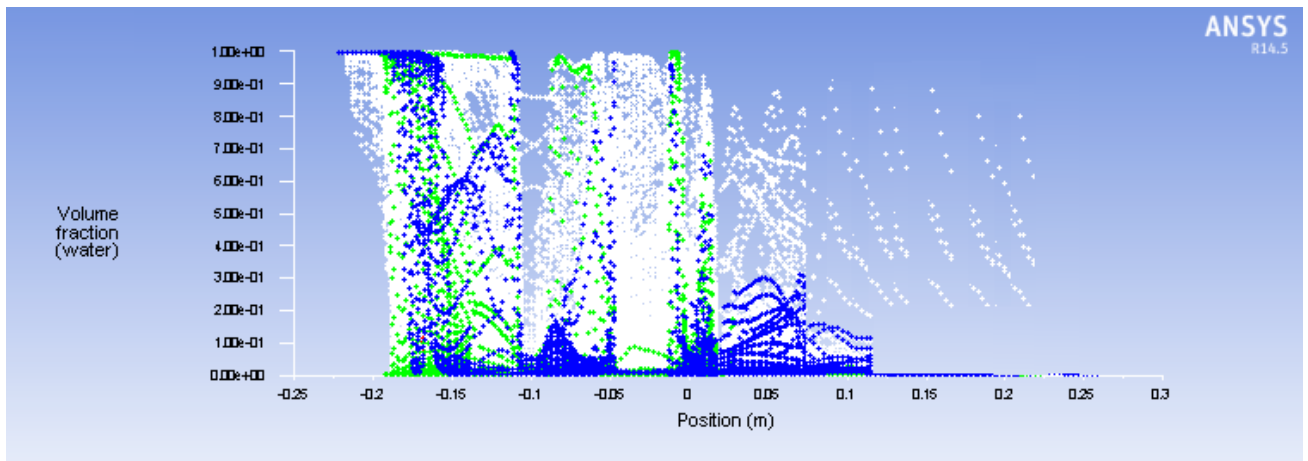


Fig. 6. The volume fraction of water in work space of the air-handling unit at the static water level $h = 20$ mm, and the air velocity in the cross section 4.5 m/s.

This phenomena is positive in sense of air-handling unit efficiency upgrading only on that case when the process of air humidification with air cooling or heating are realized and high level of relative humidity is acceptable. When the process of air dehumidification with or without air cooling are realized air humidification is undesirable.

Model validation

Results obtained from numerical simulation were compared with experimental data. Fig. 7 presents a comparison the Number of transfer units as a function of air Reynolds number and static water level, evaluated from experimental results through CFD simulations of air-handling unit.

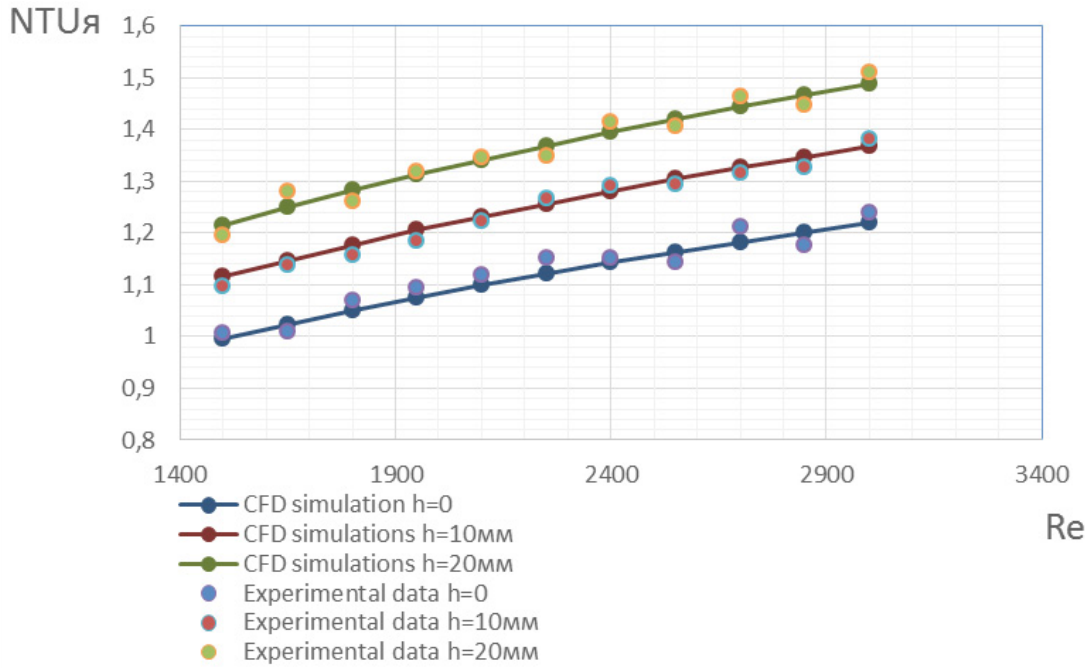


Fig. 7. Number of transfer units as a function of air Reynolds number and static water level, evaluated from experimental results through CFD simulations of air-handling unit

Fig. 8 presents a comparison of the Nusselt number which characterize heat transfer coefficient evaluated by CFD simulations and by experiment.

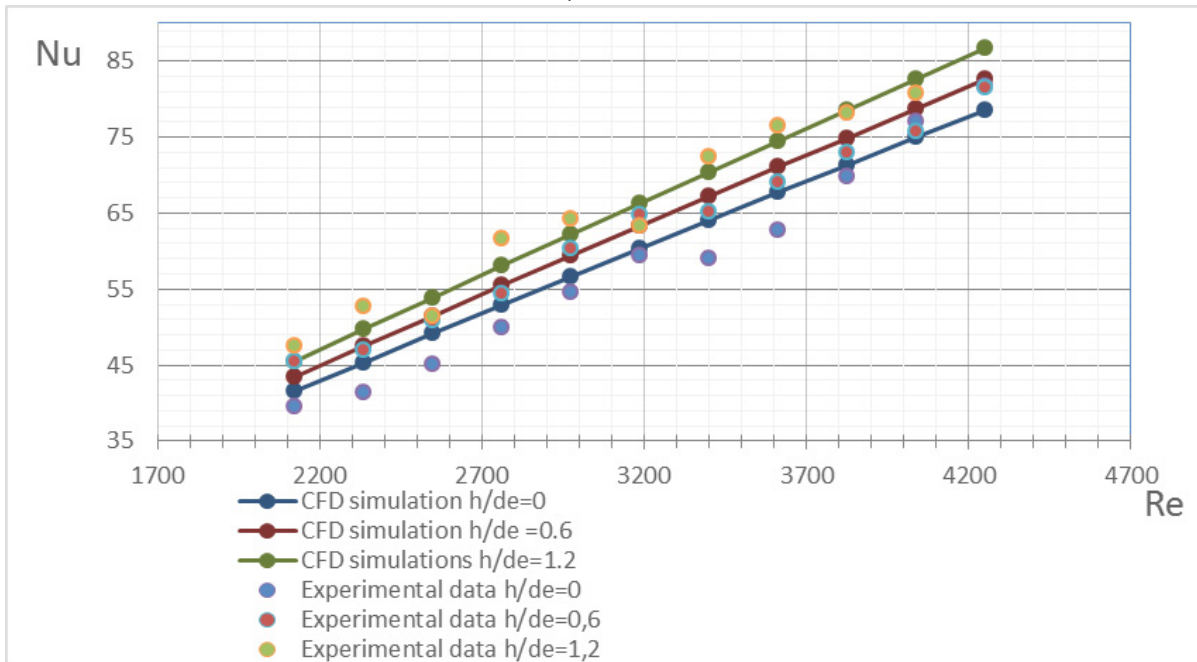


Fig. 8. Nusselt number as a function of air Reynolds number evaluated from experimental results through CFD simulations for heat exchanger which is placed in underpart of air-handling unit

The correlation for the heat transfer coefficient obtained through CFD was close to the experimental correlation, especially for higher air flow rates. The minimum deviation for Number of transfer units was 2% and the maximum deviation was 8%, the minimum deviation for Nusselt number was 4% and the maximum deviation was 12%, which is acceptable for a two-phase turbulent flow.

Conclusions

1. Results obtained from numerical simulation helped to detect regions with the highest pressure drop of air flow, lower-range value of heat transfer coefficient and design features that reduce the shock-foam-type air-handling unit efficiency.

2. Results obtained from numerical simulation were compared both qualitatively and quantitatively

with experimental data and show good convergence.

3. To reduce pressure drop of air flow and to increase heat transfer efficiency in shock-foam-type air-handling unit it need to improve aerodynamic design of shock-foam-type air-handling unit and construction of heat exchangers.

4. The extended rating of processes and air stream conditions in shock-foam-type air handling

unit we must prevent drop entrainment and their getting the heat exchanger surface. Increase in vertical dimension between the foam layer and heat exchanger placed at top of air-handling unit or drift eliminator installation can provide a more effective cooling and dehumidifying of air before reaching the heat exchanger.

References:

1. пат. № 101290 України МПК F24F 3/Присрій для тепловологісної обробки повітря/Довгалюк В.Б., Шадура І.В. заяв. 12.06.12, опубл. 11.03.13, Бюл. № 5/2013.
2. Mergers and destruction of bubbles in bubbling/Prince M. and Blanch, H.//AICHE Journal, 36 (10). – 1990.-p. 1485–1499.
3. “A model for turbulent polydisperse two-phase flow in vertical channels,”/Politano M., Carrica, P., and Converti, J.,//International Journal of Multiphase Flow. – 2003. – № 29: Т. 7. p. 1153–1182.
4. “Applicability of the standard k–e turbulence model to gas-stirred baths,”/Schwarz M. and Turner, W.,//Applied Mathematical Modelling,. – 1988.- № 12: Т. 3. – p. 273–279.
5. “Applicability of the standard k–e turbulence model to the dynamic simulation of bubble columns: Part I. Detailed numerical simulations,”/Sokolichin A. and Eigenberger, G.,//Chemical Engineering Science. – 1999.- № 54,. – p. 2273–2284
6. “CFD predictions for flow-regime transitions in bubble columns,”/Monahan S., Vitankar, V., and Fox, R.,//AICHE Journal. – 2005.- № 51: Т. 7. – p. 1897–1923.
7. “Computing the added mass of dispersed particles,”/Simcik M., Ruzicka, M., and Drahos, J.,//Chemical Engineering Science,. – 2008.- № 63: Т. 18. p. 4580–4595.
8. “Gas–liquid flow in bubble columns and loop reactors: Part I. Detailed modelling and numerical simulation,” 49 (24, Part 2)/Sokolichin A. and Eigenberger, G.,//Chemical Engineering Science. – 1994.- p. 5735–5746.
9. “Modeling of isothermal bubbly flow with interfacial area transport equation and bubble number density approach,”/Sari S., Ergun, S., Barik, M., Kocar, C., and Sokmen, C.N.,//Annals of Nuclear Energy,. – 2009. – № 36: Т. 2. – p. 222–232.
10. “Modelling of gas-liquid/gas-liquid-solid flows in bubble columns: Experiments and CFD simulations,”/Rampure M., Buwa, V., and Ranade, V.,//Canadian Journal Of Chemical Engineering,. – 2003. – № 81: Т. 3–4. – p. 692–706.
11. “Momentum and heat transfer in”/Sato Y., Sadatomi, M., and Sekoguchi, K.,//International Journal of Multiphase Flow,. – 1981. – № 2: Т. 7. – p. 167–177.
12. Computational Modeling And Simulations Of Hydrodynamics For Air-Water External Loop Airlift Reactors,/Law D.,//Ph. D. thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University. – 2010 p.
13. Computational modeling of gasliquid flow in bubble columns./Rafique M., Chen, P., Dudukovic, M.,//Reviews in Chemical Engineering. – 2004. – № 20. – p. 225–375.
14. Direct numerical simulations of dispersed flows./Bunner B., Tryggvason, G.,//Proceedings of the Ninth Workshop on Two-Phase Flow Predictions, Germany,. – 1999. – p. 13–19.
15. Modeling of bubble column/Jakobsen H.A., Lindborg, H., and Dorao, C.A.,//Industrial and Engineering Chemistry Resea. – 2005. – № 14: Т. 44. – p. 5107–5151. 19. Simulation of buoyancy driven bubbly flow: established simplifications and open questions./Sokolichin A., Eigenberger, G., Lapin, A.,//AIChE Journal. – 2004 p. – 50. – c. 24–45.

Section 12. Transport

*Minenko Ekaterina Yurievna,
Penza state university of architecture and building, k. t. n., associate professor,
a department is "Organization and safety of motion"
E-mail: cat.minenko@yandex.ru*

*Kusmorova Julia Anatolevna,
student, group OBD-51*

The dependence of the level of safety at level crossings on the size of the vehicle fleet

Abstract: At present, Russian fleet increases, so the problem of delays at level crossings is more complicated, more frequent traffic accidents, so analyzing road traffic injuries at level crossings occur is caused by drivers of passenger cars, 86%, so you need to take measures to reduce road trauma associated with railroad crossings.

Keywords: railway crossing, "sleeping policeman", car park accident

*Миненко Екатерина Юрьевна,
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
к. т. н., доцент, кафедра «Организация и безопасность движения»
E-mail: cat.minenko@yandex.ru*

Кусморова Юлия Анатольевна, студент группы ОБД-51

Зависимость уровня безопасности на переездах от численности парка автотранспортных средств

Аннотация: На сегодня автомобильный парк России увеличивается, поэтому проблема задержек на железнодорожных переездах более сложная, участились дорожно-транспортные происшествия, так анализируя дорожно-транспортный травматизм на железнодорожных переездах, происходят именно по вине водителей легковых автомашин-86%, поэтому требуется принимать меры по снижению дорожного травматизма, связанного с железнодорожными переездами.

Ключевые слова: железнодорожный переезд, «лежачий полицейский», автомобильный парк, аварийность

Одним из важнейших факторов, вызывающих большие потери на переездах, включая задержки пассажиров и грузов, является неконтролируемый рост численности индивидуального автотранспорта (общая численность легковых автомобилей в России уже превышает 38,7 млн. единиц). При отставании в развитии и модернизации автодорожной сети это приводит к систематическим затруднениям в движении транспорта на дорогах и вызванному этим социально-экономическому и экологическому ущербу.

На сегодня автомобильный парк России только увеличивается, поэтому проблема задержек на переездах станет еще более сложной. Если в прошлом году на каждую тысячу жителей нашей необъятной прихо-

дилось, в среднем, 249 машин, то в 2013 эта цифра составляет уже 257 авто. Таким образом, Россия уверенно ползет вверх по мировому рейтингу количества авто на 1000 жителей и в данный момент болтается где-то в середине третьего десятка, считая с начала этого списка. Мы уже переплюнули Латвию с Болгарией и Словакией с их 230–240 машинами на тысячу населения и целеустремленно подбираемся к Польше, Венгрии, Литве и Израилю, в которых этот показатель находится в пределах 260–270 машин. Хотя до лидеров, — США (765 машин), Люксембурга (686) и Малайзии (641) нам вряд ли когда удастся дотянуться [2, 2–3]

Так как на российских дорогах с каждым годом только прибавляется в среднем по 2,5 млн. автомо-

билей в год, то число автомобилей на тысячу жителей в начале нового столетия превысило 200 ед., а по Москве и другим мегаполисам данный показатель ещё выше. Объясняется это стремительным ростом значений экономических показателей России, так как средняя заработная плата выросла

в 9 раз [1,2].

Общая численность автомотопарка России в настоящее время составляет 50512132 транспортных средств. С 2010 по 2012 гг. она ежегодно увеличивалась на 9,5% [1, 1].

Динамика роста количества транспортных средств в Российской Федерации за 2004-2012 года

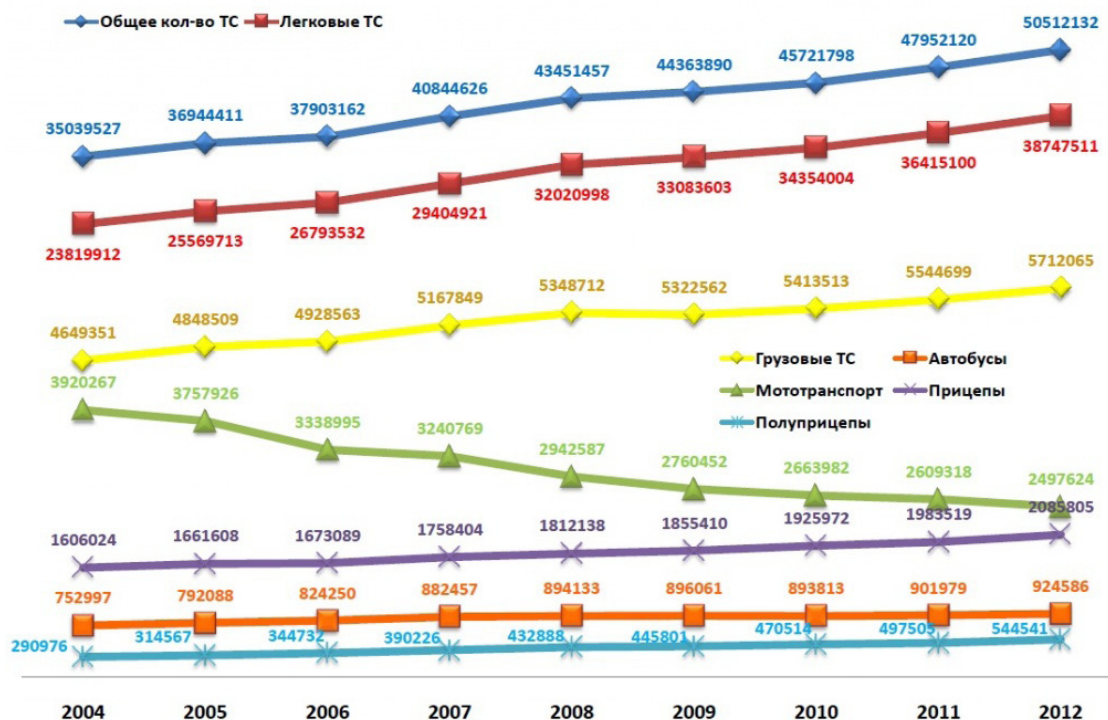


Рис. 1. Динамика количества транспортных средств в России

За последние 8 лет, по сравнению с 2004 годом, транспортный парк страны вырос на 44,2%, то есть более чем на 15 миллионов транспортных средств. В среднем, ежегодно прирост транспорта составляет 5,5%. Основное увеличение происходит за счёт легковых автомобилей: по сравнению с 2004 годом, их количество выросло на 62,7%, или на 14,9 миллионов единиц.

Также высокими темпами растёт численность полуприцепов: с 290 тысяч в 2004 году до более чем 540 тысяч в прошлом году (+87,1%). Парк грузовых автомобилей вырос на 22,9% и составил свыше 5,7 миллионов единиц. Примерно такими же темпами — на 22,8% — увеличилась численность автобусов: на сегодняшний день в России эксплуатируется 924,5 тысяч автобусов.

Сокращается ежегодно только количество мототранспорта — с 3,9 миллионов единиц в 2004 году до 2,5 миллионов к началу этого года, то есть на 36,3%. По мнению специалистов, процесс такого уменьше-

ния обусловлен утилизацией устаревших мототранспортных средств. Для сравнения в Пензенской области автопарк составляет 447825 транспортных средств. Выяснилось, что Пенза находится на почетном 7 месте по количеству автомобилей на душу населения. Кстати, это сразу после Москвы, которая занимает 6 место. Подсчитано, что в Пензенской области на 1000 человек приходится 297 машин [4, 1].

Существенный научный и практический интерес представляет исследование зависимости показателей безопасности движения через переезды от их количества, роста численности парка автомобилей и других факторов.

Представим теперь, что переезд переоборудован таким образом, что движение осуществляется в каждом направлении в 2 ряда и подъезды к нему исключают обгоны и упорядочивают движение автотранспорта в строгом соответствии с установленной рядностью. Тогда разграничение потока по первому и второму ряду в этом случае будет носить принуди-

тельный характер, и будет начинаться на расстоянии 150–200 м от оси железнодорожного пути.

Тогда с открытием переезда движение автотранспорта может начаться сразу с оптимальной скорости или близкой к ней, позволяющей реализовать максимум пропускной способности и минимум задержек у переезда. Если удастся повысить скорость движения автотранспорта по переезду до 10–12 км/ч, то пропускная способность пересечения повысится не менее чем в 2 раза по сравнению с расчетной при однородном движении и в 4 раза — по сравнению с фактически реализуемым уровнем в настоящее время. Это позволит отдалить сроки строительства дорогостоящих путепроводных развязок и повысить безопасность движения в зоне железнодорожных переездов, имеющих высокую загрузку, благодаря жесткому регулированию транспортного потока [5, 3].

Конечно, само техническое оборудование переезда (уширение проезжей части дороги, установка дополнительных УЗП, продольных дорожных ограждений на подходах к переезду и др.) потребует дополнительных затрат, но они составят ничтожно малую долю по сравнению с затратами на строительство и содержание путепроводных развязок. К тому же далеко не всегда в условиях плотной жилой застройки проекты сооружения путепроводных развязок реализуемы.

Так, например, руководство службы путей Московской железной дороги планирует, на всех 170 не оборудованных устройствами ограждения переездах установить «лежачие полицейские», что будет препятствовать нарушению водителями скоростного режима, ведь большинство аварий на железнодорожных переездах происходят по вине водителя, так как многие из них не могут адекватно оценивать скорость движущегося поезда. Им кажется, что тот движется медленнее, чем на самом деле, поэтому ав-

томобилисты спешат проскочить переезд и не сбрасывают скорость, а «лежачий полицейский» заставит их остановиться.

Причем оборудование переездов «лежачими полицейскими» в несколько раз дешевле установки УЗП, но реализации планов пока препятствует регулирующий установку «полицейских» ГОСТ Р 52605–2006, согласно которому их нельзя размещать на расстоянии ближе 100 м от железнодорожных переездов [6, 4–6].

Конечно надо заметить, что «лежачий полицейский» едва ли удержит недисциплинированных водителей, желающих поскорее проскочить через переезд, скорее, — наоборот.

Предлагаются на ряде дорог и даже реализуются и другие меры, например, монтаж систем видеонаблюдения. Причем устанавливаются не только камеры слежения, но и их муляжи на железнодорожных переездах. Видеозапись нарушений передается ГИБДД, где её используют в качестве доказательства вины водителя.

Железнодорожные службы рассчитывают на то, что, не зная о том, на каких переездах установлены камеры, а на каких — муляжи, водители будут осмотрительно вести себя и на тех, и на других. О видеонаблюдении водителей сообщат плакаты, банеры. Это ещё один способ психологического воздействия на водителей автотранспорта. Увидев предупреждающую надпись о том, что на переезде установлена видеочка, большинство водителей задумаются, стоит ли игнорировать запрещающий сигнал светофора.

Контроль за движением на переездах может стать ещё более эффективным, если использовать спутниковые системы связи, типа «ГЛОНАСС», ведь тогда руководители транспортных предприятий, ГИБДД, МЧС и других служб смогут в режиме реального времени получать информацию о ДТП.

Список литературы:

1. <http://www.sovross.ru/modules.php?file=article&name=News&sid=592925>
2. <http://www.unece.org>
3. <http://autostat.ru/>
4. <http://vpenze.ru/>
5. Справка об обеспечении безопасности дорожного движения на железнодорожных переездах и о результатах обследования железнодорожных переездов на предмет устранения ранее выявленных недостатков
6. ГОСТ Р 52605–2006 «Технические средства организации дорожного движения. Искусственные неровности. Общие технические требования. Правила применения», М, 2006.

*Minenko Ekaterina Yurievna,
Penza state university of architecture and building,
k. t.n., associate professor,
a department is "Organization and safety of motion"
E-mail: cat.minenko@yandex.ru*

Analysis of collateral roadside infrastructure of highways under the jurisdiction of the Penza region

Abstract: The author analyzed the availability of roadside infrastructure of highways of the Penza region, as public roads must comply with the prevailing regulations and guidelines that lead to the transformation of adjacent areas due to equipment roadside service (recreation areas and a comprehensive road maintenance) on certain road sections.

Keywords: road network, road infrastructure, service, multi-zone road service roads

*Миненко Екатерина Юрьевна,
Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, к. т.н., доцент,
кафедра «Организация и безопасность движения»
E-mail: cat.minenko@yandex.ru*

Анализ обеспеченности придорожной инфраструктурой автомобильных дорог, находящихся в ведении Пензенской области

Аннотация: Автором проведен анализ обеспеченности придорожной инфраструктурой автомобильных дорог Пензенской области, так как автомобильные дороги общего пользования, должны соответствовать общепринятым требованиям и нормам, которые обуславливают преобразование прилегающих к ним территорий за счет оборудования объектов придорожного сервиса (зон отдыха и комплексного дорожного обслуживания) на определенных участках автомобильных дорог.

Ключевые слова: сеть автомобильных дорог, придорожная инфраструктура, сервис, многофункциональные зоны дорожного сервиса автомобильных дорог

Региональная неравномерность развития транспортной инфраструктуры ограничивает развитие единого экономического пространства страны. Сеть автомобильных дорог — один из важнейших элементов транспортно-коммуникационной системы Пензенской области, оказывающих огромное влияние на развитие экономики и социальной сферы.

Между тем состояние дорожной сети Пензенской области далеко не в полной мере соответствует экономическим и социальным потребностям общества. Проблема особенно обострялась в последнее время в связи с недостаточным финансированием для сохранения существующей сети дорог, а тем более для ее модернизации (капитального ремонта).

Протяженность сети автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения Пензенской области на 1 января 2012 года составляет 3728,0 км. Из них с асфальтобетонным и цементобетонным покрытием — 3599,0 км, со щебеночным покрытием — 123,0 км.

На обслуживаемой сети автодорог находится 3404 шт. искусственных сооружений (198 мостов, 3206 водопропускных труб). Однако транспортно-эксплуатационное состояние многих существующих автомобильных дорог не отвечает современным, а тем более перспективным требованиям. Существующая опорная сеть автомобильных дорог выполняет функции объектов регионального значения, по которым осуществляются не только внутриобластные, но и транзитные перевозки из соседних регионов [1, 23–26].

По территории Пензенской области проходит семь транспортных коридоров, соединяющих по кратчайшему направлению областные центры Саратовской, Ульяновской, Тамбовской, Рязанской областей и Республику Мордовия. Восемьдесят процентов от общей интенсивности движения транспорта составляют транзитные перевозки.

Конфигурация автомобильных дорог Пензенской области в целом соответствует направлениям транс-

портно-экономических связей как на территории в целом, так и на выходах в соседние регионы — Тамбовскую, Саратовскую, Ульяновскую области и Республику Мордовия.

К основным факторам, определяющим причины высокого уровня аварийности и разрушения автомобильных дорог в Пензенской области, следует отнести:

- постоянно растущую диспропорцию между приростом количества автотранспортных средств и пропускной способностью улично дорожной сети, что наиболее характерно для областного центра;

- недостаточный уровень состояния организации дорожного движения;

- большой удельный вес транспортных средств, не отвечающих в полном объеме международным требованиям по техническому уровню и безопасности конструкций, имеющих длительные сроки эксплуатации, в том числе за пределами установленного моторесурса;

- недостаточную подготовку и неудовлетворительную транспортную дисциплину водителей транспортных средств, отсутствие должной ответственности у руководителей автотранспортных предприятий;

- увеличение потока транзитных транспортных средств, следующих по дорогам Пензенской области; — бесконтрольное движение транспортных средств с тяжеловесными грузами или движение по дорогам внедорожных транспортных средств;

- материальные потери от последствий ДТП при разрушении дорог и дорожных сооружений;

- несанкционированная застройка придорожных полос;

- хищение и вандализм в отношении элементов обустройства дороги со стороны участников движения и жителей прилегающих к дорогам территорий.

Автомобильные дороги общего пользования, находящиеся в ведении Пензенской области (далее — дороги), должны являться современными транспортными магистралями и в перспективе соответствовать общепринятым требованиям и нормам, которые обуславливают преобразование прилегающих к ним территорий за счет оборудования объектов придорожного сервиса (зон отдыха и комплексного придорожного обслуживания) на определенных участках автомобильных дорог.

В зависимости от интенсивности движения автотранспорта следующие направления: Пенза — Лунино — граница Пензенской области — Саранск;

Пенза — Кошлай — Сердобск — Беково; Пенза — Шемышейка — Лопатино; Нижняя Елужань — Русский Камешкир Лопатино — Петровск; Нижний Ломов — Наровчат; Кувак-Никольское — Вадинск — Земетчино требуют развития объектов придорожного сервиса в первую очередь.

Комплексы обслуживания должны обеспечить полный набор услуг как жителям области, так и иногородним водителям и пассажирам автотранспорта, следующим по автодорогам. Концентрация объектов обслуживания имеет целью создание не изолированных предприятий придорожного сервиса, а системы дополняющих друг друга и стимулирующих расширение форм сервисного обслуживания крупных региональных и областных транспортных узлов [2, 3–4].

Состав комплексов (объектов придорожного сервиса) с учетом сложившихся условий, а также с учетом предполагаемой интенсивности движения по основным направлениям может включать в себя: КП ГИБДД; автозаправочные станции (АЗС и ГЗС); автосервис (станции техобслуживания, диагностика и мойка автомобилей); автостоянки; магазины (мини — магазины) автозапчастей и сопутствующих товаров; придорожные гостиницы (мотели); пункты торговли; пункты питания; оборудованные места отдыха; рестораны (кафе).

На начало января 2005 года количество объектов придорожного сервиса на территории области составило 350, а уже 01.09.2010 насчитывается 659 объектов придорожного сервиса. т.е число объектов придорожного сервиса увеличилось на 309 или почти вдвое (в 1,9 раз), что позволило создать на территории Пензенской области более 1500 дополнительных рабочих мест.

Справочно: 2005 г. — 350 объектов — 875 рабочих мест;

2006 г. — 497 объектов (прирост к 2005 г. — на 147 объектов) — 1243 рабочих места;

2007 г. — 563 объекта (прирост к 2006 г. — на 66 объектов) — 1689 рабочих мест;

2008 г. — 595 объектов (прирост к 2007 г. — на 32 объекта) — 1785 рабочих мест;

2009 г. — 659 объектов — (прирост к 2008 г. — на 64 объекта) — 2636 рабочих мест;

2010 г. — 671 объектов — по состоянию на 01.10.2010 (прирост на 12 объектов, на начало действия Концепции 321 объект) — 2699 рабочих мест.

В настоящее время на автодорогах Пензенской области действуют следующие объекты придорожного сервиса:

Беднодемьяновский район (автодорога Москва — Челябинск) — 22, среди них: АЗС — 2, предприятий торговли — 4, предприятий общественного питания — 12, предприятий, оказывающих услуги автосервиса — 2, предприятий, оказывающих комплекс услуг (проживание, питание, бытовые услуги) — 2.

Белинский район (автодороги Пенза — Тамбов, Белинский — Тамала) — 9, среди них: АЗС — 4, предприятий общественного питания — 5.

Бессоновский район (автодороги Пенза — Луино — Саранск, Москва — Челябинск) — 33, среди них: АЗС-2, предприятий торговли — 4, предприятий общественного питания — 12, предприятий, оказывающих услуги автосервиса — 2, предприятий, оказывающих комплекс услуг (проживание, питание, бытовые услуги) — 2.

Городищенский район (автодороги Москва — Челябинск, Нижняя Елюзань — Верхняя Елюзань, Городище — Канаевка, Городище — Никольск, Городище — Сурск) — 129, среди них: АЗС — 16, предприятий торговли — 85, предприятий общественного питания — 11, предприятий, оказывающих услуги автосервиса — 13, гостиниц — 3, предприятий, оказывающих комплекс услуг (проживание, питание, бытовые услуги) — 1. Кроме того, в стадии завершения строительства находятся 5 АЗС, 3 предприятия по оказанию услуг автосервиса, 1 предприятие торговли.

Каменский район (автодороги Москва — Челябинск, Пенза — Тамбов) — 17, среди них: предприятий, общественного питания — 16, гостиниц — 1, планируется открытие 2-х гостиниц, 2-х предприятий оптовой и розничной торговли ГСМ, предприятия по оказанию комплексных услуг (торговля, автосервис).

Кольшлейский район (автодорога Сердобск — Пенза) — 8, среди них: предприятий торговли — 4, предприятий, оказывающих услуги автосервиса — 2, предприятий, оказывающих комплекс услуг (проживание, питание, бытовые услуги) — 2.

Кондодьский район — планируется строительство кафе и стоянки автомобильного транспорта на перекрестке автодорог Саратов — Нижний Новгород, Кондоль — Кольшлей.

Кузнецкий район (автодорога Москва — Челябинск) — 40, среди них: АЗС — 2, предприятий торговли — 10, предприятий общественного питания — 17, предприятий, оказывающих услуги автосервиса — 2, гостиниц — 1, предприятий, оказывающих комплекс услуг (проживание, питание, бытовые услуги) — 6. Кроме того, в стадии завершения стро-

ительства находятся 2 кафе, 1 магазин, 1 дорожный комплекс.

Лунинский район (автодорога Пенза — Саранск) — 18, среди них: АЗС — 4, предприятий торговли — 11, предприятий общественного питания — 2, предприятий, оказывающих услуги автосервиса — 1. Планируется строительство газозаправочной станции.

Малосердобинский район (автодорога Нижний Новгород — Саратов) — 3, среди них: АЗС — 1, предприятий общественного питания — 1, предприятий, оказывающих комплекс услуг (проживание, питание, бытовые услуги) — 6. Кроме того, планируется строительство кафе и оборудование зоны отдыха на водоеме.

Мокшанский район (автодорога Москва — Челябинск) — 50, среди них: АЗС — 6, предприятий торговли — 5, предприятий общественного питания — 25, предприятий, оказывающих услуги автосервиса — 10, предприятий, оказывающих комплекс услуг (проживание, питание, бытовые услуги) — 4. Кроме того, планируется строительство комплекса придорожного сервиса.

Нижнеломовский район (автодорога Москва — Челябинск) — 30, среди них: АЗС — 4, предприятий торговли — 6, предприятий общественного питания — 14, предприятий, оказывающих услуги автосервиса — 4, гостиниц-1, предприятий, оказывающих комплекс услуг (проживание, питание, бытовые услуги) — 1. Планируется размещение объектов придорожного сервиса в сельских населенных пунктах; Вирга, Пешая Слобода, Кувак-Никольское [3, 5–7].

На самой крупной федеральной автодороге М5 — «Урал» (Москва — Челябинск), которая проходит через г. Пензу и шесть районов области (Спасский, Нижнеломовский, Мокшанский, Бессоновский, Городищенский, Кузнецкий), успешно работают 290 объектов придорожного сервиса — как отдельные предприятия, так и целые комплексы сферы услуг.

Основные проблемы размещения предприятий торговли, общественного питания и бытового обслуживания вдоль автодорог, находящихся в ведении Пензенской области, связаны с определением оптимальной структуры самих предприятий, специализации, набора платных и бытовых услуг, месторасположения. Также существуют значительные препятствия, тормозящие процесс развития необходимой придорожной инфраструктуры. Так как финансирование размещения объектов придорожного сервиса не предусмотрено федеральным бюд-

жетом, в развитие инфраструктуры привлекаются в основном средства индивидуальных предпринимателей. По мнению автора наиболее эффективной организацией сервисного обслуживания участников дорожного движения являются многофункциональные зоны дорожного сервиса автомобильных дорог, т. е. комплексы, предоставляющие самые разные виды услуг. В состав объектов МФЗ входят [4, 10]:

- отдельные места для стоянки легковых автомобилей, грузовых автомобилей и автобусов;
- многотопливную заправочную станцию;
- туалеты;
- зону отдыха водителей и пассажиров со специально отведенными местами для курения;

- объекты общественного питания;
- магазин;
- мотель;
- автомойку;
- станцию технического обслуживания;
- душевые,
- прачечную;
- пункт медицинской помощи;
- мусоросборники;
- телефон.

Авторам произведена оценка обеспеченности транспортной инфраструктурой придорожной полосы федеральной автодороги 1 Р-208 Тамбов-Пенза.

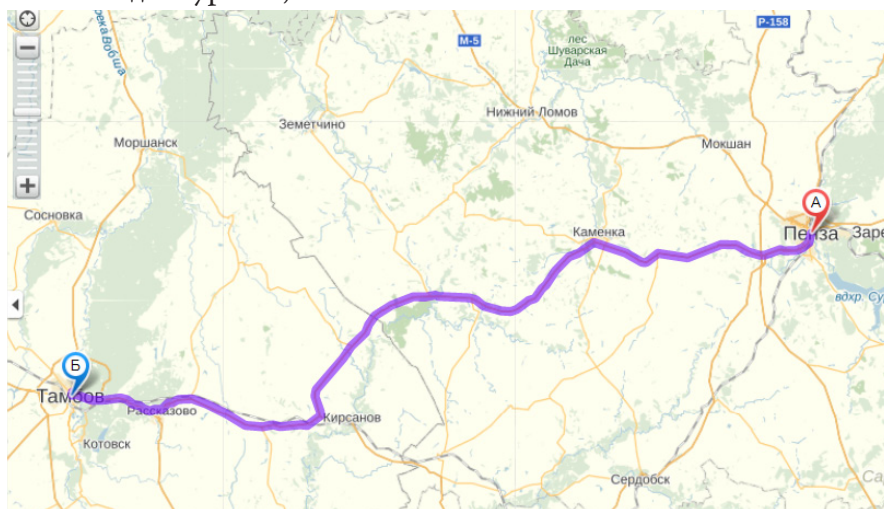


Рис. 1 Исследуемый участок автодороги 1 Р-208 Тамбов-Пенза с 71 км по 115 км

В г. Каменка присутствует достаточно широкая инфраструктура (СТО, АЗС, отель, кафе). Далее с 74 км по 91 км по обе стороны от трассы присутствуют пять

автобусных остановок Ключище, Кевда, Кикино, Аргамаково, Калдусы, на 97 км автодороги 1 Р-208 Тамбов-Пенза находится кафе и стоянка представленные на рис. 2.

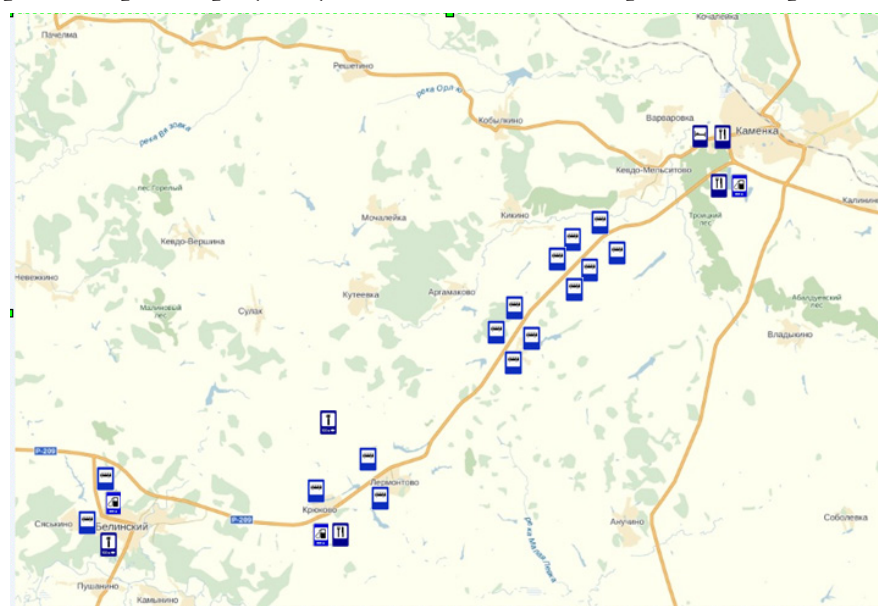


Рис. 2 Оценка обеспеченности транспортной инфраструктурой придорожной полосы федеральной автодороги 1 Р-208 Тамбов-Пенза

Далее на 99 км близ с. Лермонтово находится в отдалении СТО — местного обслуживания. Далее на 106 км автодороги находится автобусная остановка (Крюково), 108 км (Языково) и далее только на 115 км. (Белинский) [5, 106–107].

Анализируя все выше сказанное, на участке в 44 км оборудованное место (СТО, АЗС, отель, кафе) — г. Каменка, 99 км — СТО, 107 км — АЗС и кафе. Поэтому на 91 км трассы автор предлагает обустроить придорожную полосу около с. Калдусы в виде МФС (многофункциональные зоны дорожного сервиса).

Но объединение объектов дорожного сервиса требует от предпринимателей значительных вложений, это и затраты на строительство, оснащение, подведение коммуникаций, стоянку, организацию

дорожного движения, оборудование для автосервиса и т. д. Поэтому инвесторы не спешат вкладывать деньги в МФЗ, а в сооружения отдельных объектов типа СТО, автомойки, АЗС, пункты питания. Кроме всего выше перечисленного возникают сложности с проблемой приобретения земли в собственность, сложность и длительность процедур согласования строительства и получения нужных документов также не способствует привлечению инвестиций в развитие придорожной инфраструктуры. Но в итоге создание МФЗ на трассах позволит не только обеспечить комфорт в дороге для жителей и гостей региона, но и обеспечит новые рабочие места и обеспечит улучшение культурных и торговых отношений между регионами.

Список литературы:

1. Государственная программа Пензенской области «Развитие территорий, социальной и инженерной инфраструктуры, обеспечение транспортных услуг в Пензенской области на 2014–2020 годы».- Пенза, № 724-пП, 2013
2. Концепция создания и развития объектов придорожного сервиса в полосе отвода автомобильных дорог общего пользования Пензенской области на 2011–2015 годы. – Пенза, № 712-рП, 2010
3. Концепция создания и развития объектов придорожного сервиса в полосе отвода автомобильных дорог общего пользования Пензенской области на 2005–2010 годы. – Пенза, № 1014-пП, 2005
4. Регламент размещения многофункциональных зон дорожного сервиса на автомобильных дорогах Государственной компании «Российские автомобильные дороги». – Москва, № 93, 2010
5. Миненко Е. Ю. Оценка обеспеченности транспортной инфраструктурой придорожной полосы федеральной автодороги 1 Р-208 Тамбов-Пенза/Е. Ю. Миненко, Н. А. Сафонова//Молодой ученый. –2014.-№ 15.-С. 105–108

Section 13. Physics

*Aliyev Maqsud Isfendiar oglu
Institute of Physics of Azerbaijan National Academy of Sciences
Gadzhieva Nushaba Nubarak kizi,
Institute of Radiation Problems of Azerbaijan National Academy of Sciences,
Akhmedova Gunay Bahlul kizi,
Institute of Physics of Azerbaijan National Academy of Sciences
Naghiyev Jalal Ahadbala oglu
Institute of Radiation Problems of Azerbaijan National Academy of Sciences,
E-mail: sevinc.m@rambler.ru*

Research of thermal effects in composites on the basis of polyethylene and semiconductor fillers of GaAs and GaAs <Te>

Abstract: The thermal effects in composites on the basis of polyethylene of high density and semiconductor fillers of GaAs and GaAs <Te> in a temperature interval 303–773K are studied by the method of a derivatography. Thermophysical characteristics of composite films are defined and values of an indicator of asymmetry of peak of melting depending on the kind and concentration of filler are calculated. It is shown that with 2–4mass% GaAs and 4–8 mass% GaAs < Te> contents in PE composite films are observed most effective changes in thermal processes and their thermal physical parameters. The received results are explained within three-phase model and change of supramolecular structure of amorphous -crystalline polymer and its degree of crystallinity at introduction of microparticles of fillers.

Keywords: High-density polyethylene, semiconductor fillers GaAs and GaAs <Te>, polymer composites, thermal effects, thermo physical parameters, method derivatography, supramolecular structure

*Алиев Максуд Исфендияр оглы,
Институт Физики НАНАзербайджана,
Гаджиева Нушаба Нубарак кызы,
Институт Радиационных Проблем НАН Азербайджана,
Ахмедова Гюнай Бахлул кызы,
Институт Физики НАН Азербайджана,
Нагиев Джалал Ахадбала оглы,
Институт Радиационных Проблем НАН Азербайджана,
E-mail: sevinc.m@rambler.ru*

Исследование тепловых эффектов в композитах на основе полиэтилена и полупроводниковых наполнителей GaAs и GaAs<Te>

Аннотация: Методом дериватографии изучены тепловые эффекты в композитах на основе полиэтилена высокой плотности и полупроводниковых наполнителей GaAs и GaAs<Te> в температурном интервале 303–773 К. Определены теплофизические характеристики композитных пленок и рассчитаны значения показателя асимметрии пика плавления в зависимости от вида и концентрации наполнителя. Показано, что при содержании 2–4 масс% GaAs и 4–8 масс% GaAs<Te> в композитных пленках ПЭ наблюдаются наиболее эффективные изменения в тепловых процессах и их теплофизических параметрах. Полученные результаты объ-

яснены в рамках трехфазной модели и изменением надмолекулярной структуры аморфно-кристаллического полимера и его степени кристалличности при внедрении микрочастиц наполнителей.

Ключевые слова: полиэтилен высокой плотности, полупроводниковые наполнители GaAs и GaAs<Te>, полимерные композиты, тепловые эффекты, теплофизические параметры, дериватографический метод, надмолекулярная структура.

Введение. Получение полимерных композиций с интересными электро-, тепло-физическими, спектрально-люминесцентными, оптическими и др. свойствами в значительной степени зависит от природы наполнителя, от формы, размера и характера распределения частиц, а также от степени взаимодействия между составляющими компонентами. Обычно новые наполнители приводят к расширению возможностей практического применения композитного материала, так как характер агрегации частиц наполнителя, условия кристаллизации и ряд других факторов изменяют морфологию полимерной матрицы, и в результате получаемые на их основе композиционные материалы приобретают уникальные свойства [1–2]. В этом аспекте особый интерес представляют композиты на основе полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) с полупроводниковыми соединениями GaAs и GaAs<Te>. Это вызвано тем, что данные полупроводники имеют своеобразную кристаллическую и зонную структуры и являются перспективными материалами в микро и оптоэлектронике [2–3]. Выбор ПЭВП ($C_{2n}H_{2n+2}$) в качестве полимерной матрицы обусловлен хорошей изученностью данного материала [4–6]. Следует отметить, что в литературе фактически отсутствуют сведения по изучению композитов ПЭВП-GaAs и ПЭВП-GaAs<Te>. Подобные исследования впервые проводились нами, и их результаты представлены в работах [7–8]. На основе оптических и Фурье ИК — спектроскопических исследований показано, что изменение коэффициента поглощения и степени кристалличности полимера взаимосвязано с изменением его надмолекулярной структуры (НМС) [7–8].

Настоящая работа является продолжением цикла этих исследований и посвящена изучению тепловых эффектов в композитных материалах ПЭВП-GaAs и ПЭВП-GaAs<Te> (содержание наполнителей составляют 1–10 масс%), полученных методом дериватографии. Данный метод позволяет проследить изменения тепловых процессов, обусловленные внедрением микрочастиц в состав полимерной матрицы, и выявить закономерности, связанные с этими изменениями [9].

Методика эксперимента. Из порошков ПЭВП и полупроводников GaAs и GaAs<Te> (с размерами частиц ~50 мкм) путем механического смешивания

изготавливали гомогенную смесь. Затем гомогенная смесь подвергалась горячему прессованию при температуре $T = 413$ К с выдержкой 15 мин. и охлаждалась до комнатной температуры в течение 30 мин. Данный способ позволяет получить ПЭВП пленки с равномерным распределением микрочастиц в объеме полимера, что представляется необходимым фактором для оптических исследований. Равномерность распределения микрочастиц в пленках ПЭВП контролировалось по фону Фурье-ИК спектров поглощения. Толщина исходных и композитных пленок равнялась $d = 50–100$ мкм. Содержание вводимого количества микрочастиц GaAs и GaAs<Te> варьировалась от 1 до 10 масс%.

Термограммы исходных образцов ПЭВП и его композитов снимались на дериватографе STA600 Derivatograf (PerKin Elmer) в температурном интервале $T = 303–773$ К в воздухе в режиме нагрева (использованы керамические тигли). Скорость нагрева составляла 10 К/мин. Изучалось влияние наполнителя и его концентрации на значений температур плавления ($T_{пл}$) и разложения (T_p), а также на значений энтальпии ($\Delta H_{пл}$, ΔH_p) этих процессов. По эндо эффекту рассчитывались значения показателей асимметрии пика плавления ($A, \%$) для пленок ПЭ и его композитов [10].

Микрофотографии исходных композитных пленок получены на оптическом микроскопе ViewMet (500x увеличение).

Результаты и их обсуждение. На рис. 1 а, б и с в качестве примера приведены термограммы исходных пленок ПЭ без микрочастиц (1 а) и содержащих 6 масс% микрочастиц арсенида галлия (GaAs) (1 б) и арсенида галлия, легированного теллуром (GaAs<Te>) (1 с), полученные в температурном интервале $T = 303–773$ К в воздухе (режим нагрев). Дериватограммы характеризуются наличием ряда тепловых эффектов на кривых ДТА и ТГ. На кривой ДТА исходных пленок ПЭ четко выделяются узкий эндоэффект с максимумом $T_{пл} = 403$ К, широкий эндоэффект при $T_0 = 463$ К, соответствующие температурам плавления и окисления и сравнительно широкий экзотермический эффект $T_p = 513$ К, характеризующий, по-видимому, начало разрушений полимера. (Рис. 1 а).

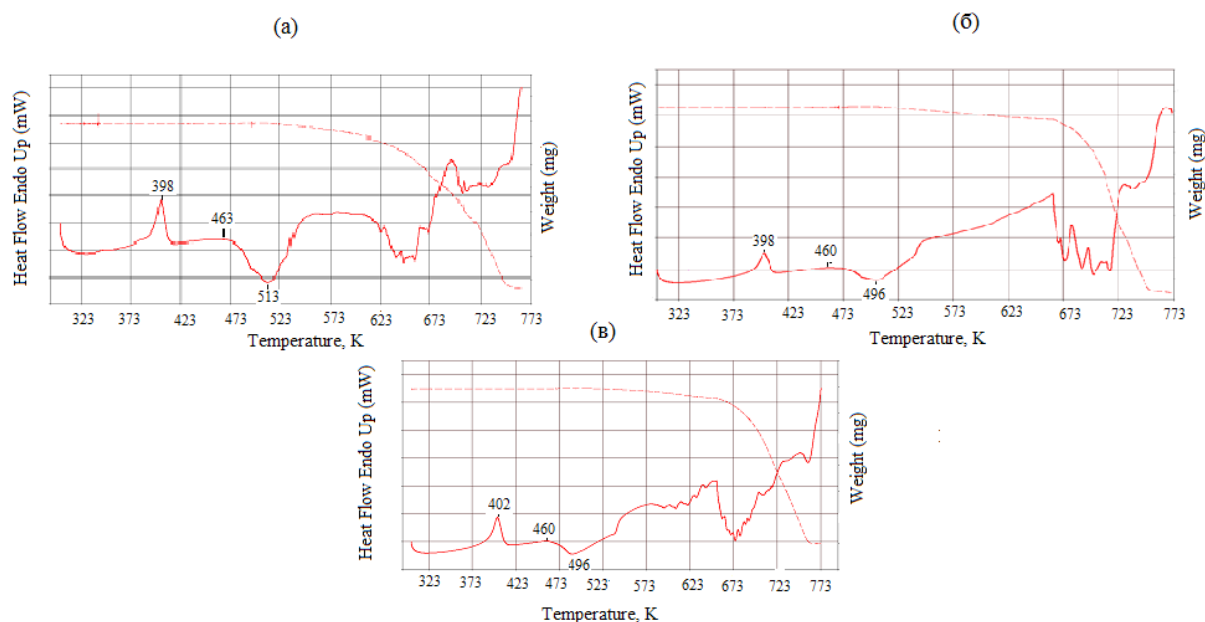


Рис. 1 Дериватограммы ПЭВП (а), ПЭВП-GaAs 6 масс% (б) и ПЭВП-GaAs<Te> 6 масс% (в)

Видно, что начиная с температуры 723 К наблюдается значительное уменьшение навески образца, что связано с началом протекания деструкции главных цепей ПЭ. Высокотемпературный деструкционный процесс полимера заканчивается при температурах 753–773 К. Следует отметить, что в процессе сравнительно низкотемпературного разложения участвуют боковые

звенья, а в процессе высокотемпературной деструкции включаются главные цепи CH_2 групп в ячейке кристаллического ПЭ [11]. Внедрение микрочастиц GaAs и GaAs<Te> в полимерную матрицу приводит к значительному изменению термограмм (рис. 1 б и 1 в) и, следовательно, к изменению теплофизических характеристик композиционных материалов на их основе.

Таблица 1. – Сравнительные теплофизические характеристики исходных и содержащих микрочастиц GaAs и GaAs<Te> пленок ПЭВП

ПЭВП, наполнитель, масс%	$T_{пл}$, К $\pm 0,1$ К	$\Delta H_{пл}$, Дж/г, $\pm 5\%$	T_p , К $\pm 0,1$ К	ΔH_p , Дж/г, $\pm 5\%$	К, % (ИК-данные) $\pm 5\%$
ПЭВП	402.5	170	513.2	-163	52
ПЭВП: GaAs					
98:2	398.1	39	488.2	-135	64
96:4	398.1	42	490.4	-146	64
94:6	398.2	66	494.6	-146	60
92:8	398.8	74	502.2	-192	58
90:10	399.6	78	504.4	-220	58
ПЭВП: GaAs<Te>					
98:2	402.6	50	488.6	-80	54
96:4	402.6	63	492.2	-99	64
94:6	402.6	54	496.4	-103	66
92:8	402.6	53	498.2	-190	66
90:10	402.8	48	500.2	-192	60

В таблице приведены сравнительные теплофизические характеристики исходных и содержащих микрочастиц GaAs и GaAs<Te> пленок ПЭВП (где концентрация вводимых наполнителей составляет 2,4,6,8,10 масс%), а также значения степени кристалличности (К), рассчитанные по полуэмпирической формуле из Фурье ИК-спектров поглощения этих образцов по изменению оптических плотностей дублетной полосы де-

формационного колебания CH_2 -групп [8]. Как видно из таблицы, теплофизические параметры композиционных материалов зависят от вида вводимого наполнителя и его концентрации: для композитных пленок ПЭВП-GaAs, значение температуры плавления $T_{пл}$ смешается в сторону низких температур на $\Delta T_{пл} \approx 3-4,3$ К, а для композитных пленок ПЭВП-GaAs <Te> оно не изменяется. При этом значения энтальпии ($\Delta H_{пл}$) пика плавления

ния композитов по сравнению со значением исходного образца уменьшается в ~2,2–4,5 раза. Наблюдаемые тепловые эффекты, по-видимому, связаны с изменением надмолекулярной структуры (НМС) и степени кристалличности (К) полимера. При этом наполнители GaAs и GaAs<Te> с дисперсностью 50 мкм в композициях с полиэтиленом играют роль структурообразователя в росте степени кристалличности (эти микрочастицы являются центрами зародышей кристаллообразования) и в изменении надмолекулярной структуры полимера. Действительно, как видно из таблицы, между теплофизическими характеристиками и значениями степени кристалличности наблюдается хорошая корреляция.

Изменение приповерхностных состояний и характера взаимодействия на границе двух фаз в гетерогенной системе полимер-полупроводник сильно влияет на асимметрию эндотермического пика плавления полимера. Значения показателя асимметрии зависят как от вида наполнителя, так и его концентрации. В качестве примера, на рис. 2а показаны

сравнительные термограммы плавления ПЭВП (1) и композитов ПЭВП-GaAs (2) и ПЭВП-GaAs<Te> (3) (концентрация наполнителя 6 масс%). Как видно из термограмм, в зависимости от вида наполнителя эндотермический пик имеет различную асимметрию, что хорошо проявляется на кривых показателя асимметрии пика плавления (рис. 2 б). Анализ и сопоставление значений показателя асимметрии (А) и степени кристалличности (К) для обоих композитов при различных концентрациях наполнителя показывают, что область минимальных значений А соответствует области максимальных значений К. Для композита ПЭВП-GaAs это достигается при концентрациях $C [GaAs]=2-4$ масс%, а для композита ПЭВП-GaAs<Te>-при концентрациях $C [GaAs<Te>]=4-8$ масс%. Сопоставительный анализ этих параметров позволяет прийти к такому выводу, что варьированием вида и концентрации наполнителя можно получить новые композиты с модифицированной структурой.

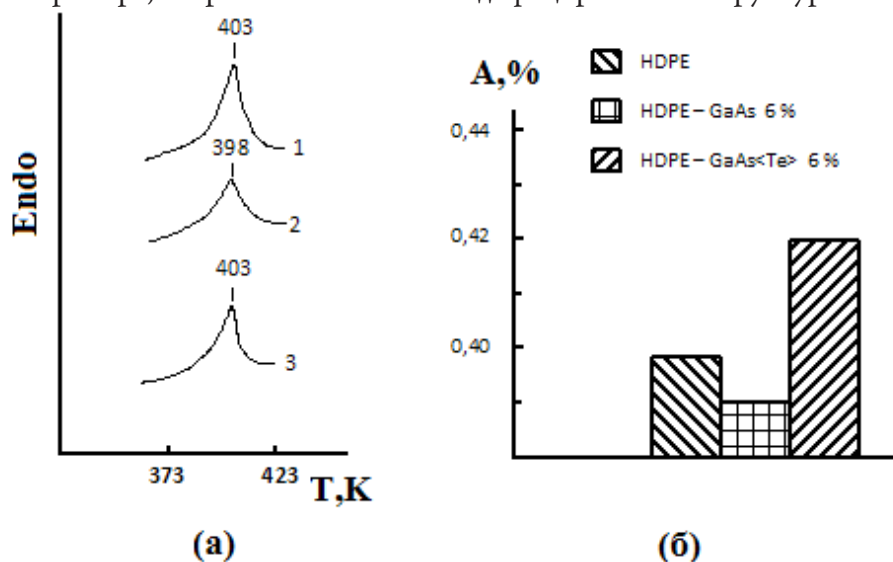


Рис. 2. Сравнительные термограммы (а) и гистограммы показателя асимметрии (б) пика плавления ПЭВП (1), ПЭВП-GaAs 6 масс% (2) и ПЭВП-GaAs<Te> 6 масс% (3).

Увеличение степени кристалличности может происходить за счет образования третьей переходной фазы, согласно предложенной в [11] трехфазной модели надмолекулярной структуры (НМС) аморфно-кристаллического полимера, состоящей, по-видимому, преимущественно из выпрямленных цепей (ВЦ). По рентгеновским данным, ВЦ могут иметь трехмерную структуру с периодичностью $\lambda=50-60$ нм [11]. ВЦ составляют также неотъемлемую часть высоко-ориентированных ПЭ. Величина λ для волокон ПЭ соответствует длине транс-последовательностей в кристаллических областях ламелей. По-видимому, микрочастицы GaAs и GaAs<Te> с концентрациями

2–4 и 4–8 масс% соответственно приводят к росту количества ВЦ в переходном кристаллическом слое ПЭ. Это может быть обусловлено тем, что при этих концентрациях микрочастицы GaAs и GaAs<Te> являются центрами дополнительной кристаллизации. При повышении концентрации микрочастиц наполнителей в составе ПЭ больше 4 масс% для GaAs и 8 масс% для GaAs<Te> размеры кластеров начинают сильно превышать значение периодичности ВЦ, что проявляется в уменьшении относительной степени кристалличности. По-видимому, увеличение размеров микрочастиц препятствует выпрямлению цепей и процессу кристаллизации. Увеличение concentra-

ции наполнителей приводит к кластерообразованию, снижению поверхностной энергии и стабилизации

до завершения кристаллизационных процессов полимера.

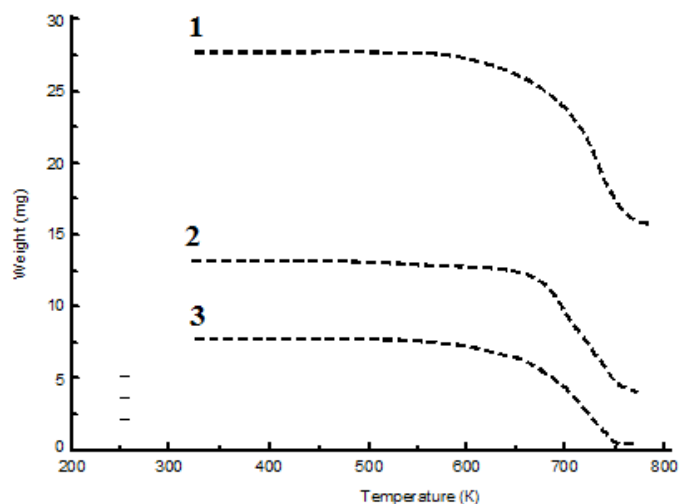


Рис. 3. Зависимость потери массы при нагреве для ПЭВП (1), ПЭВП-GaAs 6 масс% (2) и ПЭВП-GaAs<Te> 6 масс% (3).

Тепловые изменения в композитных пленках ПЭВП+GaAs и ПЭВП+GaAs<Te> прослеживались также в областях низкотемпературного разложения ($T=473-573$ К) и высокотемпературной деструкции ($T=573-773$ К) полимера ПЭ (Рис. 1). На рис. 3 показана также зависимость потери массы при нагреве для ПЭВП (1), композитов ПЭВП-GaAs (2) и ПЭВП GaAs<Te> (3) (концентрация наполнителей составляет 6 масс%). Сопоставление ТГ кривых показывает, что в этих композитах температура высокотемпературной

деструкции (T_{Δ}) увеличивается по сравнению с температурой деструкции ПЭ ($T_{\Delta}=623$ К) на 70 и 90 К. соответственно, и эта разница температуры деструкции в зависимости от концентрации вводимых наполнителей варьируется в пределах от 70 до 120 К. Следует отметить, что в отличие от температуры деструкции T_{Δ} , наоборот, температура разложения T_p композитов по сравнению с температурой разложения ПЭ ($T_p=513$ К) в зависимости от концентрации наполнителей уменьшается на 10–25 К (см. Рис. 1).

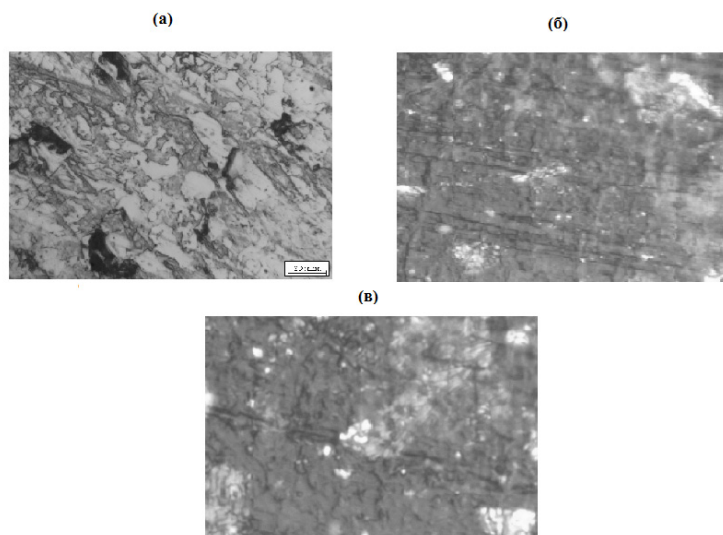


Рис. 4. Микрофотографии исходных ПЭВП (а) и композитных пленок ПЭВП- GaAs 6 масс% (б) и ПЭВП-GaAs<Te> 6 масс% (в).

Для понимания влияния полупроводниковых наполнителей на структуру и тепловые свойства полимерных композиций полиэтилена с помощью оптической микроскопии было исследовано рас-

пределение наполнителей в полимерной матрице. Получены картины рельефа поверхности и изучены изменения морфологии исходных и композитных пленок. На рис. 4 представлены микрофотографии ис-

ходного ПЭ (а) и композитных пленок ПЭВП-GaAs (б), ПЭВП GaAs<Te> при 6 масс% наполнении (в). Видно, что для поверхности исходной пленки характерным является достаточно равномерное распределение микро неоднородностей типа «затяжек» с глубиной рельефа не более 0,2 мкм. Поверхности композитных пленок имеют глобулярную структуру и характеризуются различием распределения наполнителя в полимерной матрице. При этом распределение микрочастицы GaAs по сравнению с распределением GaAs<Te> в полиэтиленовой матрице носит более равномерный характер. По-видимому, с этим и связано изменение показателя асимметрии пика плавления в этих композитах (рис. 2).

Заключение. Тепловые эффекты в композитах на основе полиэтилена высокой плотности и полупроводниковых наполнителей GaAs и GaAs<Te> изучены методом дериватографии в температурном

интервале 303–773 К в воздухе в режиме нагрева. Рассчитаны теплофизические параметры плавления ($T_{пл}$) и разложения (T_p), а также значения энтальпии ($\Delta H_{пл}, \Delta H_p$) этих процессов и определены значения показателя асимметрии пика плавления. Выявлено, что значения этих параметров в значительной степени зависят от вида и концентрации наполнителя. Показано, что эффективные изменения в тепловых процессах происходят при содержании 2–4 масс% GaAs и 4–8 масс% GaAs<Te> в композитных пленках ПЭ. При этих значениях концентрации наполнителей наблюдаются и оптимальные изменения теплофизических параметров. Полученные экспериментальные результаты объяснены в рамках трехфазной модели и изменением надмолекулярной структуры полимера при внедрении микрочастиц наполнителей ($d=50$ мкм), играющих роль дополнительных центров зародышей кристаллообразования.

Список литературы:

1. GaliKhanov M. F., Eremeev D. A., Deberdeev R. Y. Electret in Compounds of Polystyrene with Aerosil, Russian Journal of Appl.Chem. 2003, т. 76, № 10 сс. 1651–1654.
2. Трахтенберг Л. И., Герасимов Г. Н., Потанов В. К. Наноконпозиционные металлополимерные пленки, сенсорные, каталитические и электрофизические свойства. Вестник Московского университета 2001, т. 42, № 5, с. 325–331.
3. Эфендиев Г., Гаджиева Н. Н., Ильяслам Т. М., Аббасова Р. Ф., Яхьяев Ф. Ф. Структура полиэтиленовых пленок, содержащих наночастицы меди, Журнал прикладной спектроскопии 2006, т. 73, № 3, сс. 408–410.
4. Годжаев Э. М., Магеррамов А. М., Зейналов Ш. А., Османова С. С., Аллахаев Э. А., Короноэлектретные на основе композитов полиэтилен высокой плотности с полупроводниковым наполнителем TeGaS₂, Электронная обработка материалов 2010, № 6, сс. 91–96.
5. Мамедов Г. А., Годжаев Э. М., Магеррамов А. М., Зейналов Ш. А., Исследования рельефа поверхности атомно-силовым методом и диэлектрических свойств композиций полиэтилена высокой плотности и добавок TeGaS₂, Электронная обработка материалов 2011, т. 47, № 6, сс. 94–98.
6. Годжаев Э. М., Магеррамов А. М., Зейналов Ш. А., Османова С. С., Аллахаев Э. А., Зарядовое состояние композиций на основе композитов полиэтилена с полупроводниковым наполнителем TeInSe₂, Электронная обработка материалов 2007, № 2, с. 84–88.
7. Aliev M. I., Gadzhieva N. N., Ahmadova G. B., Fourier –IR study of the high –density polyethylene composites with semiconductor fillers GaAs and GaAs<Te>, International Journal of Composite Materials, 2014 (1), pp.1–3.
8. Алиев М. А., Гаджиева Н. Н., Ахмедова Г. Б., Оптические спектры поглощения композитных пленок полиэтилена высокой плотности с полупроводниковыми наполнителями GaAs и GaAs<Te>, Transactions of Azerbaijan National Academy of Sciences (physics and astronomy) 2014, V.34, №2, pp.43–46.
9. Годовский Ю. К., Теплофизические методы исследования полимеров, Москва, «Химия», 1976, 216 с.
10. Хватов А. В., Структура, свойства и биодеградация композиций на основе полиэтилена и природных добавок, Автореферат на соискание ученой степени кандидата наук. Москва, 2009, 23 с.
11. Магеррамов А. М., Структурное и радиационное модифицирование электретных, пьезоэлектрических свойств полимерных композитов, Баку, «Элм», 2001, 327 с.

Javadov Khaladdin Fazil
Reliability and Production Engineer, Bp, Agt,
Azerbaijan
Javadli Elmaddin Khaladdin
student of manchester university, petroleum engineer
E-mail: Javadov2014@yahoo.co.uk

The big bang theory and universe modeling. Mistakes in the relativity theory

Annotation: This article is about Theory of Big Bang and it describes some details of Universe Modelling. It is Physical and Mathematical modeling of Universe formation. Application of mathematical and physical formulas for Universe Calculations.

Key Words: Big Bang Theory, Universe Modelling, Relativity, Energy

The first fundamental mistake of Albert Einstein was that he formulated the both initial postulates of 1905 for emptiness. But the space and time are attributes, i. e. the integral properties of a matter and only matters. Therefore all infinite space of one uniform and only Universe, infinite and in time, isn't filled, and formed by the uniform world material environment — unstructured "physical vacuum". In all Universes there is no small bubble of true emptiness even, after all it would be non-material and couldn't have neither what extent, nor what size.

When say that outside small "bubble" of the Universe resulting from inflationary process there is nothing, even space and time is and there is nonsense inflation.

Second very serious fundamental mistake. Subject for discussion between Einstein and all physicists and with astrophysics is that a known formula $E = mc^2$ isn't right at all. The first version of this formula was $E = mc^2$. Description of this formula was:

The internal Energy of the based electron necessary at its formation or allocation at its annihilation with a positron is equal to the mass of an electron increased by a square of velocity of light. However it cleaned zero indexes from now equation the following article, it is possible therefore cleaned, having made it essentially not true. This equation in such form doesn't correspond to internal properties of electrons and positrons, even with the based center of symmetry, inertia and weight at all. All physical sense was gone.

We will remind that according to a known formula $E = mc^2$ energy is equivalent to mass. Clearly? Why to them know that such weight that such gravitation, from where and as all this arises. However both inertial and gravitational mass arise only at rotation and the last only at two or three-axis autotorsion rotation.

Here also the most serious, most fundamental third mistake of "great" Albert Einstein in his private

theory of relativity is shown. In 1924 Paulie found in electrons one more quantum characteristic called by him "a nonclassical duality" after called to "backs" of an electron and positron. But Paulie didn't connect with him any physical process. Then in 1925 two American physicists D. Ulenbek and S. Goudsmith suggested that the electron in atom of hydrogen rotates not only round a proton but also as Earth have also internal rotation.

Here then A. Einstein also tried to integrate the volume of an electron and to define energy of its internal rotation. But he substituted a relativistic root in Lorentz's transformation to mass, but not in the linear instantaneous velocity of rotation of each volume point of an electron though the relativistic root contains only a speed. As a result, to receive the internal energy equal to mc^2 , the linear instantaneous velocity of the equatorial points of an electron had to exceed velocity of light. Therefore o all physicist and astrophysicist are advised even not to think about internal rotation of electrons and positrons. Really, don't create to yourself an idol!

Essential retreat. The kernel (core) of Earth rotates with a variable speed. It is unclear how it happens, and what consequences can have for mankind. The heated kernel in Earth for the unknown reasons starts either increasing, or reducing speed and to rotate quicker or more slowly than Earth.

But the most fundamental mistake Albert Einstein did in the General Theory of Relativity — the gravitational theory of the curvature of space time. Surprisingly, but all "the general theory of relativity" of A. Einstein is absolutely wrong. He, without knowing fundamentals of philosophy, simply I didn't think that the uniform and only world unstructured material environment "physical vacuum" not only fills, but also forms infinite space of the unique Universe, and all changes in this

material environment happen in time so in itself neither the space, nor time don't exist! Therefore neither the space, nor time, space time can't essentially be bent. Only vacuum matter streams, i. e. force physical fields can be bent. Including the simplest of them — gravitational. The only carriers of a gravitational field are truly can be bent. Elementary autotorsion electrons and positrons of a microcosm and a submicrocosm rotating at the same time on two or three own internal axes (is 16 orders less than a microcosm). Black holes don't exist with or in the Universe, as well as anti-gravitation. And all "the dark matter" and "dark energy" of the Universe are directly connected with two-axis and three-axis rotation. In the center of each "live" planet and a kernel of Earth, each star and the Sun, each galaxy and "Milky Way", each congestion of galaxies and supercongestions of galaxies or metagalaxies first of all the autotorsion copy of an electron or positron forming then both in itself and beyond the limits material contents of astrophysical object is formed and selfrotation the corresponding size.

Any body (Object) or particle possessing gravitational or inertial mass, including a neutrino and photons are taken a gravitational stream of a matter of vacuum of massive particles and bodies and, at least, bend the trajectories of the movement or fall on these massive gravitational objects. The constant external gravitational stream of a matter of vacuum to them is supported by radiation from the equatorial points of electrons and positrons concerning their total axis of the corresponding quantity of the photons representing the true double wave formed by couple of a neutrino and antineutrino.

All autotorsion centers of astrophysical objects, possessing bigger "the material density", i. e. more large number of a matter of vacuum in unit of volume in comparison with the "based" "physical vacuum", form both in themselves, and beyond the limits all material filling of the Universe though consist only of a matter of vacuum and prove only gravitationally. It is also "a dark matter" of the Universe. Nevertheless objects of a submicrocosm including two of its material parts corresponding to two of its different field with centrifugal or magnetic forces of "pushing away" of orbital electrons from the kernels are inaccessible to our supervision. However for any sphere of the astrophysical sizes the gravitational stream of a matter of vacuum at the expense of both material parts of a submicrocosm to the center of the sphere is always much less than same stream out of its limits that has serious impact on the Universe structure. It is also "dark energy" of the Universe by

which anti-gravitational properties are not existing are not attributed. It isn't necessary to forget that the infinite Universe in space and time can't have one general center. Therefore there can't essentially be "Big Bang" of all Universes.

So, taking into consideration written above let's find the source of the famous formula $E = mc^2$

The nature of light is not clearly found yet. $E = mc^2$ can be applicable to the liner distribution of light, i. e. on 1 axial or in 2 axial systems. So when light passes on the straight line or on the flatness.

And when light goes into the 3 or more dimension environment $E = mc^2$ needs to be changed.

$E = mc^2$, derivative of this formula is $2mc$

Next derivative of this formula $2mc$ is mc

And derivative of mc is c

Derivative of $c =$. Just dot

It is a last point of this formula, and now let's go back to $E = mc^2$

Antiderivative of the $E = mc^2$ is $1/3 mc^3$

Antiderivative of $1/3 mc^3$ is $1/3 * 1/4 mc^4 = 1/12 mc^4$

Antiderivative of $1/12 mc^4$ is $1/60 mc^5$ accordingly

Antiderivative of $1/60 mc^5$ is $1/360 mc^6$

Antiderivative of $1/360 mc^6$ is $1/2520 mc^7$

Antiderivative of $1/2520 mc^7$ is $1/20160 mc^8$

Antiderivative of $1/20160 mc^8$ is $1/181440 mc^9$

Antiderivative $1/181440 mc^9$ is $1/1814400 mc^{10}$

Antiderivative of $1/1814400 mc^{10}$ is $1/19958400 mc^{11}$

Antiderivative of $1/19958400 mc^{11}$ is $1/239500800 mc^{12}$

So, the formula $E = mc^2$ is the intermediate formula of Light Speed or Light Energy.

Another retreat:

Famous formula for all of us:

$C = 2\pi R$ Circle length

Derivative of this formula is $C' = \pi R$ – half length of circle

Derivative of $= \pi R$ is R that is radius or vector

Derivative of R is. Just dot

Let's go back to the Antiderivatives

Antiderivative of $C = 2\pi R$ is πR^2 circle square

Antiderivative of πR^2 is $1/3 \pi R^3$ – it is quarter of Sphere Volume, if the full Volume of Sphere is $4/3 \pi R^3$, so Sphere is formatted form $1/3 \pi R^3 * 4$ times.

Antiderivative of $4/3 \pi R^3$ is $1/3 \pi R^4$ that is sphere in 4 dimension system.

Antiderivative of $1/3 \pi R^4$ is $1/15 \pi R^5$

Antiderivative of $1/15 \pi R^5$ is $1/90 \pi R^6$

Antiderivative of $1/90 \pi R^6$ is $1/630 \pi R^7$

Antiderivative of $1/630 \pi R^7$ is $1/5040 \pi R^8$
 Antiderivative of $1/5040 \pi R^8$ is $1/45360 \pi R^9$
 And we can find here that $E=mc^2$ is identical to $S=\pi R^2$
 So first point of formation (modeling) is dot (point).

Any movement of dot on the flatness makes vector (radius), and then it becomes to half of circle. πR

On the next stage the full length of circle is being formed $C=2 \pi R$

Then πR^2 , square of circle

And the next step is $1/3 \pi R^3$, where formation took 4 cycles for getting the sphere $4/3 \pi R^4$. See picture

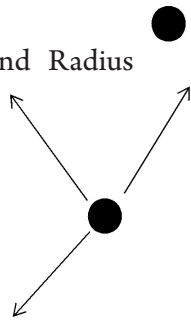
On the next of Antiderivative R becomes to 4th step of root. That is formation of A TIME, space time.

Universe is being created on the 4 dimension system, and accordingly it moves to 5 dimension, then to 6 dimension, to 7 etc.

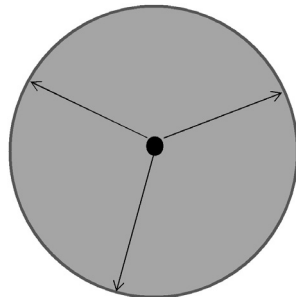
So Universe started from dot, it is not necessary to Big Bang to happen, motion of dot on the flatness, then on the space made these complicated trajectories.

The same is with the light. Started with dot, travelled on the flatness, and then got the volume on the 3 dimension axis and to highest steps.

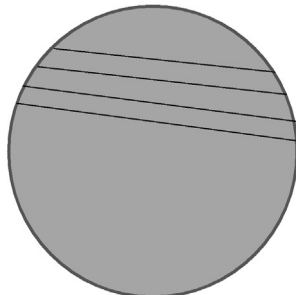
- 1) Start dot or start point.
- 2) Vector, Radius formation and Radius Rotation.



- 3) Circle formation due to Radius rotation $C = 2\pi r$.



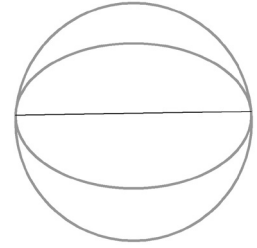
- 4) Circle Area formation, $S = \pi r^2$.



- 5) Movement to 3D axial system. Sphere formation. 1st step. Quarter of Sphere. $V = 1/3 \pi r^3$.

- 6) Four steps and full sphere formation. $V=4/3 \pi r^3$.

The same behavior is with the light. The Light moves linearly only on flatness, So Light has ability of motion not only on the flatness as per formula πR , $2 \pi R$ and πR^2 . After these stages Light gets the volumetric characteristics, expressed with 4,5,6 and more degrees (extend)



PICTURE №1

Let's say an Any Object XXX is located on the distance of 1000 000 Light Years, or virtually draw an arrow through Earth to some Any Object XXX. In our case $L1=1500000000$ km, so trajectory of earth will be $2 \pi R=942477796$ km.

Radius of Object XXX will be $1000000*365*24*60*60*300000=9460800000000000000$ km

and the trajectory of this object will be $9460800000000000000*2*3.14=594439595541646331740$ km. If we divide this figure to seconds in 1 year, 594439595541646331740 km/ $365/24/60/60=1884955592153$ km/sec.

This 6283185 times more that light speed. Perfect!!

There is dilemma here. There is (there are) speed higher than Light Speed. If the Light Speed the highest speed in the universe, so there is a limitation on the Universe. If this object (XXX) exists, so it travels with the highest speed. Because force, which rotates Earth around Sun, Moon around Earth, Sun around other planet in Galaxy will be able to give this highest speed to this object as well. If an Object can't travel with the speed higher than Light Speed, then there is a limitation on the distance in 1503627472699 km. So Light can travel only to the distance equal to 1503627472699 km from any point of starting.

Actually in accordance to formula $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$

and this object will have an infinity MASS and ZERO length (dimension), so this object will be disappear (will be invisible) or it will have ZERO size (length) only on flatness, but not on volumetric view. Let's say it will be big disc from reverse side. See picture.

We already have decided that $E=mc^2$ is an energy of light during motion on the flatness. And any other light behavior related to 3 or more dimension systems. So the formula $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$ also actual on the flatness behavior,

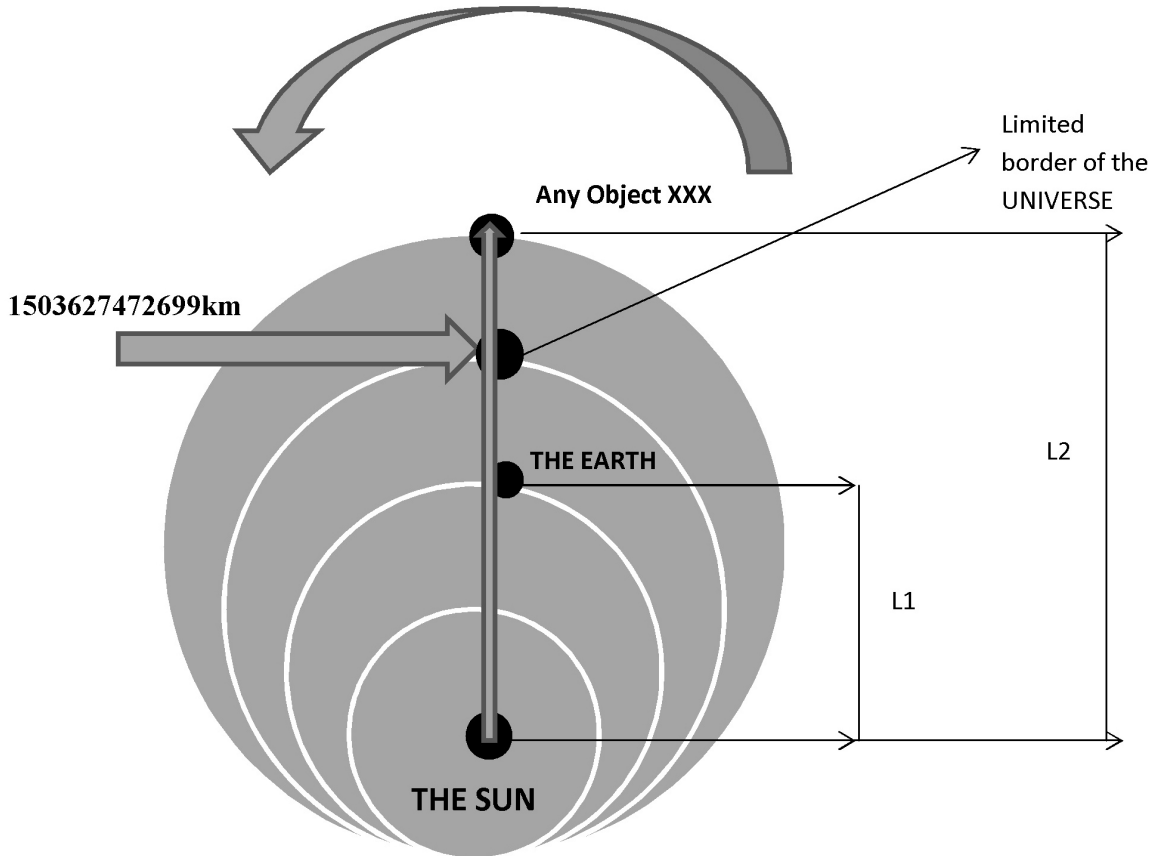
not in Space. This formula says that if the speed of any object exceeds speed of Light, mass becomes to INFINITY and

dimension to ZERO. Not true. If the speed higher than 300000km/sec, we get the negative figure under the root. There is no root from negative figure only in math for secondary school. If we get the negative answer we move from Decart 3axies system to — (minus, negative) side. That is all. The Object with the speed over the Light Speed just will exist in another coordination system.

Let's prove. In accordance to the formula above, the mass of any object will be increased to infinity if the

speed of this object reaches the speed of light. Let's take a speed higher than light speed, f. e. 500 000km/sec, so after calculation we will get some formula as $m = 0.75 * m_0 / \iota$, and if we get the square power $m^2 = \frac{0.5625m_0^2}{-1} = -0.5625m_0^2$

Let's take a speed equal to 100000 km/sec and we will get $m^2 = \frac{0.098m_0^2}{-1} = -0.098m_0^2$



So when any object reaches the speed higher that Light speed, the mass is not going to Infinity, just gets to the certain figure.

We need to review the formula $E = mc^2$ again. If we talk about Light speed and Energy, so we need to consider not only about mass, but about mass of object which moves on Light Speed.

So instead of m we need to use $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}$ and

the formula will have the following state:

$$E = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} c^2 \quad E^2 = \frac{m_0^2 * c^4}{1 - v^2 / c^2}$$

$E^2 - \frac{E^2 * v^2}{c^2} = m_0^2 * c^2$ If we multiple this formula to c^2 , so $E^2 * c^2 - E^2 * v^2 = m_0^2 * c^6$
 $E^2 (c^2 - v^2) = m_0^2 * c^6$
 $E^2 = m_0^2 * c^6 / c^2 - v^2$

$$E^2 = m_0^2 * c^6 / (c + v) * (c - v)$$

$$E = \frac{m_0 * c^3}{\sqrt{c^2 - v^2}}$$

What have we got? If the speed of any object (matter) is zero 0 (static position) formula gets the status:

$E = m_0 * c^3 / (c + 0) * (c - 0)$, and $E = m_0 * c$. Famous formula from secondary school.

If the speed v approaches c (or trying to get c), Energy goes to Infinity, not mass.

There was not any Bang, Small or Big, Universe starting it's forming from DOT on the flatness, then moving (motion) of DOT made a Radius (vector, beam). Motion of the Radius on the Flatness made A Circle. Then Circle was filled in and A Square of Circle was made. Then the Circle started motion with the 4 steps and the Sphere is formed. Then Universe moved and continued expanded with the formulas above.

*Maxmud Bazarovich Nabiyev,
Ferghana State University, docent, Department of Physics.*

*Rustam Yavkachovich Rasulov,
Ferghana State University, professor, Department of Physics.*

*Muhayyo Adxamovna Mamatova,
Ferghana State University, undergraduate, Department of Physics.*

*Xayotjon Xasanovich Raxmatullaev,
Ferghana State University, undergraduate, Department of Physics.*

*Islomjon Muminov,
Ferghana State University bachelor, Department of Physics.*

E-mail: r_rasulov51@mail.ru

The spatial distribution of the temperature of the cooled screen semiconductor thermocouples

Abstract: Analytical found effective temperature cooled artificial screen to simulate adiabatic cooling insulation thermocouple. This temperature is the arithmetic mean of the fuel and the heat absorbing junctions of thermocouples.

Keywords: thermocouple, the length of the thermocouple, temperature, heat sink and heat-junctions, the effective temperature, the protective screen

*Махмуд Базарович Набиев,
Ферганский госуниверситет, доцент, кафедра Физика.*

*Рустам Явкачович Расулов,
Ферганский госуниверситет, профессор, кафедра Физика.*

*Мухайё Адхамовна Маматова,
Ферганский государственный университет, кафедра Физика.*

*Хаётжон Хасанович Рахматуллаев,
Ферганский государственный университет, кафедра Физика.*

*Исломжон Муминов,
Ферганский госуниверситет, бакалавр, кафедра Физика.*

E-mail: r_rasulov51@mail.ru

Пространственное распределение температуры охлаждаемого экрана полупроводниковых термоэлементов

Аннотация: Аналитически найдена эффективная температура искусственного охлаждаемого экрана для имитации адиабатической изоляции охлаждающего термоэлемента. Эта температура равна среднеарифметическому тепловыделяющих и теплопоглощающих спаев термоэлементов.

Ключевые слова: термоэлемент, длина термоэлемента, температура, теплопоглощающий и тепловыделяющий спай, эффективная температура, защитный экран.

При проведении лабораторных экспериментов и решения ряда прикладных задач зачастую необходимо обеспечить адиабатическую изоляцию боковой поверхности испытываемых полупроводниковых охлаждающих термоэлементов (ТЭ) и термобатарей. Для этого необходимо исследуемый объект поместить в вакуумированный объем, где экраны защищены от излучения. Этот метод хорошо оправдывает себя в области температур 300 К и выше.

Рассмотрим альтернативный метод экранирования в вакууме охлаждающих термоэлементов Пельтье. Так как значительная часть такого термоэлемента находится при температуре ниже комнатной (вплоть до 220–230 К), обычное экранирование даже при низких коэффициентах черноты экранов оказывается недостаточным. Иногда таких случаях испытываемый охлаждающий термоэлемент окружают идентичными термоэлементами, подбирая режим электропитания

таким, чтобы температурные поля и испытываемом и защитных термоэлементах были одинаковыми. Такой способ, конечно, дает высокую точность измерения, но является сложным, трудоемким и, как правило, методологически неоправданным. Лучше воспользоваться более простой системой, а именно - взять защищающий от излучения экран с равномерной температурой. При этом задача сводится к отысканию такой равновесной температуры защитного экрана, которая обеспечила бы условия, близкие к адиабатическим для испытываемого термоэлемента.

В [1] показано, что для значительной части термоэлементов (ТЭ) Пельтье (и термобатарей на их основе) в области температур ниже комнатной экранирование с высоким коэффициентом отражения оказывается недостаточным. Поэтому, иногда, предлагается простая система, где исследуемый полупроводниковый термоэлемент (ПТЭ) помещается в вакуумированный объем и экраны защищены от электромагнитных излучений. Она обеспечивает адиабатическую изоляцию боковой поверхности испытываемых охлаждающих термоэлементов, состоящая из защищаемого от излучения экрана с равномерно распределенной эффективной температурой T_{ef} . Этот метод хорошо оправдывает себя в области комнатных температур и выше. Поскольку значительная часть ПТЭ, как обычно, находится при температуре ниже комнатной и поэтому обычное экранирование, даже при высоких коэффициентах прозрачности экранов, оказывается недостаточным. В таких случаях ПТЭ окружаются идентичными термоэлементами и подбирается режим электропитания таким образом, чтобы пространственное распределение температуры в испытываемом и защитных ПТЭ будет одинаковое. Но этот метод является сложным, трудоемким и, как правило, методологически неоправданным, хотя дает высокую точность измерений.

Учитывая последнее рассмотрим ПТЭ с защищающим от электромагнитного адиабатическим для испытываемого термоэлемента, вводя понятие лучистого коэффициента теплопередачи [2], которого, в дальнейшем, считаем постоянным.

Рассмотрим одномерную задачу о пространственном распределении температуры в ПТЭ расположив начало оси Ox на теплопоглощающем спае ПТЭ, т. е. при $x=0$ $T(x=0)=T_0$, а температура тепловыделяющего спае $T(x=L)=T_L$, с помощью которого можно также анализировать эффективную температуру защитного экрана (T_{ef}). Здесь L — длина полупроводникового термоэлемента. В рассматриваемом нами случае урав-

нение теплопроводности ПТЭ при наличии лучистый теплоотдачи и при учете эффекта Томсона имеет вид

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + a \frac{\partial T}{\partial x} - bT + c = 0, \quad (1)$$

где T_{ef} — искомая эффективная температура защитного экрана, $a = aj/\aleph$, $b = \frac{h_1 p}{\aleph f}$, $c = bT_{ef} + \frac{j\rho}{\aleph}$, j — плотность тока, \aleph — коэффициент теплопроводности, p — периметр, ρ — удельное сопротивления материала, f — площадь поперечного сечения термоэлемента, h_1 — коэффициент лучистой теплоотдачи (см, например [3]).

Решение (1) представим в виде

$$T(x) = \frac{c}{b} + e^{-\frac{ax}{2}} \left(A e^{\frac{x}{2}\sqrt{a^2+4b}} + B e^{-\frac{x}{2}\sqrt{a^2+4b}} \right). \quad (2)$$

Из следующего граничного условия $-\aleph \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=0} = q_0 - \alpha j T_0$, где q_0 — удельная тепловая нагрузка, получим

$$A(\sqrt{a^2+4b}-a) = B(\sqrt{a^2+4b}+a) - \frac{2}{\aleph}(q_0 - \alpha j T_0) \quad (3)$$

Если будем учитывать, что $T|_{x=L} = T_L = const$ тогда выражение, описывающее распределения температуры по длине ПТЭ, получим подстановкой (3) в (2)

$$T = \frac{c}{b} - \frac{2}{\aleph} \frac{q_0 - \alpha j T_0}{\sqrt{a^2+4b}-a} e^{\left[\frac{x}{2}(\sqrt{a^2+4b}-a)\right]} + \left[\left(T_L - \frac{c}{b} \right) e^{\frac{La}{2}} + \frac{2}{\aleph} \frac{q_0 - \alpha j T_0}{\sqrt{a^2+4b}-a} \times e^{\frac{L}{2}\sqrt{a^2+4b}} \right] \times \frac{\sqrt{a^2+4b} \times ch\left(\frac{x}{2}\sqrt{a^2+4b}\right) + a \times sh\left(\frac{x}{2}\sqrt{a^2+4b}\right)}{\sqrt{a^2+4b} \times ch\left(\frac{L}{2}\sqrt{a^2+4b}\right) + a \times sh\left(\frac{L}{2}\sqrt{a^2+4b}\right)} \times e^{-\frac{xa}{2}}. \quad (4)$$

Из последнего соотношения нетрудно получить выражение для температуры теплопоглощающего спае

$$T_0 = \frac{c}{b} - \frac{2}{\aleph} \frac{q_0 - \alpha j T_0}{\sqrt{a^2+4b}-a} + \left[\left(T_L - \frac{c}{b} \right) e^{\frac{La}{2}} + \frac{2}{\aleph} \frac{q_0 - \alpha j T_0}{\sqrt{a^2+4b}-a} \times e^{\frac{L}{2}\sqrt{a^2+4b}} \right] \times \frac{\sqrt{a^2+4b}}{\sqrt{a^2+4b} \times ch\left(\frac{L}{2}\sqrt{a^2+4b}\right) + a \times sh\left(\frac{L}{2}\sqrt{a^2+4b}\right)}.$$

Отметим, что если в термоэлементе лучистая теплоотдача пренебрежимо мала и плотность тока удовлетворяет условия $j \leq \frac{L\aleph}{\alpha}$, тогда значение величины b ограничено сверху и удовлетворяет условия $b \geq \frac{c}{T_L}$. В случае $b \ll \frac{c}{T_L}$ (т. е. $b \rightarrow 0$) в (1) исчезает слагаемая, пропорциональная первой степени температуры. Полученное, при этом, уравнение имеет другой вид и,

естественно, оно имеет другое решение, которое не будет зависеть от b .

С помощью следующих условий: $\frac{\partial \Delta T}{\partial j} = 0, \frac{\partial^2 \Delta T}{\partial j^2} < 0$ можно определить оптимальное значения плотности тока (j_{opt}) в зависимости от эффективной температуры (T_{ef}), аналитический вид которого громоздкий и из-за отсутствия экспериментальных данных, с помощью которых можно было бы сравнить теоретические результаты с экспериментальными данными, не приводим его ниже.

Ради полноты задачи приводим выражение для перепада температуры

$$\Delta T = T - T_L = \frac{q_0 - \alpha j T_0}{\kappa} \left(\frac{a^2}{b} - 2e^{x_0/a} \right), \quad (5)$$

полученное из (4) при условии $a^2 \gg 4b, La \ll 1$. Из последнего соотношения видно, что в ПТЭ перепад температуры в зависимости от значений геометрических и кинетических параметров материала ПТЭ и экрана, а также от значений и направления плотности тока, может принимать как положительные, так и отрицательные значения:

$$\Delta T(x) = \begin{cases} = 0 & \text{при } x = x_0; \\ > 0 & \text{при } x < x_0; \\ < 0 & \text{при } x > x_0, \end{cases} \quad (6)$$

$$\text{где } x_0 = \frac{a}{b} \ln \frac{a^2}{b}.$$

В [4] показано, что эффективная температура защитного экрана (при оптимальном значении) не зависит от коэффициента лучистой теплоотдачи и, поэтому, она равняется среднеарифметическому значению T_0 и T_L . Это связано, с тем, что авторы этой работы не учитывали вклад в ΔT эффекта Томсона (см., например [5]), учет которого приводит, как показали выше, к другому результату. Этот эффект — эффект Томсона интересен тем, что теплота Томсона пропорциональна первой степени плотности тока j и при изменении направления тока на обратное она меняет свой знак, то есть вместо выделения теплоты наблюдается ее поглощение и наоборот (в нашем случае меняет знак величина a). Это приводит к тому, что в зависимости от направления плотности тока эффективная температура экрана ПТЭ может увеличиться, так и уменьшаться.

Пользуясь этим свойством эффекта Томсона можно регулировать не только значение эффективной температуры, но и оптимальное значение плотности тока.

Эта работа частично финансирована грантом ИТ

Список литературы:

1. Иоффе А. Ф. Полупроводниковые термоэлементы. – М. – Л.: Изд. АН СССР, 1960. – С. 56–65; Галкин Н. Г., Гейлер В. А., Маргулис В. А. ЖЭТФ. 2000. Т. 118. В.1 (7). С. 223–230.
2. Иоффе А. Ф., Стильбанс Л. С., Иорданишвили Е. К., Ставицкая Т. С. Термоэлектрические охлаждения. – М.–Л.: Изд. АН СССР, 1956. – С. 52–53.
3. Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1973. – С. 279–280.
4. Бабин В. П., Иорданишвили Е. К., Кодиров А. А., Набиев М. Б., Олимов Х. О. // Изв. ВУЗов, Приборостроение. 1988. Т. 31. № 8. С. 93–95.
5. Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г. Физика полупроводников М.: Наука. 1977. – 672 с.

Voxob Rustamovich Rasulov, Ferghana State University, postgraduate student, Department of Physics.

Rustam Yavkachovich Rasulov, Ferghana State University, professor, Department of Physics.

Mahliyo Adxamovna Mamatova, Ferghana State University, master, Department of Physics.

Xayotjon Xasanovich Raxmatullaev, Ferghana State University, undergraduate, Department of Physics.

Islomjon Muminov, Ferghana State University bachelor, Department of Physics.

E-mail: r_rasulov51@mail.ru

About a kinetic equation for holes in dimensionally — quantized well of the semiconductor with complex zone

Abstract: The present message is dedicated to the deduction of a kinetic equation for light and high holes in a dimensionally-quantized well of the semiconductor with a degenerate zone structure if a high frequency electrical field.

Keywords: the dimensionally-quantized well, a semiconductor, the zone structure, hole.

Воход Рустамович Расулов, Ферганский госуниверситет, докторант, кафедра Физика.

Рустам Явкачович Расулов, Ферганский госуниверситет, профессор, кафедра Физика.

Махлиё Адхамовна Маматова, Ферганский государственный университет, кафедра Физика.

Хасанович Рахматуллаев, Ферганский государственный университет, кафедра Физика.

Исломжон Муминов, Ферганский госуниверситет, бакалавр, кафедра Физика.

E-mail: r_rasulov51@mail.ru

О кинетическом уравнении для дырок в размерно-квантованной яме полупроводника вырожденной валентной зоной

Аннотация: Настоящее сообщение посвящено выводу кинетического уравнения для носителей тока в размерно-квантованной яме полупроводника со сложной зонной структурой, состоящей из нескольких ветвей при наличии высокочастотного электрического поля.

Ключевые слова: Матричные элементы, кинетическое уравнение, размерное квантование, полупроводник, эффективная масса, энергия Ферми.

В [1] получено квантовое кинетическое уравнение для электронов в размерно квантованной пленке в однопериодном приближении, которого нельзя использовать для размерно-квантованных структур полупроводника со сложной зоной. Это связано с тем, что во первых при этом надо учитывать зависимость кинетических параметров (например, энергии Ферми или поперечной эффективной массы) дырок от номера размерного квантования. Во вторых, функция распределения носителей тока имеет матричный вид, т. е. имеет как диагональные, так и недиагональные матричные элементы, к которому посвящено данное сообщение.

Для этого рассмотрим бесконечно глубокая размерно-квантованная яма полупроводника со сложной зонной структурой, состоящей из нескольких ветвей при наличии высокочастотного электрического поля частотой ω и с амплитудой ε_m

$$\vec{e}(t) = \varepsilon_m \cos(\omega t) \quad (1)$$

и считаем, что $\hbar\omega \gg \bar{E}_l$, где $\hbar\omega$ — энергия фотона, \bar{E}_l — средняя энергия носителей тока ветви l , $l = 1$ ($l = 2$) соответствует тяжелым (легким) дыркам в полупроводниках с вырожденной валентной зоной или электронам в подзоне $X_1^{(c)}$ ($X_3^{(c)}$) в n -GaP или в подзоне M'_1 (M'_2) в p -Te.

Для упрощения дальнейших расчетов выберем кинетическое уравнение для трехмерных систем носителей тока, т. е. для объемных полупроводников в стандартном виде (см., например, [2])

$$\frac{\partial f_{\vec{k}}}{\partial t} + \frac{e}{\hbar} [\vec{\varepsilon}(t) + \frac{1}{c} (\vec{V}_{\vec{k}} \times \vec{h})] \frac{\partial f_{\vec{k}}}{\partial \vec{k}} + \vec{V}_{\vec{k}} \frac{\partial f_{\vec{k}}}{\partial \vec{r}} = \text{Int}(f_{\vec{k}}) \quad (2)$$

где $\vec{V}_{\vec{k}} = \frac{1}{m_0} \vec{\nabla}_{\vec{k}} E_{\vec{k}}$ — оператор скорости, $E_{\vec{k}}$ — энергетический спектр дырок ветви l , \vec{h} — напряженность внешнего магнитного поля, $W_{l\vec{k}', l\vec{k}}$ — вероятность пере-

хода из состояния $|l\vec{k}\rangle$ в $|l'\vec{k}'\rangle$, $f_{\vec{k}}$ — функция распределения носителей тока в состоянии $|l\vec{k}\rangle$ с энергией $E_{l\vec{k}}$,

$$\text{Int}(f_{\vec{k}}) = \sum_{l'\vec{k}'} [W_{l'\vec{k}', l\vec{k}} f_{l'\vec{k}'} (1 - f_{l\vec{k}}) - W_{l\vec{k}, l'\vec{k}'} f_{l\vec{k}} (1 - f_{l'\vec{k}'})] \quad (3)$$

— интеграл столкновения, соответствующий переходу типа $|l\vec{k}\rangle \rightarrow |l'\vec{k}'\rangle$. При этом $W_{l'\vec{k}', l\vec{k}}$ выбрана таким образом, что она определяется квадратом матричного элемента оператора взаимодействия ($M_{l'\vec{k}', l\vec{k}}$) носителей тока с рассеивающим центром, например, с фотоном, с фононом и т. п., и δ — функцией Дирака, где δ функция описывает закона сохранения энергии для рассматриваемого перехода. Отметим, что величина $f_{\vec{k}}$ не всегда является равновесной функцией распределения носителей тока (см., например, [3]).

Отметим, что кинетическое уравнение Больцмана для низкоразмерных систем носителей тока формально отличается от (2) тем, что нормированный объем V будет заменен периодом структуры $d = a + b$ (a и b — ширина квантовой ямы и потенциального барьера) и площадью S , а также переходом от суммирования по трехмерному вектору \vec{k} по двумерному вектору \vec{k}_{\perp} и суммированием по номерам размерного квантования. Аналогичным образом можно изменить вид уравнения (1) для одномерных систем носителей тока, т. е. для квантовой нити.

Для того, чтобы выяснить основные черты исследуемого явления, рассмотрим простейший (изотропный) случай бесконечно глубокой симметричной ямы. Тогда рассмотрение будет выполнено в терминах простой модели зонной структуры полупроводника кубической симметрии, экстремум которой находится

в центре зоны Бриллюэна и будут учтены оптические переходы как между ветвями легких и тяжелых дырок, так и между размерно квантованными подзонами в полупроводниковых структурах типа $p-GaAs / AlGaAs$.

В больцмановской статистике распределения дырок энергией

$$E_{v\vec{k}_\perp} = \frac{\hbar^2 k_\perp^2}{2m_l^{(v)}} + \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m_l a^2} v^2 \quad (4)$$

двумерная концентрация электронов, находящихся в подзоне размерного квантования v определяется соотношением

$$p = \sum_v \frac{m_l^{(v)}}{2\pi\hbar^2\beta} \exp\left[\beta(E_F^{(v)} - E_v^0)\right], \quad (5)$$

где $v = 1, 2, 3, \dots$, номера размерного квантования, $\vec{k}_\perp = \{k_x, k_y\}$ — мерный волновой вектор дырок, лежащий в плоскости ямы, $E_v^0 = \hbar^2 \pi^2 v^2 (2m_l a^2)^{-1}$ — энергия в центре зоны Бриллюэна размерного квантования, $\beta = 1/k_B T$, $E_F^{(v)}$ — энергия Ферми, которая для двумерных систем дырок определяется соотношением

$$e^{\frac{E_F}{k_B T}} = \sum_{l=lh, hh; n=1,2,3} \frac{\hbar^2 p}{k_B T m_l^{(n)}} \exp\left[-\frac{\varepsilon_l}{k_B T} n^2\right]. \quad (6)$$

Поперечная по отношению интерфейса ямы эффективная масса легких дырок ($l=2$) квантуется и вблизи центра зоны Бриллюэна имеет вид (см., например, [4])

$$\frac{1}{m_2^{(v)}} = \frac{1}{m_2} + \frac{3}{\sqrt{m_2 m_1}} \frac{(-1)^{v+1} + \cos(\pi v \sqrt{m_1/m_2})}{\pi v \sin(\pi v \sqrt{m_1/m_2})}, \quad (7)$$

m_2 (m_1) — объемная эффективная масса легких (тяжелых) дырок. Соотношение для эффективной массы тяжелых дырок ($l=hh$) получается из (7) заменой в нем m_2 на m_1 и наоборот.

Для дальнейшего анализа кинетических параметров размерно-квантованной структуры видоизменим уравнения Шредингера в представлении Латтинжера–Кона [5] как

$$\hat{H}(\vec{p}_\perp, v) \Psi_{\vec{k}}^{(v)} = \frac{\partial \Psi_{\vec{k}}^{(v)}}{\partial t}, \quad (8)$$

где $\hat{H}(\vec{p}_\perp, v) = \hat{H}\left(\vec{p}_\perp + \frac{\pi v}{a} \vec{\sigma}_z - \frac{e}{c} \vec{A}\right)$ — эффективный гамильтониан дырок с импульсом

$\vec{p}_\perp + \frac{\pi v}{a} \vec{\sigma}_z - \frac{e}{c} \vec{A}$, $\vec{\sigma}_z$ — орт волнового вектора дырок, направленный по оси размерного квантования, т. е. по нормали к интерфейсу, \vec{A} — вектор-потенциал высокочастотного поля, \vec{p}_\perp — двумерный оператор импульса.

В однозонном приближении решение (8) можно представить как

$$\Psi_{\vec{k}_\perp, v}(\vec{r}_\perp, z, t) = C \cdot \sin\left(\frac{\pi v}{a} z\right) \times \exp\left\{i\vec{p}_\perp \vec{r}_\perp - \frac{i}{\hbar} \int_0^t \hat{H}(\vec{p}_\perp, t') dt'\right\} \quad (9)$$

где $\vec{p}_\perp, \vec{r}_\perp$ — двумерные вектора оператора импульса и координаты, C — нормировочный множитель. В отличие от трехмерного случая при расчетах матричных элементов оператора взаимодействия \hat{H}_{int}

$$W_{\vec{k}_\perp, v'; \vec{k}_\perp, v}^{(t')} = \int \Psi_{\vec{k}_\perp, v'}^*(\vec{r}_\perp, z, t) \hat{H}_{\text{int}} \Psi_{\vec{k}_\perp, v}(\vec{r}_\perp, z, t) dz d\vec{r}_\perp dt \quad (10)$$

изменится результат интегрирования по координате z и по времени. Например, в многозонном приближении интегрирование по времени, при условии, когда рассеяние дырок происходит на длинноволновых оптических фононах проводится как

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \exp\left\{\frac{i}{\hbar} \int_0^t [H_{\vec{k}_\perp, v'; \vec{k}_\perp, v'}(t') - H_{\vec{k}_\perp, v; \vec{k}_\perp, v}(t') + H_{\vec{k}_\perp, v'; \vec{k}_\perp, v}(t')]\right\} dt = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} i^n \mathfrak{J}_n \left[\frac{e(\vec{\varepsilon}_m \vec{k}'_\perp)}{m_l^{(v')} \omega^2} - \frac{e(\vec{\varepsilon}_m \vec{k}_\perp)}{m_l^{(v)} \omega^2} + \frac{\pi e \vec{\varepsilon}_m \vec{\sigma}_z v'}{m_l a \omega^2} - \frac{\pi e \vec{\varepsilon}_m \vec{\sigma}_z v}{m_l a \omega^2} \right] \times (11)$$

$$\times \delta\left(E_{\vec{k}'_\perp, v'} - E_{\vec{k}_\perp, v} + n\hbar\omega \pm \hbar\omega_{\vec{k}'_\perp - \vec{k}_\perp} + \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m_l a^2} (v'^2 - v^2)\right).$$

Здесь $H_{\vec{k}'_\perp, v'; \vec{k}_\perp, v}^{(t')} = \langle \vec{k}'_\perp, v' | \hat{H} | \vec{k}_\perp, v \rangle$ — матрич-

ный элемент эффективного гамильтониана дырок

и учтено, что [6] $\exp(ix \cos \omega t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} i^n \mathfrak{J}_n(x) e^{in\omega t}$,

где $\mathfrak{J}_n(x)$ — функция Бесселя n -го порядка с вещественным аргументом. Вывод матричного элемента

оператора взаимодействия дырок с фононами в размерно-квантованной яме можно было вывести в приближении матрицы плотности [7]. Однако выбранный нами метод расчета, для данного случая, более простой. Далее предполагается, что энергетический спектр двух и трехмерных фононов одинаковыми, т. е.

$\hbar\omega_{\vec{k}'_\perp - \vec{k}_\perp} = \hbar\omega_{\vec{k}'_\perp - \vec{k}_\perp}$, что означает деформационные и фрелиховские константы и двух и трехмерного образца имеют близкие значения (см., например, [7]).

Тогда из (9) можно получить выражения для матричного элемента оператора электрон-фононного взаимодействия $W_{n,n}$ проводя интегрирования в нем по x . Здесь отметим, что выражение для $C_{n',n}$ в однозонном приближении получено в [8–10] где влияние электрического и магнитного полей на вероятность оптических переходов не учтено. Для полноты задачи ниже докажем влияния электрического и магнитного

полей электромагнитной волны на вероятность оптических переходов методом матрицы плотности. Тогда матрица плотности $\hat{\rho}$ для тяжелых и легких дырок имеет вид:

$$\hat{\rho} = \begin{pmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} \\ \rho_{21} & \rho_{22} \end{pmatrix}. \quad (12)$$

Здесь $\rho_{21} = \rho_{2,m;1,3m}$ и $\rho_{22} = \rho_{2,m;2,m}$, $\rho_{11} = \rho_{1,3m;1,3m}$ — недиагональная и диагональная компоненты матрицы плотности $\hat{\rho}$, удовлетворяющие системе уравнений

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho_{ll}}{\partial t} &= -(-1)^l \frac{2}{\hbar} |M_{3m,m}^{(1)}| + I_{ll}^+ + I_{ll}^- + I_{l'l}^+ + I_{l'l}^-, \\ \frac{\partial \rho_{12}^{(0)}}{\partial t} - \Gamma \rho_{12}^{(0)} &= \frac{i}{\hbar} [(E_{1\bar{k}} - E_{2\bar{k}} - \hbar\omega) \rho_{12}^{(0)} + 2|M_{3m,m}^{(1)}|(\rho_{22} - \rho_{11})], \\ (\rho_{12} &= \rho_{12}^{(0)} e^{i\omega t}) \end{aligned} \quad (13)$$

где $\Gamma = (T_{1\bar{k}} + T_{2\bar{k}}) / 2T_1T_2$, I_{ll}^{\pm} — приходной «+» и уходящей «-» интегралы столкновения дырок на неоднородностях решетки или друг на друге ($l \neq l' = 1, 2$), $T_{1,2}$ — время выхода дырок в области резонансного насыщения. Проекция углового момента на направление волнового вектора \bar{k} $m' = 3m = \pm 3/2$ соответствуют состояниям $(1, \bar{k})$ в подзоне легких дырок.

Поскольку имеется аналогия между оптическими переходами дырок между подзонами легких и тяжелых дырок и оптическими переходами в двухуровневых системах, уравнения (13) аналогичны уравнениям для двухуровневой квантовой системы с частотой перехода $(E_{1\bar{k}} - E_{2\bar{k}}) / \hbar$, постоянными затухания $T_{1\bar{k}}^{-1}$ и $T_{2\bar{k}}^{-1}$ [7].

Список литературы:

1. Пучков В. И. ФТТ. 1978. Т 15. В.8. С. 2356–2359.
2. Ансельм А. И. Введение в теорию полупроводников. М.: Наука. 1978.
3. Паршин Д. А., Шабаев А. Р. ЖЭТФ. 1987. Т. 92. № 4. С. 1471–1484.
4. Меркулов И. А., Перель В. И., Портной М. Е. ЖЭТФ. 1991. Т. 99. № 3. С. 1202.
5. Бир Г. Л., Пикус Г. Е. Симметрия и деформационные эффекты в полупроводниках. М.: Наука, 1971.
6. Мельников В. И. Письма в ЖЭТФ. 1969. Т. 9. С. 209.
7. Ганичев С. Д., Ивченко Е. Л., Расулов Р. Я., Ярошецкий И. Д., Авербух Б. Я. ФТТ. 1993. Т. 35. С. 198; Gani chev S. D., Ivchenko E. L., Rasulov R. Ya., Yaroshetskii I. D., and Averbukh B. Ya.. Phys. Sol. State. 1993. V.35, 104; Proc. SPIE 2140 (ed. by J. R. Birch and T. J. Parker). 1993. – 220 p.
8. Демиховский В. Я., Тавгер Б. А. ФТТ. 1964. Т. 6. С. 960.
9. Иогансен Л. В. ЖЭТФ. 1966. Т. 50. С. 709.
10. Тавгер Б. А., Демиховский В. Я. ФТТ. 1963. Т. 5. С. 644.

Sapozhnikau Fiodar Denisovitch,
Belarusian State Agrarian Technical University,
Minsk, docent, Department of Physics
E-mail Fedorsapozhnikov@mail.ru
Karpuk Dzmitry Stepanovitch, postgraduate,
E-mail: Dzmitry71@yahoo.co.uk

Radiation of absolute blackbody

Abstract: The authors advance a mathematically substantiated hypothesis of existing radiation absolute blackbody light quanta, which frequency is proportionate to the energy of interacting particles obeying Maxwell distribution law. The investigation results are stated to be of great importance for astrophysics.

Keywords: absolute blackbody, Maxwell distribution law, radiation.

The analysis of experimental data related to line spectra acquisition demonstrated that, among the entire range of spectral lines, there are lines which frequencies are directly proportionate to the energy of interacting particles. The studies revealed the

possible existence of similar spectral lines in absolute blackbody radiation.

Absolute blackbody emissivity can be written with function that is considered a particular case of Bose-Einstein distribution [1, 189–224]:

$$\xi_{\nu,T} = \frac{2 \cdot \pi \cdot h \cdot \nu^3}{C^2 \cdot [\exp(h \cdot \nu / k \cdot T) - 1]}, \quad (1)$$

where h — Planck's constant;
 ν — radiation frequency;
 C — speed of light;
 k — Boltzmann constant;
 T — temperature.

However, the emissivity value can also be expressed as following:

$$\xi'_{\nu,T} = \frac{2 \cdot \pi \cdot h \cdot \nu^3}{C^2 \cdot \exp(h \cdot \nu / k \cdot T)} + \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot T \cdot \nu^2}{C^2 \cdot \exp(2 \cdot h \cdot \nu / k \cdot T)}, \quad (2)$$

Values $\xi_{\nu,T}$ and $\xi'_{\nu,T}$ are calculated to be almost congruent within the entire ranges of T and ν . (Fig. 1 (a, b)) [2, 89–92].

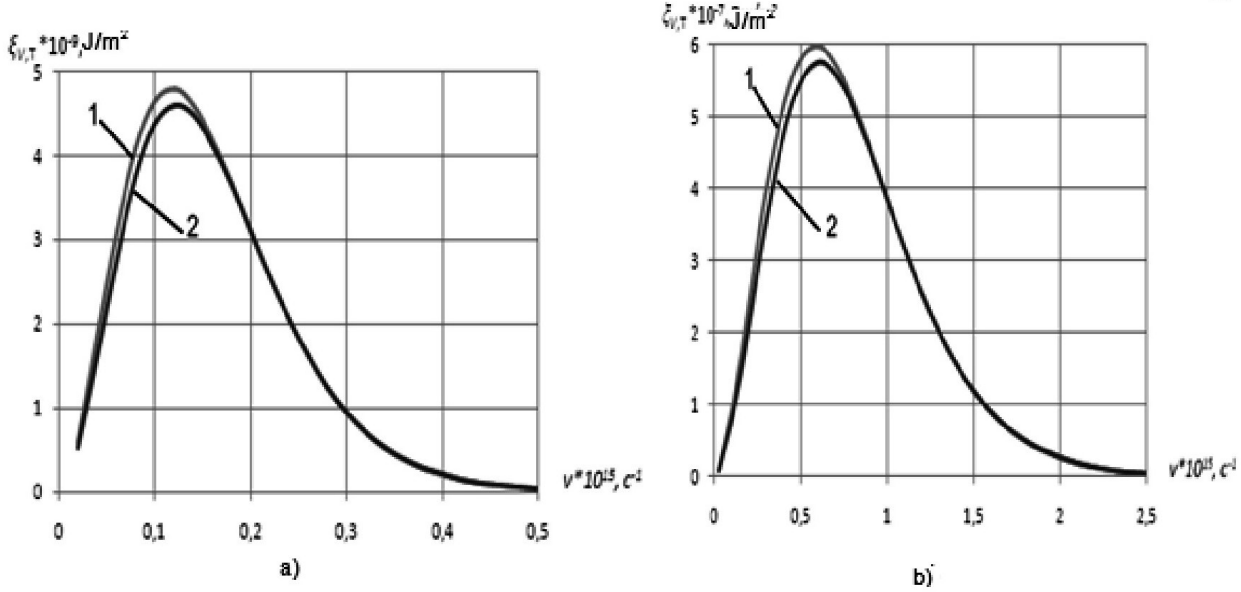


Fig. 1 (a, b) Absolute blackbody emissivity distribution at:
 a) $T=2000$ K; b) $T=10000$ K
 1 — conventional; 2 — rated.

Similar behavior can be observed at other temperature values.

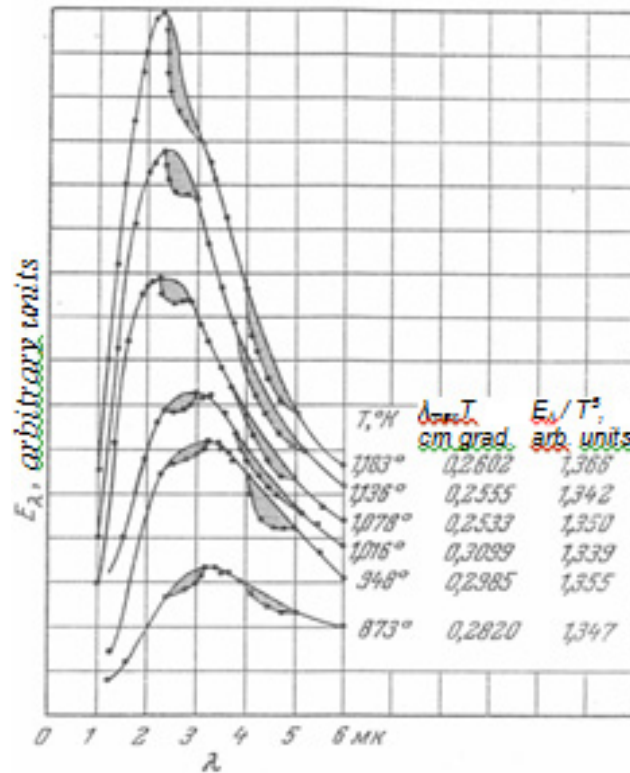


Fig. 2. Typical curves of absolute blackbody emissivity energy distribution.

Fig. 2 Represents absolute blackbody radiation energy distribution, as given by Ditchburn [3, 521].

The shaded areas in Fig. 2 represent air absorption. Y-line shows galvanometer deviations, proportionate energy and radiation density. The values to the right demonstrate the accuracy of Wien's law, as confirmed by experiments.

Graph analysis (Fig. 1, 2) demonstrates that absolute blackbody emissivity distribution deviations of rated values $\xi'_{v,T}$ as compared to conventional values $\xi_{v,T}$, are in the same range of frequencies as appropriate to energy air absorption area (Fig. 2). This leads to the necessity of further investigations of the frequency ranges with the maximum distribution deviations.

The second item of equation (2), hereinafter defined as $\xi_{1v,T}$, is similar to Maxwell probability distribution function, if compliant with the equality:

$$2 \cdot h \cdot v = \xi_1 + \xi_2, \quad (3)$$

where ξ_1 and ξ_2 represent the energy of interacting particles (particles to be specified).

Following certain transformations of the function $\xi_{1v,T}$ by applying equation (3) for $\xi_1 = \xi_2$, the following expression can be obtained:

$$\xi_{1v,T} = \frac{\pi^2 \cdot (k \cdot T)^2}{2 \cdot h^2 \cdot C^2} \cdot f^2(\xi) \xi, \quad (4)$$

where $f(\xi)$ represents the Maxwell probability density distribution function.

Expression (4) can result from interaction of closed electronic gas with heated body atoms and thus characterize the induced radiation predicted by A. Einstein [4, 393–406].

Thus, black light is composed of two types of radiation. The first one is spontaneous (first item of equation (2) and obeys Wien's distribution law and the second one is induced (forced), determined by expression (4).

Whereas function (2) is taken to describe the absolute blackbody radiation energy distribution values, Stefan-Boltzmann and Wien constants should also be modified [5, 340–342], [6, 290–291].

Stefan-Boltzmann constant can be determined by absolute blackbody emissivity integral equation as the follows:

$$\xi_1 = \int_0^\infty \frac{2\pi h v^3}{c^2 v p(h/v/kT)} \cdot dv + \int_0^\infty \frac{2\pi k T v^2}{c^2 \exp(2hv/kT)} \cdot dv \quad (5)$$

Let's transform one of variable, writing $x = hv/kT$, which means:

$$dv = \frac{kT}{h} \cdot dx$$

Thertefore,

$$\xi_1 = \frac{2\pi k^4 T^4}{c^2 h^3} \cdot \int_0^\infty x^3 e^{-x} dx + \frac{2\pi k^4 T^4}{c^2 h^3} \int_0^\infty x^2 e^{-2x} dx = \sigma T^4,$$

where

$$\sigma = \frac{12\pi k^4}{c^3 h^3} + \frac{\pi k^4}{c^2 h^3}$$

or $\sigma = 5,4573 \cdot 10^{-8} \text{VT/m}^2 (\text{K})^4$,

which is 3.76% less the conventional value.

Let's express function (2) over the wavelength range λ and, following differentiation, equate the derivative to zero:

$$y^2 - (4-2y)e^y - 5y = 0, \quad (6)$$

where

$$y = hc/kT\lambda_m$$

λ_m — wavelength corresponding to the absolute blackbody emissivity maximum value $\xi'_{\lambda,T}$.

Transcendental equation (6) has the only root $y=4.992$. Therefore, Wien constant shall be equal to:

$$b = \lambda_m T = \frac{hc}{4,992k}$$

or $b = 2,882 \cdot 10^{-3} \text{mK}$, which is 0.55% less the conventional value [3].

The observations made here make it possible to advance a hypothesis of existing radiation absolute blackbody light quanta, where frequency is proportional to the energy of interacting particles obeying the Maxwell distribution law.

The experimental confirmation of the hypothesis would lead to a deeper understanding of the processes that cause the occurrence of absolute blackbody radiation, and will be of great practical importance in astrophysics. It is known that the energy distribution curves of the absolute blackbody, Stefan-Boltzmann and Wien constants are fundamental in determining the temperature of celestial bodies. Due to the fact that their values are different to a certain extent to the conventional values, the parameters characterizing the properties of the observed radiation (effective values, brightness, color temperature) can be adjusted accordingly.

Furthermore, the results obtained can be used when developing thermal imagers and optoelectronic devices which are mounted on satellites and spacecraft.

References:

1. Ландау Л. Д., Лившиц Е. М. Статистическая физика. Ч. 1 (серия «Теоретическая физика», Том V). Физматлит. М., 2005.

2. Сапожников Ф. Д. О черном излучении. Ж. «Актуальные проблемы современной науки», М., «Компания Спутник+» – 2010, № 5.
3. Дитчберн Р. Физическая оптика. Перевод с английского. М., Наука, 1965.
4. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. III. Издательство «Наука», М., 1966.
5. Сапожников Ф. Д. К вопросу о равновесном излучении. Сборник докладов Всесоюзной конференции ФЕ-НИД-90. Нетрадиционные научные идеи о природе и ее явлениях. Том III. Гомель, 1990.
6. Сапожников Ф. Д., Карпук Д. С. О равновесном излучении. Труды XII Конференции молодых ученых «Взаимодействие полей и излучения с веществом», БШШФ-2011, Из-во ИСЗФ СО РАН, Иркутск, 2011.

*Nazila Bagir Soltanova,
Institute of Physics, National Academy of Sciences of Azerbaijan
Leading Researcher, Ph. D./Ph. D.
E-mail: Muzeyfizika@yahoo.com*

Physics of semiconductors and dielectrics in Azerbaijan

Abstract: The article discusses the history of physics of semiconductors in Azerbaijan. There is activity and the role of the leading scientist, teacher and organizer in the field of science — Hasan Abdullayev Memmedbagir.

Keywords: Semiconductors, selenium, tellurium, rectifier.

*Назиля Багировна Солтанова,
Институт физики НАН Азербайджана, Ведущий научный сотрудник,
кандидат исторических наук/доктор философии
E-mail: Muzeyfizika@yahoo.com*

Физика полупроводников и диэлектриков в Азербайджане

Аннотация: В статье рассматривается история развития физики полупроводников в Азербайджане. Отмечается деятельность и роль ведущего ученого, учителя и организатора в этой области науки — академика Гасана Мамедбагир оглы Абдуллаева.

Ключевые слова: полупроводники, селен, теллур, выпрямитель.

В 1945 году Азербайджанский Филиал АН СССР (АзФАН) был преобразован в Академию Наук Азербайджанской ССР. Сектор Физики при АзФАН стал действовать как Институт Физики АН



Х. И. Амирханов

АзССР. Директором института был профессор Х. И. Амирханов. Ведущей проблемой Института была физика нефти. Среди тем, по которым велись работы в Институте физики в 1945 году, были и темы, касающиеся физики полупроводников: «Исследование температурной зависимости теплопроводности полупроводников и диэлектриков» (Х. И. Амирханов, З. Мустафаев); «Исследование теплового выпрямления полупроводника» (Х. И. Амирханов, М. Г. Гашим-заде и др.) это были первые шаги.

В результате выполненных работ по проблеме физики полупроводников было завершено теоретическое исследование открытого в Институте физики АН АзССР теплового выпрямления в закиси меди и отмечено существование этого явления в других полупроводниках. Х. И. Амирханов разработал прибор для измерения теплопроводности. Начали вести исследования термо-электрических и оптических свойств полупроводников из руд, добытых на Азербайджанских месторождениях.

В 1947 году Институт физики АН АзССР и Сектор Математики АН АзССР были объединены в Институт физики и математики АН АзССР. В институте существовали два отдела: Отдел физики нефти (руковод. проф. Х. И. Амирханов), Отдел математики (руковод. проф. З. И. Халилов). Физика в Азербайджане развивалась в области физики нефти. В победе над немецким фашизмом во время Великой Отечественной Войны черное золото Азербайджана сыграло

свою роль. Исследование нефти шло на первом ряду. С 1947 года в Институте физики и математики АН АзССР начались недельные семинары, где обсуждались актуальные проблемы физики и интересные работы сотрудников института. На семинаре с первым докладом — «Об образовании контактного сопротивления в полупроводниках» выступил аспирант Г.М. Абдуллаев. Молодой Г.М. Абдуллаев свою научную деятельность начинает исследованием полупроводников. Под руководством профессора Х.И. Амирханова он в 1948 году в Институте физики и математики АН АзССР успешно защищает кандидатскую диссертацию на тему «Исследование температурных зависимостей анодной поляризации в электронных полупроводниках».



А. А. Аббасзаде, Г. М. Абдуллаев, М. Г. Гашимзаде

В 1950 году в дирекции института произошли изменения. Директором был назначен профессор З.И. Халилов. Под руководством проф. С.А. Абдуррашидова кандидат физ.-мат. наук Г.М. Абдуллаев исследовал приэлектродный скачок потенциала в селене. Им было установлено, что слой аморфного селена является запирающим слоем в селеновых выпрямителях. В 1952 году Г.М. Абдуллаевым была написана первая книга по физике полупроводников на азербайджанском языке «Электронные полупроводники и их применение». Г.М. Абдуллаев отправился в докторантуру Ленинградского Физико-Технического Института (ЛФТИ). Здесь же действовала знаменитая школа академика А.Ф. Иоффе, основоположника физики полупроводников в СССР. Г.М. Абдуллаев три года работал в лаборатории профессора Д.Н. Наследова. В результате комплексных исследований были получены ответы на поставленные вопросы. Впервые были выяснены физическая природа и процессы формирования и расформирования запирающего слоя селеновых выпрямителей. Было доказано, что действие селеновых выпрямителей связано с наличием в них контакта двух полупроводников с противоположными знаками носителей тока, гетеропереходов;

электронно-дырочный переход в селеновых элементах обладает свойством сильно выраженной асимметричной проводимости. Результаты легли в основу диссертации Г.М. Абдуллаева.



З. И. Халилов

В 1954 году на Ученом совете ЛФТИ, председателем которого был академик А.Ф. Иоффе, удачно прошла защита докторской диссертации Г.М. Абдуллаева по теме «Исследование физических процессов, происходящих в селеновых выпрямителях». Были получены новые высоковольтные селеновые выпрямители с искусственно созданными условиями. Результаты сразу стали внедряться на Московском заводе (п/я 796). В атмосфере ЛФТИ, при правилах школы А.Ф. Иоффе, имея свой не слабый потенциал, сформировался профессионал экспериментальной физики. В том же году Г.М. Абдуллаев, вернувшись в Баку, стал заместителем директора Института физики и математики АН АзССР. Тут начали происходить постепенные изменения в составе проблем. На первый ряд перешагнула современная физика полупроводников. Это было заслугой доктора физ.-мат. наук Г.М. Абдуллаева.

В 1955 году доктор физ.-мат. наук Г.М. Абдуллаев был избран членом-корреспондентом АН АзССР по специальности «Физика полупроводников». В 1956 году по инициативе член-корр. АН АзССР Г.М. Абдуллаева в АГУ открылась кафедра физики полупроводников — одна из первых в Советском Союзе. С 1958 года в АГУ начинал действовать самостоятельный физический факультет.

В 1957 году профессор Г.М. Абдуллаев был назначен директором Института физики и математики АН АзССР, кем оставался до конца жизни. Активная деятельность молодого ученого, его решительность и богатый потенциал позволили за короткий промежуток времени поднять уровень научной деятельности Института на достаточно высокую ступень. Благодаря работам Г.М. Абдуллаева и его учеников по изучению кристаллов селена, теллура, их сложных

соединений, комплексному изучению их физических свойств и созданию новых полупроводников и их преобразователей, Институт физики и математики АН АзССР приобрел авторитет одного из ведущих научных центров Советского Союза. Была тесная научная связь с ведущими институтами по физике полупроводников, одним из которых был ЛФТИ. Имена ученых Иоффе, Наследов, Комар, Тучкевич, Регель, Гросс, Шаровский были хорошо знакомы ученым Института Физики и математики АН АзССР. По решению ЦК КПСС и Совета Министров СССР постановлением № 620–303 от 4 июня 1957 года Институт Физики и математики АН АзССР был утвержден головной организацией в СССР научно-технического направления «Физика и техника приборов на основе селена».



А. Р. Регель

В 1959 году Отдел математики отделился от Института физики и математики АН АзССР. Начали функционировать два отдельных института: Институт физики и Институт математики и механики АН АзССР.

Г. М. Абдуллаев — ученый, обладающий творческим характером, активная и ведущая личность. Ему симпатизировали в научной общественности. Под руководством профессора Г. М. Абдуллаева в Институте шла активная работа — непрерывное рождение новых идей и их внедрение в практику. Так начался самый плодотворный период существования Института физики АН АзССР. Были открыты Шамахинская астрономическая обсерватория (ШАО), Креогенная станция, Специальное конструкторское бюро (СКБ).

В 1969 году Институт физики АН АзССР был повторно утверждён АН СССР головным и координирующим в Советском Союзе по теме «Физика селена и теллура. Техника и приборостроение на их основе». Это, естественно, явилось результатом как творческого труда, так и организаторского таланта академика Г. М. Абдуллаева и научного коллектива, работающего под его руководством. Указом Президента Верховного Совета СССР от 13 марта 1969 года за успехи в об-

ласти физических наук, подготовку высококвалифицированных научных кадров Институт физики АН АзССР был награжден Орденом Трудового красного знамени.



А. Ф. Иоффе

В 1970 году Г. М. Абдуллаев был избран Президентом Академии Наук Азербайджанской ССР. Одновременно он руководил и Институтом физики АН АзССР, который работал над фундаментальными проблемами. Благодаря вниманию, личной инициативе академика Г. М. Абдуллаева на базе Института физики АН АзССР был создан целый ряд самостоятельных научных и научно-производственных организаций: Сектор радиационных исследований, Институт прикладной физики, СКБ Института физики с опытным заводом, СКБ биологического приборостроения, СКТБ металлургии с ОЗ «Кристалл», ОКТБ «Регистр» и др. Исследовательские работы академика Г. М. Абдуллаева и его учеников были крайне плодотворными. Результаты работ Г. М. Абдуллаева по изучению физических свойств селена дали возможность разработать методы очистки селена, получить монокристаллы гексагональной и моноклинной модификации, установить причину «аномалий» в свойствах селена, управлять типом проводимости моно- и поликристаллического, аморфного и жидкого селена, выяснить происхождение его р-проводимости, разработать модель, объясняющую механизм проводимости в селене. Предложенные модели и механизмы могут применяться к структурам, подобным структуре Se (полимерным полупроводникам, аморфным и жидким системам). Эти результаты являются фундаментальным вкладом в физику конденсированных систем и открывают новое перспективное направление в понимании свойств полимерных полупроводников и некристаллических систем. Под руководством Г. М. Абдуллаева методом радиоактивных изотопов был выполнен цикл исследований по диффузии и электрическому переносу различных примесей в селене, определены количе-

ственные характеристики диффузии, состояние диффундирующего атома. Впервые благодаря научным изысканиям Г.М. Абдуллаева электронографически было показано, что механизм выпрямления в фотоэлементах и выпрямителях обусловлен образованием в них гетеропереходов вследствие электрической формовки. Исследования физических процессов в селеновых выпрямителях позволили впервые получить селеновый выпрямитель с «током насыщения», что вошло как важнейший результат в отчет АН СССР. Работы Г.М. Абдуллаева по исследованию селена привели к созданию новых высокоэффективных селеновых преобразователей и десятков устройств на их основе. Эти приборы и устройства по категории качества находились на уровне мировых стандартов и многие из них получили государственный Знак качества СССР. В середине 60-х годов Г.М. Абдуллаев выдвинул вопрос об изучении новых сложных структурных аналогов анизотропных полупроводников. Группа сотрудников Института физики под руководством Г.М. Абдуллаева первой в Союзе приступила к получению и всестороннему систематическому изучению физических особенностей новых к тому времени бинарных полупроводниковых соединений. Была разработана технология получения совершенных монокристаллов типа $A^m B^{VI}$ их твердых растворов и сложных аналогов.

В 70-х, 80-х годах XX в. академиком Г.М. Абдуллаевым совместно с сотрудниками было предсказано и получено большое число новых более сложных полупроводников-аналогов $A^m B^{VI}$. Исследования фотоэлектрических особенностей монокристаллов новых тройных аналогов $A^m B^{VI}$ выявили, в частности, перспективность практического применения их в качестве эффективных приемников для видимой и ИК-областей спектра. Особенно эффективными оказались детекторы рентгеновских и нейтронных излучений на их основе. На монокристаллах тройных аналогов $A^m B^{VI}$ обнаружен пьезофоторезистивный эффект, позволяющий значительно расширить возможности современной полупроводниковой тензометрии.

С именем Г.М. Абдуллаева связан цикл фундаментальных работ по исследованию оптических свойств и энергетической структуры полупроводников типа $A^m B^{VI}$, который значительно расширил возможности полупроводниковой электроники. Было установлено, что кристаллы селенида галлия по многим параметрам значительно превосходят другие нелинейные кристаллы в ИК-области и являются перспективными для квантовой электроники, нелинейной оптики

и создания генераторов с перестраиваемой частотой излучения. Была разработана система оптической связи с применением частотной модуляции лазерного излучения. В приемном устройстве системы связи преобразователем частотно-модулированных сигналов в амплитудно-модулированные служил «Дешифратор» на основе кристалла GaSb.



Г. М. Абдуллаев, Д. Н. Наследов, С. И. Пекар

Исследования физических свойств халькогенидов первой и третьей групп таблицы Д.И. Менделеева и процессов в диодных структурах на их основе впервые привели к обнаружению управляемых эффектов, полярно-зависимых и независимых переключателей и элементов памяти.

Созданы многофункциональные переключающие приборы с памятью, управляемые электрическим полем и освещением. В результате изучения халькогенидов первой группы Г.Б. Абдуллаевым с соавторами установлено, что эти полупроводниковые кристаллы имеют дефектную кристаллическую структуру, обуславливающую эффект самолегирования. Эти исследования позволили в Институте физики впервые разработать накопитель информации для постоянного запоминающего устройства с электрической переписью информации на основе переключателя с долговременной электрической памятью.

Институт физики АН АзССР, руководимый академиком Г.М. Абдуллаевым в мировой науке был признан ведущим научным учреждением по исследованию физических свойств GaSe.

Академиком Г.М. Абдуллаевым обнаружены явления световой памяти и эффект переключения также в монокристаллах тройных соединений, показана возможность управления этим эффектом при помощи света, а также разработана технология создания чувствительных электрофотографических слоев на основе сложных соединений, позволяющих их многократное использование.

Под руководством академика Г.М. Абдуллаева и при его непосредственном участии в Институте фи-

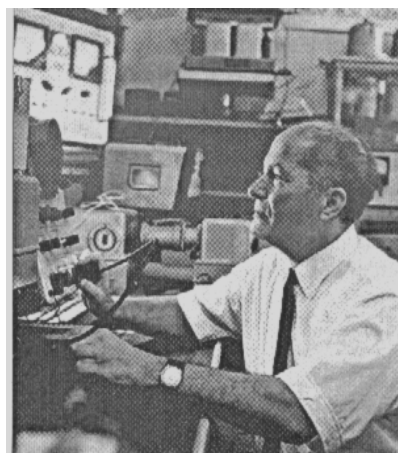
зики получили значительное развитие исследования в области низких температур, применение различных резонансных методов, таких как ЭПР, ЯМР, ЯГР, и т. д. Так, впервые в мире, было обнаружено явление ЭПР поглощения в селене. По этому далеко не полному перечню результатов, полученных Г. М. Абдуллаевым, можно судить о диапазоне его научных интересов, о глубине исследований, проводимых под его руководством. Диапазон исследований академика Г. М. Абдуллаева был довольно широк. Мало ученых, которые могут работать на стыке наук. Г. М. Абдуллаев был из того числа ученых. Это работы, которые велись на синтезе наук: биология — физика, физика-химия, физика-медицина и т. д. Впервые в мире Г. М. Абдуллаевым селен стал рассматриваться с биологического аспекта — селен в биофизике. В 1952 г. Г. М. Абдуллаев впервые отметил, что спектральная чувствительность селена удивительно совпадает со спектральной чувствительностью человеческого глаза. Речь идет об одном из феноменальных явлений природы. Научная интуиция и смелость позволили Г. М. Абдуллаеву создать в Институте физики и Институте физиологии АН АзССР две лаборатории с одинаковым названием: «Лаборатория биофизики мозга». Так, селен вернулся к науке своей новой гранью — биологической. Метод ЭПР позволил точно судить о наличии концентрации так называемых свободных радикалов, которые и участвуют в механизме фоторецепторного акта.



Г. М. Абдуллаев

В 1972 г. действительному члену АН АзССР, член-корреспонденту АН СССР Г. М. Абдуллаеву и группе ученых, работавших под его руководством, была присуждена Государственная премия Азербайджанской ССР за работы по получению новых сложных полупроводниковых соединений, исследованию их свойств и созданию различных преобразователей на их основе, и за работы по установлению роли селена в процессе зрения.

Его большим наследием является азербайджанская школа физики полупроводников. Под руководством академика Г. Б. Абдуллаева защитилось около 60 докторских и более 100 кандидатских диссертаций. Выходцами азербайджанской школы физики — школы Абдуллаева являются почти все физики Азербайджана, среди которых ярко выделяются академики, члены-корреспонденты НАНА, профессора, доктора и кандидаты наук. Это целая плеяда ученых: Ф. М. Гашимзаде, М. И. Алиев, Е. Ю. Салаев, Ч. О. Каджар, М. Г. Шахтахтинский, А. М. Пашаев, А. Ш. Мехтиев, А. З. Гулиев, Н. А. Гулиев, И. Г. Керимов, Г. А. Ахундов, Б. М. Аскеров, Б. Г. Тагиев, С. И. Мехтиева, Д. Ш. Абдинов, З. А. Искендерзаде, З. А. Алиярова, Р. В. Шафизаде и др.



Г. М. Абдуллаев

Школа академика Г. М. Абдуллаева в Союзе и в мире считалась ведущей по физике селена.

На каждом этапе научной деятельности ученого, необыкновенного человека, нестандартной личности раскрывались различные грани этой личности. И потенциал этот был таким богатым, что все это походило на бурный ключевой поток. Став Президентом АН АзССР ярко выявился талант организатора науки, который смог достойно держать на своих молодых плечах эту строгую, тяжелую систему, королеву наук — Академию. Он сумел поднять национальную науку на мировую уровень.

Пост Президента Академии наук должен занимать духовно богатый ученый, профессионал, сильный организатор науки, который сумеет управлять этой многогранной системой науки.

С 1970 года Г. М. Абдуллаев был председателем общества «Знание». Он вел большую работу на посту председателя комитета по Государственным премиям Азербайджанской ССР в области науки и техники. Его общественная деятельность не ограничивается этим. Он был депутатом Верховного Совета СССР

(1970 г., 1974 г.).

Академик Г. М. Абдуллаев был избран членом Научного совета по комплексной проблеме «Физика и химия полупроводников» при Президиуме АН СССР, председателем республиканского Научного совета по «Проблеме физики», членом Совета координации АН СССР, председателем Совета по координации научной деятельности научных учреждений и вузов Азербайджанской ССР, руководил работами республиканского Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика», в 1970 году избран членом-корреспондентом АН СССР по специальности «физика». В 1974 г. академику Г. М. Абдуллаеву было присвоено почетное звание Заслуженного деятеля науки АзССР. За заслуги в пропаганде научных знаний в 1977 г. академик Г. М. Абдуллаев был награжден медалью им. С. И. Вавилова. Были также и другие награды: медаль «За доблестный труд» (1970 г.), «Ветеран труда» (1983 г.), орден Трудового Красного Знамени (1975 г.), орден Ленина (1978 г.), «Почетная грамота» Всесоюзного общества «Знание» (1970 г.), золотые медали ВДНХ СССР (1972 г., 1975 г., 1977 г., 1978 г.), большая золотая медаль международной

Лейпцигской ярмарки (ГДР).

Научные труды, наследие оставленное академиком Г. М. Абдуллаевым: 17 монографий, изданных в России, США, Великобритании, Австралии; более 600 научных статей, опубликованных в союзной и мировой научной литературе; 250 изобретений — авторские свидетельства от Госкомитета по изобретательству СССР, 7 изобретений запатентованы в 4-х различных странах — в Америке-3, во Франции-2, в Англии –1, в Индии-1. Люди, которые за короткое время (время жизни человека) сумели сделать много нужного, важного, полезного, оставили после себя неизгладимый след, являются детьми не только своих родителей. Они дитя своего народа, своего времени.

Жизнь, прожитая академиком Г. М. Абдуллаевым, его творческий путь ученого это пример национального интеллигента — патриота, сочетающего творческие искания с практической деятельностью.

«Гасан Багирович понимал, что наука — гарант будущего благоденствия. Он жил во имя этого. И мы не забудем его заветы». (Жорес Алферов).

*Usachev Valery Mikhailovich
Russland, Republik Tatarstan,
Stadt Naberezhnye Chelny.
E-mail: usachevvm1@yandex.ru*

Anfang der Theorie des Raumes als ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF)

Abstract: Der Autor dieses Artikels (im Jahr 1967) legt eine Reihe von neuen Ideen und Hypothesen über die physikalische Natur der Elementarteilchen und physikalischen Wechselwirkungen, die notwendig und ausreichend, um die Krise auf dem Gebiet der theoretischen Physik überwinden.

Diese Ideen, Hypothesen und Beweise sind hier in einer sehr zugänglichen Weise für Profis und für diejenigen, die Physik natürlich in High Schools und Colleges studiert haben.

Schlagwörter: Quantenraumflüssigkeit, Photon, Elektron, Proton, physikalischen Wechselwirkungen. Stichworte: quantum Flüssigkeit Raum, Photon, Elektron, Proton, physikalische Wechselwirkungen.

Die Anfänge der Theorie des Raumes als ideale quantum der Flüssigkeit (IQF).

(Hinweis: alles physikalischen Variablen, Konstanten und Berechnungen sind hier in einem „absoluten System der physikalischen Einheiten“ CGSE.)

1. Die Definitione.

1.1. „Die Anfänge der Theorie „ — es ist neue Grundideen, wissenschaftliche Hypothesen und mathematische Beweis ihrer Angemessenheit bezüglich der grundlegenden wissenschaftlichen Theorien und Tatsachen objektiven Realität.

1.2. „des idealen quanten der Flüssigkeit (IQF)“ — ist der Flüssigkeit fast absoluten Temperaturnullpunkt, wobei:

- a) der Wert die Temperatur hängt von der Konzentration die Photone (Quasiteilchen);
- b) der Wert der inneren Reibung (dynamische Viskosität) sehr nahe Null ist;

c) die physikalischen Eigenschaften sind unabhängig von der geometrisch Volumen (von unendlich bis null).

Molekular-kinetische Theorie (IAK) wurde auf der Grundlage der antiken und mittelalterlichen Hypothese atomaren Struktur der Materie etabliert und kann daher nicht erklären, warum gibt es physikalische Wechselwirkungen (elektro, stark und Gravitations).

Es geschah weil, dann schien ganz leer alles der Raum zwischen den kleinsten Teilchen der Materie. (Daher, war unmöglich bieten eine logische Hypothese Wechselwirkung eines physischen Körpers mit anderen physikalischen Objekten in der Ferne.)

Seit Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts erscheint die relativistische Hypothese der Erweiterung des Raumes, wie die ständige Erweiterung bis in die Unendlichkeit aller Teilchen der Materie. In dieser Hypothese „expandierenden Universums“ wird interpretiert als „Raum-Zeit-Kontinuum“. Diese Phänomenologie der relativistischen Paradigmenwechsel absolut widerspricht der realen Diskretheit quantenmechanische Natur Mikro- und Makrokosmos.

In der Mitte der 60er Jahre des letzten Jahrhunderts nicht die Angemessenheit der Interpretation der physikalischen Erscheinungen der objektiven Realität erreicht Ihren Höhepunkt. Dann werden alle großen Physiker der Welt erkannte diese Tatsache.

Der Autor dieses Artikels im September 1967 vorgeschlagene eine Reihe von grundlegenden Ideen und Hypothesen, die notwendig und ausreichend für die Überwindung dieser Krise in der theoretischen Physik. Nachfolgend sind diese Ideen, Hypothesen und Beweise in einer sehr einfachen Form für Profis und diejenigen, die studiert hat den Kurs Physik für Gymnasien.

2. Die grundlegenden Ideen und Hypothesen.

2.1. Basic „elementaren“ Teilchen (Photonen, Elektronen, Protonen, Neutronen) kann (in einer einfachen Analogie) vorstellen, wie verschiedene Aggregatzustände eines idealen Quantenflüssigkeit (IQF):

Elektron (oder Photon) erscheint als eine „Blase der Dampf“ in IQF Raum;

Proton — als mehrschichtige „LCD-Ball“ in IQF;

Neutron — als eine „schaumige Mischung“ diesen Teilchen: das Elektron, Proton, und „Photon-Neutrino“; welche wieder zerfällt in ein Elektron, Proton und „Photon-Neutrino“ durch 15 Minuten;

Positron — in dieser Reihe von Interpretationen passt als eine Kavitation Blase in IQF.

2.2. Ausgehend von 2.1., die elektrostatische Abstoßung und Anziehung zwischen Elektronen und Proto-

nen leicht ist zu erklären auf der Grundlage der Gesetze der klassischen Thermodynamik.

Da der Elektron („Dampfblase“) wärmer IQF, während der Proton („LCD-Ball B“) kälter, deshalb, identischen Teilchen bewegen voneinander entfernt, aber Gegenteile konvergieren für Ausrichtung der Temperatur in einem physischen System „IQF-Teilchen“ (gemäß dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, über das Wachstum der Entropie).

Experimente unter der Leitung von Akademiemitglied P. L. Kapitza und die Theorie der Quanten Flüssigkeiten (von Akademiemitglied L. D. Landau) zeigten, das Photonen erscheinen und verschwinden in einer Quanten Flüssigkeit falls Erhöhung oder Verringerung einer Temperatur.

Also, in einer idealen Quanten Flüssigkeit (IQF) rund um den „heißen“ Elektronen gebildet eine Zone der hohen Konzentration von Photonen; aber rund um „Kalt“ (Proton und Positron) schafft in IQF Zone der niedrig Konzentration die Photonen. Diese Zonen sind die Erläuterung der physikalischen Natur der „elektrischen Feld aufgeladen Teilchen“ (eines gleichen oder entgegengesetzten „Vorzeichen“).

2.3. Ausgehend von 2.1. und 2.2. folgt, dass die grundlegenden elementaren Teilchen und Photonen in die ideale Quanten-Flüssigkeit gebildet wird, die durch die Lokalisierung durch die Oberflächenspannung IQG.

2.4. Ausgehend von 2.1.-2.3. folgt, dass die Durchmesser des kugelförmigen Oberfläche Elektronen, Protonen und Positronen im freien Zustand sein müssen einander gleich sind, so wie die gleich nach dem Modul elektrische Ladungen „e“ dieser Teilchen. (Unter dieser Bedingung ist die resultierende Kraft der Oberflächenspannung gleich und entgegengesetzt gerichtet inneren elektrostatischer der resultierenden Kraft.)

2.5. Ausgehend von 2.1.-2.4., kann man verstehen, warum die Dichte der Protonen in drei Größenordnungen größer ist als die Dichte der Elektronen. (Genauso, wie die Dichte des Wassers in drei Größenordnungen größer ist als die Dichte des atmosphärischen Gases bei Normalbedingungen.)

2.6. Ausgehend von 2.1.-2.5., wie die „Dampfblase“ in einer idealen Quanten Flüssigkeit (IQF) Raum Elektron leicht und elastisch verformt sich bei einem Aufprall, um so mehr, je höher die Energie der kollidierenden mit ihm Teilchen. So dass der Durchmesser eines Elektrons Messen kann nicht bei Kollisionen von Teilchen auf Beschleunigern.

2.7. Ausgehend von dieser grundlegenden Ideen, der Autor formuliert ein System von Gleichungen (zum ersten mal im August — September 1967):

$$h\nu = us = mc^2 \quad (1),$$

mit dem Ausdruck der fundamentale Gesetz der Erhaltung und Umwandlung von Energie-Masse.

Wobei:

h — Die Planck-Konstante;

ν — Häufigkeit des Quanten;

u — die Oberflächenspannung der ideale Quanten Flüssigkeit;

s - die Gesamtoberfläche der ideale Quanten Flüssigkeit Raum bildendes Photon oder "Elementarteilchen" (und die innere Struktur der letzten);

m — der Masse;

c — Konstante Geschwindigkeit des Lichts.

Der linke Teil der Formel (1) es gibt Formel-Planck-Energie $E = h\nu$ für Photonen (Quanten des elektromagnetischen Strahlung). Rechte Seite dieser Formel drückt den Wert der Gesamtenergie $E = mc^2$ für Teilchen mit der trägen Masse m . Der zentrale Teil (us) die Formel (1) drückt die potentielle Energie, die absolut gleich der Arbeit der Oberflächenspannung der ideale Quanten-Flüssigkeit Raum bei der Synthese-Annihilation von Teilchen und Quanten-Strahlung, die in einander umgewandelt werden.

2.8. Volle elektrostatische Energie des Elektrons ist direkt proportional zum Quadrat der elektrischen Ladung und Umgekehrt proportional zu der klassischen Radius des Elektrons (nach der klassischen Theorie der Elektrizität).

Deshalb, ausgehend von der Vorstellung über die Elektron als «Blasedampf» ideale Quanten-Flüssigkeit Raum, kann man genau berechnen Sie die Werte von u und d , wenn Sie beschließen, die zwei Gleichungen mit zwei unbekanntem:

$$2.1) 2e^2 / d = us;$$

$$2.2) 2e^2 / d = mc^2.$$

Wobei:

e — die elektrische Ladung des Elektrons;

u — unbekannte Oberflächenspannung der ideale Quanten Flüssigkeit Raum;

d — unbekannte Durchmesser eines Elektrons;

$s = 3,14d^2$ — Fläche kugelförmigen Oberfläche der Blase-Elektron;

m — die Masse des Elektrons;

c — Lichtgeschwindigkeit.

Substitution von bekannten Konstanten, lösen wir das Gleichungssystem 2.1) — 2.2) und berechnen die beiden neuen Konstanten: der Durchmesser der elektrisch geladenen "Elementarteilchen"

$$d = 0,563 \times 10^{-12} \text{ cm};$$

und die neue fundamentalen physikalischen Konstante Oberflächenspannung der ideale Quanten Flüssigkeit Raum (dh die starken Wechselwirkung)

$$u = 0,823 \times 10^{18} \text{ erg / cm}^2 = 0,823 \times 10^{18} \text{ din / cm}.$$

HINWEIS: das System der Gleichungen (1) zeigt die direkte Proportionalität der Masse der fundamentalen Teilchen und die Gesamtoberfläche der ideale Quanten-Flüssigkeit Raum bildenden "Elementarteilchen" (und ihre die inneren Struktur). Dies ist experimentell bestätigt worden, beispielsweise ist direkt proportional zu der Oberfläche der Kerne und der "Massendefekt" ändern, um Änderungen in der Kernenergie in der Synthese und Zerfall von Atomkernen.

2.9. Präsentiert in 2.1.–2.8. die grundlegenden Ideen und die Formel (1) des Gesetzes von der Erhaltung und Umwandlung von Energie-Masse zeigen die einzigartige Verbindung aller fundamentalen physikalischen Wechselwirkungen auf der Grundlage der Prinzipien und die Gesetze der klassischen Physik.

2.10. Zum Beispiel, «Welle-Teilchen-Dualismus» der Quantenphysik leicht zu verstehen, Blick auf die Dampfblasen, die pop-up mit dem Boden des Gefäßes auf die Oberfläche des Wassers. Die Blase bewegt sich nicht genau senkrecht, sondern in der Spiral-Schraube Flugbahn um die vertikale Achse. So ein Teilchen oder Photonen-Strahlung (das heißt, seine «LCD-Bildung» oder «dampfblase»), bewegt sich in einer idealen Quanten-Flüssigkeit Raum im freien Zustand nicht in gerader Linie, aber für die Spiral-Schraube Flugbahn.

2.11. Somit kann die Länge der «Welle» de-Broglie-Welle-Teilchen oder Quanten-Strahlung gibt es eine Schritt-Länge Schraube Flugbahn der Teilchen und Quanten. Deshalb ist «die Frequenz der Welle ist die de-Broglie-Welle» — Teilchen oder Quanten-Strahlung, das heißt, der Wert der Anzahl von Windungen, begangen in der Sekunde.

2.12. Die Richtung der Windungen der Flugbahn der Teilchen und Photonen kann nach rechts oder nach Links (50/50). Warum ist leicht erklärt die Gründe für solche Phänomene, wie die "doppelte Brechung des Lichts", «Quer elektromagnetischen Wellen», «Spin» und seiner Symbole "+/-".

2.13. Das Bewusstsein der physischen Substanz des Universums als ideale Quanten-Flüssigkeit, leicht erklärt physische Wesenheit von Tensor Theorie der Gravitation. Wirklich, genau betrachtet zu den Blasen der Luft auf der Oberfläche von Tee oder Kaffee im Glas, leicht zu bemerken, dass Sie schnell einander annähern, bilden die Inseln Schaum. Dies geschieht, weil die Moleküle des Wassers verdampfen von der Oberfläche jeder

Blase. Statt Moleküle Verdampfen dringen die Moleküle der Oberflächenschicht der umgebenden Flüssigkeit, alle Blasen. So, dass jeder Blase ständig „zieht“ sich die oberflächliche Schicht der Flüssigkeit und deshalb zieht andere Blasen. Das gleiche passiert in IQFR mit Partikeln und physikalischen Objekten, nur statt der Moleküle in die ideale Quanten-Flüssigkeit Raum wirken Energiequanten („Quasiteilchen — Nanobläschen“) in Übereinstimmung mit der Formel (1).

2.14. Aus den Gesetzen der klassischen Physik und begann die Theorie des Raumes als IQF, der Autor von waren theoretisch abgeleitet Formel abhängig Größen „Zeit der Existenz“, „Frequenz“, „Energie“ und „Wellenlänge“ Photon (quant des elektromagnetischen Strahlung) in Abhängigkeit von der Zeit t , der seine Bewegungen im Raum:

$$T_0 = (v_0 / K)^{1/2} \quad (2)$$

$$v_t = v_0 - Kt(2T_0 - t) \quad (3)$$

$$E_t = h[v_0 - Kt(2T_0 - t)] \quad (4)$$

$$\lambda_t = c / [v_0 - Kt(2T_0 - t)] \quad (5)$$

In diesen Formeln hier (und weiter):

T_0 — mögliche volle Leben-Zeit-Quanten-bei freier Bewegung in IQF Raum von dem Moment seiner Strahlung mit der Energie $E_0 = hv_0$ bis zur vollständigen Streuung seine Energie drin ($E_{t=T_0} = 0$);

t — Zeitraum Bewegung (vom Moment der Strahlung)

v_t — Frequenz — als Funktion der Zeit t ;

E_t — Energie des Quants als Funktion der Zeit t ;

v_0 — Frequenz — in der Zeit seiner Strahlung (bei $t = 0$);

K — Faktor offset (gekennzeichnet Großbuchstabe Nachnamen genialen Physik-Experimentator, Akademiker Kapitza P.L.)

λ_t — Schritt-Länge der spiralförmigen Flugbahn („Wellen der de-Broglie-Welle“) als Funktion der Zeit t der Bewegung der freien Quantum;

h — Planck-Konstante;

c — Konstante Lichtgeschwindigkeit.

3. Beweis. (Mathematische Prinzipien der Theorie der Raum als ideale Quanten-Flüssigkeit und einen grundlegenden „elementaren“ die Teilchen und die Photonen wie Sie verschiedene physikalischen Aggregatzustände IQF, die lokalisierten drin ihm nur durch eigenem Kraft Oberflächenspannung.)

So, der Theorie der idealen Quantenflüssigkeit (IQF) Raum bringt zum Ausdruck ein Grundgesetz der Erhaltung und Umwandlung von Energie-Masse durch das Systems der Gleichungen

$$hv = us = mc^2 \quad (1).$$

Auf der Grundlage von Vorstellungen über Raum als Objektiv realen Quanten-Flüssigkeit mit sehr kleinen Koeffizient der inneren Reibung η (aber nicht auf null reduziert, wenn die absolute Temperatur ist nicht gleich 0) und auf der Grundlage von Vorstellungen über Photon wie die Blase Dampf-Flüssigkeits-Raum mit einer Fläche von kugelförmigen Oberfläche geometrisch gleich $s = \pi d^2$ (wobei d der Durchmesser der Photon), wir finden die Formel vollständig kinetischen Energie des Photons nach den Grundsätzen der klassischen Physik.

Dazu betrachten wir die de-Broglie-Welle zur Photons als ein Komplexes schraubenförmigen die Flugbahn der Kugel-Blase mit Schritt-Schrauben, gleich λ und der Frequenz der Drehung um die Achse der Bahn gleich ν . Das heißt, wie zwei einfache Bewegung des Balls: der Vorwärtsbewegung (mit einer Geschwindigkeit von Licht parallel zur Achse der Schraube Flugbahn der Bewegung des Photons) und Drehbewegung mit der Winkelgeschwindigkeit

$\omega = 2\pi\nu$ und der Geschwindigkeit $V = \omega R$ senkrecht zu dieser Achse (auf der Tangente an einen Kreis mit Radius R des Zylinders Schrauben). Dann, nach der klassischen mechanik die komplette kinetische Energie E Photon-Blase mit der Masse m und Trägheitsmoment

$I = mR^2$ wird sich aus der addition der kinetischen Energien der fortschreitenden und drehenden Bewegungen:

$$3.1) E = 0,5mc^2 + 0,5I\omega^2 = 0,5mc^2 +$$

$$+0,5m(R\omega)^2 = 0,5mc^2 + 0,5mV^2$$

Bitte beachten Sie, dass durch die Formel (1) $mc^2 = us$ und damit $m = us / c^2$. Setzt man die entsprechenden Ausdrücke in die Formel ein voller Energie des Photons, erhalten wir:

$$3.2) E = 0,5us(1 + V^2 / c^2).$$

Da andererseits die gesamte Energie des Photons wird durch eine Formel-Planck $E = hv$, dann aus der Gleichung $hv = 0,5us(1 + V^2 / c^2)$, so erhalten wir $V = c$, so wie $hv = us$.

Das heißt, tangential (auf der Tangente an einen Kreis mit Radius R) Komponente der Geschwindigkeit der Photonen bezüglich der Achse der Flugbahn immer gleich der Lichtgeschwindigkeit c (d. h. das gleiche, wie die translatorische Komponente parallel zu der Achse der Schraube).

UNTERSUCHUNG. Aus den Gleichungen 3.1) und $V = c$ folgt unmittelbar:

1) die Energie $E = h\nu$ es ist voll (ganzes) kinetische Energie $W = 0,5mc^2 + 0,5mV^2 = 0,5mc^2 + 0,5mc^2 = mc^2$ Bewegungsfreiheit der Photonen (Quanten) entlang einer spiralförmigen Flugbahn. (Das heißt, aus der klassischen mechanik folgt direkt $W = E = h\nu = mc^2$);

2) Modul volle Geschwindigkeit der Bewegung der Photon auf der Helix übersteigt die konstant c die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Licht in $2^{1/2}$ mal (es ist $\approx 1,414c$);

3) durch die Formel (1), Kenntnis der Frequenz ν des Photons zu einem Zeitpunkt t , können wir bestimmen nicht nur Energie Photon nach der Formel $E = h\nu$ und die Masse m nach der Formel $E = mc^2$, aber es Durchmesser d (wie «dampfblase» die ideale Quanten-Flüssigkeit Raum) und Radius R Schraube seine Flugbahn (in der Zeit t).

Zum Beispiel, angesichts der Tatsache, dass $s = \pi d^2 = h\nu / u$, dann ist der Durchmesser der Blase-Photon finden Sie nach der Formel

$$3.3) d = (h\nu / \pi u)^{1/2}.$$

Für ein Photon von violetterem Licht ($\nu = 0,76 \times 10^{15}$ Hz), so erhalten wir:

$$d = (6,62 \times 10^{-27} \times 0,76 \times 10^{15})^{1/2} / (3,14 \times 0,823 \times 10^{18})^{1/2} = 1,4 \times 10^{-15} \text{ (cm)}$$

So ist etwa 0,3% des Durchmessers der freien Elektronen (oder Protonen) hast der größte Durchmesser der Photon "lila" sichtbares Licht. Kann durch den Formeln $\omega = 2\pi\nu$ und $V = \omega R$ berechnen der Radius R spiralförmigen Flugbahn um die Achse der Richtung der Bewegung. Da $V = c$ ist:

$$3.4) R = c / (2\pi\nu).$$

Deshalb, für die violetten Lichtes $R = 6 \times 10^{-6}$ cm, das heißt, in eine Milliarde Mal mehr, als der Durchmesser $d = 1,4 \times 10^{-15}$ cm des Photons.

So ist nach der Photonenenergie zu einem bestimmten Zeitpunkt, wir können alle Parameter der Photon berechnen, basierend auf den Prinzipien der klassischen Physik. (Es bestätigt die Prophezeiung von P. Dirac, was "Palliativ ohne Zukunft" ist konventionellen Interpretation der Quantentheorie).

In der modernen theoretischen Physik in der freien Bewegung aus der Quelle zum Empfänger werden alle Photonen ständig bleiben unverändert viele Milliarden von Jahren. Das Verständnis der Essenz von Raum als ideale Quanten-Flüssigkeit gibt eine neue Ansicht auf der Photon, welche verliert ständig ihre Energie. Da die Temperatur der ideale Quanten-Flüssigkeit Raum ein wenig über dem absoluten Nullpunkt, dann seine Viskosität ist sehr klein. Aber auf der großen Entfernungen zwischen den Sternen Galaxien Photonen deutlich verlieren die Energie auf die Vollziehung der Arbeit gegen

die Kräfte der Reibung innerhalb IQF. Hier, ausgehend von den Prinzipien und die Gesetze der klassischen Physik, wir kann ableiten der Gleichung ein Energie (und anderen Parametern) des Photons Abhängig von der Zeit (und Entfernung), wenn diese Verluste zu berücksichtigen.

Reibungskraft beim Bewegen der Kugel (Ball) in der Flüssigkeit wird bestimmt durch die Stokes-Gleichung:

$$f = 3\pi\eta dV, \text{ wo:}$$

η — Verhältnis der Viskosität der Flüssigkeit;

d — Durchmesser der Kugel;

V — die Geschwindigkeit seiner Bewegung in der Flüssigkeit.

Die Geschwindigkeit der Bewegung der Blase-Photon entlang einer spiralförmigen Flugbahn immer unveränderlich. Nach der Regel der addition der Geschwindigkeiten in der klassischen Physik wird Sie gleich $2^{1/2}c \approx 1,414c$, da wir fanden, dass die parallele (translatorische) und der Tangente an einen Kreis mit Radius R Geschwindigkeit des Photons relativ zu der Achse der Schraube Flugbahn gleich der Lichtgeschwindigkeit c . Durchmesser des Photons nach der Formel 3.3) $d = (h\nu / \pi u)^{1/2}$. Heißt, die Gleichung für die Suche nach der absoluten Größe der Kraft der Reibung bei der Bewegung des Photons auf der Helix in übereinstimmung mit der Formel von Stokes hat einen Blick:

$$3.5) f = 3\pi\eta(h\nu / \pi u)^{1/2} \times 2^{1/2} c.$$

Wir schreiben Differentialgleichung unendlich kleiner Verlust von Energie ΔE Photon auf unendlich kleiner der Pfad-Länge ΔL seine Bewegungen auf der Helix für unendlich kleine Zeitspanne Δt . Einerseits der Wert der Verlust der Energie ΔE wird gleich der Arbeit von Reibungskraft f auf unendlich kleinen Intervall der Länge der Helix $\Delta L = 2^{1/2} c \Delta t$. Das heißt,

$$3.6) \Delta E = 3\pi\eta(h\nu / \pi u)^{1/2} \times 2^{1/2} c \Delta L = 6\pi^{1/2} c^2 \eta (h / u)^{1/2} \nu^{1/2} \Delta t.$$

Andererseits, unendlich kleine änderung in der Größe der Energie des Photons gefunden werden kann nach der Formel von M. Planck, wie $\Delta E = h\Delta\nu$, wo $\Delta\nu$ — unendlich kleine änderung in der Frequenz des Photons auf unendlich kleinen Zeitintervall Δt . Dann können wir schreiben Differentialgleichung der Art:

$$3.7) h\Delta\nu = 6\pi^{1/2} c^2 \eta (h / u)^{1/2} \nu^{1/2} \Delta t, \text{ das heißt,}$$

$$3.8) \Delta t / \Delta\nu = \nu^{-1/2} (hu)^{1/2} (6\pi^{1/2} c^2 \eta)^{-1}.$$

In der rechten Seite dieser Differentialgleichung Variable $\nu^{-1/2}$ abhängig von der Änderung der Frequenz des Photons. Die anderen Faktoren $(hu)^{1/2} (6\pi^{1/2} c^2 \eta)^{-1}$ — konstant ist, dessen Produkt ebenfalls eine Konstante K_1 , das heißt,

$$3.9) \mathbf{K}_1 = (\mathbf{h}\mathbf{u})^{1/2} (6\pi^{1/2} \mathbf{c}^2 \eta)^{-1}.$$

Ausgehend davon können wir schreiben ein Integralgleichung der Art

$$3.10) \int_0^t d\mathbf{t} = \mathbf{K}_1 \int_{v_0}^0 v^{-1/2} dv.$$

Wir nehmen das bestimmte Integral über den gesamten Frequenzbereich von anfangs v_0 (zum Zeitpunkt der Strahlung des Photons) bis 0 Hz (zum Zeitpunkt der endgültigen Ableitung seine Energie), und wir bekommen die Formel ein Zeitdauer T_0 der freien Bewegung des Photons auf einer Skala AMY seit seine Strahlung, bis dissipation der Energie in die ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF) Raum:

$$3.11) T_0 = 2\mathbf{K}_1 v_0^{1/2}.$$

Aus dieser Formel erhalten wir:

$$v_0 = \mathbf{K} T_0^2 \quad (2),$$

wo die Konstante $\mathbf{K} = (1/2\mathbf{K}_1)^2$, das heißt,

$$3.9') \mathbf{K} = 9\pi\eta^2 \mathbf{c}^4 \mathbf{h}^{-1} \mathbf{u}^{-1}.$$

Die Formel (2) bietet die Möglichkeit, berechnen die Abnahme der Frequenz v_0 der Photonen, die bei der eingestellten Entfernung vom Empfänger bis Strahlensquelle; oder, im Gegenteil, die Berechnung der Distanz zwischen Quelle und Empfänger Strahlung im Welt-raum, wenn bekannt startfrequenz v_0 zum Zeitpunkt der Strahlung und der ultimative Frequenz v_t im Moment der Aufnahme. In der Tat, wenn $t_0 = 0$ annehmen Zeitpunkt der Strahlung eines Photons mit der ursprünglichen Frequenz der Strahlung v_0 , und die volle mögliche Zeit "Leben" dieses Photon sei T_0 ; dann in jedem Zeitpunkt t nach der Emission (ohne Berücksichtigung der Wirkung der Schwerkraft und Doppler-Effektes) Instant-Werte seiner Frequenz v_t finden Sie nach der Formel

$$3.12) v_0 - v_t = \mathbf{K} T_0^2 - \mathbf{K} (T_0 - t)^2 = \mathbf{K} t (2T_0 - t).$$

Von hier aus (entsprechend der Formel-Planck-E=hf) für jedes Quantum EMR berechnet alle Parameter als Funktion der Zeit t bei seiner freien Bewegung in die ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF) Raum:

$$T_0 = (v_0 / \mathbf{K})^{1/2} \quad (2)$$

$$v_t = v_0 - \mathbf{K} t (2T_0 - t) \quad (3)$$

$$E t = \mathbf{h} [v_0 - \mathbf{K} t (2T_0 - t)] \quad (4)$$

$$\lambda_t = \mathbf{c} / [v_0 - \mathbf{K} t (2T_0 - t)] \quad (5)$$

Formel (2) — (5) folgt aus der Kontinuität Funktion der Zeit Leben des Photons auf dem ganzen Weg L entlang der Achse der Schraube Flugbahn) der freien Bewegung in der IQF Raum zwischen dem Zeitpunkt der Strahlung $t_0 = 0$ bis zum Zeitpunkt $t = L / \mathbf{c}$. Das heißt, diese Formeln ergeben sich aus der logischen Annahmen, dass zum Zeitpunkt t , wenn die Frequenz des Photons ändert sich von v_0 (im Moment Strahlung) bis

v_t , das Verbleibende «Zeit zu Leben» T_t Photon immer weniger auf den Wert der Zeit t . Dies bedeutet, dass der $T_t = T_0 - t$.

Wir können beweisen, Gerechtigkeit solchen logischen Annahmen mathematisch.

Lassen Sie im Zeitpunkt ($t_0 = 0$) Photon verließ die Quelle der Strahlung mit der Frequenz v_0 . Durch die Formel (2) finden wir die Zeit T_0 (bis zur vollständigen Streuung der Energie des Photons in die ideale Quanten-Flüssigkeit Raum):

$$3.13) T_0 = (v_0 / \mathbf{K})^{1/2}.$$

Durch die Zeit t die Frequenz des ersten Photons wird gleich nach der Formel (3) der Wert $v_t = v_0 - \mathbf{K} t (2T_0 - t)$. Lassen Sie im gleichen Augenblick strahlt das zweite Photon mit der gleichen Frequenz v_t .

Volle Zeit Leben T_t zweiten Photon auch finden wir durch die Formel (2):

$$3.14) T_t = (v_t / \mathbf{K})^{1/2}.$$

Sie ersetzt die in diesem Ausdruck Frequenz v_t demselben Wert

$v_t = v_0 - \mathbf{K} t (2T_0 - t)$ aus Gleichung (3) erhalten wir:

$$3.15) T_t = [(v_0 - \mathbf{K} t (2T_0 - t)) / \mathbf{K}]^{1/2} = (v_0 / \mathbf{K} - 2T_0 t + t^2)^{1/2}.$$

Wir haben bemerkt, dass $v_0 / \mathbf{K} = T_0^2$ gemäß Formel (2). So erhalten wir:

$$3.16) T_t = (T_0^2 - 2T_0 t + t^2)^{1/2} = [(T_0 - t)^2]^{1/2}, \text{ so dass } T_t = T_0 - t.$$

Dass die nachweisen.

Die Theorie der Ableitung (Streuung) der Energie der Quanten EMR (Photonen) bei der Bewegung in die ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF) Raum führt zu einer völlig anderen Formel des Gesetzes "galaktischen Rotverschiebung", als "Gesetz" Hubble ($V = H r$). Und zwar aus der Formel (6) folgt, dass die Streuung der Energie der Quanten EMR bei der freien Bewegung in den intergalaktischen Raum geschieht so, dass die Differenz zwischen der Quadratwurzel aus der Frequenz $v_0^{1/2}$ Quanten (bei der Ausstrahlung der mütterlichen Galaxie) und der Quadratwurzel aus der Frequenz $v_t^{1/2}$ (auf der Erde) ist eine Konstante für alle empfangene Frequenz bei gleicher Abstand zwischen Quellen und Empfänger Strahlung. Das heißt:

$$v_0^{1/2} - v_t^{1/2} = \mathbf{K}^{1/2} t \quad (6)$$

oder

$$v_0^{1/2} - v_t^{1/2} = \mathbf{K}^{1/2} r / \mathbf{c} \quad (6')$$

Der «ständige Verhältnis Kapitza» \mathbf{K} «galaktischen Redshift» können wir berechnen in der Theorie der ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF) Raum, wie mathe-

matische der Multiplikation verschiedenen Graden der wichtigsten globalen Konstanten (welche, tatsächlich, sind wichtige physikalische Parameter der ideale Quanten-Flüssigkeit Raum):

$$3.9') \mathbf{K} = 9\pi\eta^2 c^4 h^{-1} u^{-1}, \text{ wo}$$

\mathbf{K} — Konstante «galaktischen Redshift» (oder: «Kapitza-Konstante»);

π — «Pi»;

η — Koeffizient der inneren Reibung ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF) Raum (oder: «Konstante ultraschwachen Interaktion»);

c — Konstante Geschwindigkeit Licht;

h — Planck-Konstante;

u — Konstante Oberflächenspannung der ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF) Raum (oder «Konstante der starken Interaktion»).

Nach der neuen Formel für die «galaktischen Redshift» Astrophysik können desto besser berechnen den Abstand r bis zu Fernen Galaxien, wenn größer ist dieser Abstand. Weil, dass, je mehr der Wert r ist, desto kleiner wird der Anteil Doppler-Effekt zur Verschiebung der Frequenz (wegen der relativen Geschwindigkeit der Quelle und dem Strahlungsdetektor) verglichen mit den «galaktischen Rotverschiebung».

Der K-Faktor können Sie berechnen, die auf der relativen Größe z der beobachteten Rotverschiebung im Spektrum der Strahlung nächsten Galaxien, Entfernungen von bis zu denen genau gemessen mit verschiedenen Methoden Beobachtungsastronomie im Laufe des letzten Jahrhunderts. Das relative Größe z der durch die Formel ausgedrückt wird

$$z = (v_0 - v_t) / v_t, \text{ aus denen sich ergibt, dass}$$

$$v_0 - v_t = zv_t, \text{ und } v_0 = v_t(z + 1).$$

Schon im ersten Drittel des vergangenen Jahrhunderts Astronomie hat festgestellt, dass im Durchschnitt, für der beobachteten nächsten an uns Galaxien (bezogen auf eine Entfernung von einem MPC) der relative Rotverschiebung der Master-Linien-Spektrum ungefähr gleich $z = 0,0016706$.

Entfernung eines MPC geht das Licht für die Zeit $t = 1,0340487 \times 10^{14}$ Sek.

Aus diesen Daten nach der Formel (6)

$$3.17)$$

$\mathbf{K} = (v_0 - 2v_0^{1/2}v_t^{1/2} + v_t) / t^2 = v_t[z + 2 - 2(z + 1)^{1/2}] / t^2$
wir können berechnen, wenn ein Photon aus der Galaxie mit der Entfernung eines MPC hat eine Frequenz $v_t = 0,53060612035 \times 10^{15}$ Hz (Mitte des sichtbaren Bereichs), dann ist dieser Parameter gibt uns die berechnete Wert

$$\mathbf{K} = 0,34736 \times 10^{-19} \text{ Sek}^{-3}.$$

Nun, zu wissen der beobachtete Wert $z = 11,9$ für Galaxie UDFj-9546284, können wir berechnen die Zeit der Bewegung des Lichts von Galaxie zu uns, nach der Formel

$$3.18)$$

$$t = [(v_0^{1/2} - v_t^{1/2})^2 / \mathbf{K}]^{1/2} = [(v_0 - 2v_0^{1/2}v_t^{1/2} + v_t) / \mathbf{K}]^{1/2}.$$

Für die mittlere Frequenz des sichtbaren Bereichs Licht dieser Galaxie $v_t = 0,53060612035 \times 10^{15}$ Hz nach der Formel $z = (v_0 - v_t) / v_t$ berechnen

$$v_0 = v_t(z + 1) = v_t(11,9 + 1) = 12,9v_t.$$

Deshalb:

$$t = [v_t(13,9 - 2 \times 12,9^{1/2}) / \mathbf{K}]^{1/2} = [0,53060612035 \times 10^{15}(13,9 - 7,1833) / 0,34736 \times 10^{-19}]^{1/2} = 3,203124 \times 10^{17} \text{ (Sek)}. \text{ Es ist die Zeit in Sekunden, die das Licht geht von der Galaxie UDFj-9546284 bis zu uns.}$$

Das heißt, der Abstand r von uns bis in die Galaxie UDFj-9546284 beträgt:

$$r = 3,203124 \times 10^{17} / 3,15576 \times 10^7 = 10,15 \times 10^9 \text{ (Lichtjahre).}$$

Also, Galaxie UDFj-9546284 in einem Abstand von 10 Milliarden 150 Millionen Lichtjahre von der Erde entfernt.

Wissen Koeffizient $\mathbf{K} = 0,34736 \times 10^{-19}$. wir berechnen können, neue physikalische Konstante η — Koeffizient der inneren Reibung der ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF) Raum.

Wie oben gezeigt wurde

\mathbf{K} — Konstante «galaktischen Redshift» (oder: «Kapitza-Konstante»);

π — «Pi»;

η — Koeffizient der inneren Reibung ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF) Raum (oder: «Konstante ultraschwachen Interaktion»);

c — Konstante Geschwindigkeit Licht;

h — Planck-Konstante;

u — Konstante Oberflächenspannung der ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF) Raum (oder «Konstante der starken Interaktion»).

So $\eta = [\mathbf{K} / (9\pi c^4 h^{-1} u^{-1})]^{1/2}$, wo:

$$\mathbf{K} = 0,34736 \times 10^{-19} \text{ Sek}^{-3} \quad \text{und}$$

$u = 0,823 \times 10^{18} \text{ erg / cm}^2$ neue physikalische Konstanten, die empfangenen theoretisch und auf der Grundlage von erfahrenen wissenschaftlichen Daten. Setzt man die bekannten numerischen Werte der Konstanten und berechnend, so erhalten wir:
 $\eta = (0,34736 \times 10^{-19} \times 6,6260755 \times 10^{-27} \times 0,823 \times 10^{18})^{1/2} / (9 \times 3,14 \times 2,99792458^4 \times 10^{40})^{1/2}$. Das heißt, $\eta = 2,882 \times 10^{-36}$ Puas.

4. Der Beweis, dass die Darstellung der physischen Wesen des Raumes («physikalische Vakuum») als ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF) und Elektronen und Photonen von elektromagnetischen Wellen wie von Dampfblasen (ideales Gas “Quasiteilchen”), entspricht der objektiven Wirklichkeit, und die Prinzipien und Gesetze der klassischen Physik und der Quantenmechanik.

Wenn Sie ein freies Elektron in die ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF) gleicht Blase Dampf in Wasser, In diesem Fall müssen einige der physikalischen Eigenschaften der Elektronen mit den Gesetzen der klassischen Molekular kinetischen Theorie entsprechen. Gemäß dem Dritten Gesetz von Newton ist der Dampfdruck an der Innenfläche der Blase gleich dem Druck der Oberflächenspannung eines idealen Quantenflüssigkeit (IQF) auf “Dampf” in der Elektronen. Die Energie W komprimierte Gase bei einem Druck von p in dem Volumen V , der gemäß der molekular-kinetische Theorie wird durch eine Formel $W = pV \times 3/2$. Dies bedeutet, dass einerseits der Druck von innen auf die Oberfläche des Elektrons gleich nach der Formel

$$4.1) \quad p = 2W / 3V.$$

Andererseits, nach der Theorie der Oberflächenspannung der Druck aus ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF) auf der Elektron, finden durch ein Formel von Laplace

4.2) $p = 4u / d$, wobei d der Durchmesser der Blase-Elektron, und

u — Oberflächenspannung IQF Raum.

Nach der klassischen Theorie der Elektrizität ist die gesamte Energie E eines Elektrons (der Durchmesser d) kann ausgedrückt werden durch die Formel:

4.3) $E = 2e^2 / d$, wo die e — Konstante elektrische Ladung des Elektrons.

In absoluten Einheiten ESU (mit der Genauigkeit bis in die zweite Zeichen) diese Energie gleich $0,82 \times 10^{-6}$ Erg.

Nach der klassischen Gesetz der Erhaltung und Umwandlung von Energie Wert E muss gleich dem Wert der vollen Energie-äquivalent und der Masse m des Elektrons:

4.4) $2e^2 / d = mc^2$. (Die in vollem Einklang mit unzähligen experimentellen Ergebnissen)

Da die Werte von e , m und c ist genau festgelegt, experimentell, dann setzt man in der Gleichung 4.4) Ihre Referenz-Werte (in ESU-System) und Berechnung, erhalten wir:

$d = 5,64 \times 10^{-13}$ cm (entspricht dem klassischen Radius des Elektrons).

Geometrisch Fläche des Elektrons s berechnet sich nach der Formel

$$4.5) \quad s = 3,14d^2.$$

Setzt man diesen Wert im rechten Teil ($us = mc^2$), «dreifach» ein Formel (1) erhalten wir:

$$u \times 3,14 \times (5,64 \times 10^{-13} \text{ cm})^2 \text{ erg / cm}^2 = mc^2.$$

Setzt man die Referenz-Werte von m und c und berechnend, finden wir (wie oben gezeigt) Koeffizienten der Oberflächenspannung IQF Raum:

$$u = 0,823 \times 10^{18} \text{ erg / cm}^2 = 0,823 \times 10^{18} \text{ din / cm}.$$

Zu wissen, die Werte von u und d nach der Formel 4.2) Laplace-berechnen Sie den Druck der Oberfläche IQF Speicherplatz auf Dampf in das Volumen V des Elektrons:

$$p = 4 \times 0,823 \times 10^{18} / 5,64 \times 10^{-13} = 0,584 \times 10^{31} \text{ (Bar)}.$$

Geometrisch Volumen des Elektrons finden sich nach der Formel

$$4.6) \quad V = 3,14d^3 / 6, \text{ das heißt,}$$

$$V = 3,14 \times (5,64 \times 10^{-13})^3 / 6 = 0,94 \times 10^{-37} \text{ (cm}^3\text{)}.$$

Setzt man die gefundenen Werte von Druck p und Volumen V des Elektrons in die Gleichung 1) und die Berechnung, erhalten wir:

$$4.7) \quad W = pV \times 3/2 = 0,584 \times 10^{31} \times 0,94 \times 10^{-37} \times 3/2 = 0,82 \times 10^{-6} \text{ (Erg)}.$$

Das heißt, die Berechnungen bestätigen, dass in übereinstimmung mit den Grundsätzen und Gesetzen der klassischen und der Quantenphysik, elektrostatischen der Energie der Elektron ist äquivalent zu seiner Innenseite thermische der Energie. Auch, der Energie seiner Oberflächenspannung ist äquivalent zu der allgemein Massenenergie Elektrons. Wobei, diese Gleichungen ist äquivalent zu das Gleichungssystem «dreifachen Formel» (1) des Gesetzes von der Erhaltung und Umwandlung von Energie, gemäß der Theorie der ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF) Raums. Dass die nachweisen.

5. Noch ein mal in ein paar Worten, wie in der Theorie der ideale Quanten-Flüssigkeit Raum (IQFR) erscheint das System die Gleichungen

$$hv = us = mc^2 \quad (1).$$

Hier (auf Beispielen für Photonen und Elektronen):

h — Planck-Konstante;

v — die Frequenz des Quants;

u — Konstante Oberflächenspannung der ideale Quanten-Flüssigkeit Raum (IQFR) (oder “Konstante der starken Interaktion”);

s — die Gesamtoberfläche der ideale Quanten-Flüssigkeit Raum (IQFR) bildendes Photon oder “Ele-

mentarteilchen" (und die innere Struktur der letzten);

m — Masse des Quanten (oder Teilchen);

c — Lichtgeschwindigkeit.

Theoretisch und experimentell bewiesen, dass alles bekannten Quanten Flüssigkeiten haben eine Beimischung "Gas Quasiteilchens". Dieses Phänomen kann interpretiert wie über ein "Wasser mit Kohlensäure" (oder "Sekt"). Auch bewiesen, dass freie Bewegung die Quasiteilchen tritt wie wellenartigen der Prozess. Die Wellenlänge bestimmen nach der Formel de Broglie: $\lambda = h / mv$. Diesen Verhältnis ist gerecht für alle Teilchen (und Quanten) wie bei niedrigen Geschwindigkeit und so bei einer Geschwindigkeit von Licht.

Nach den Vorstellungen der Theorie des Raumes als ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF) λ — es ist ein Schritt Schraube Flugbahn der Teilchen und Quanten. Solche Flugbahnen entstehen wegen der hierarchischen Tropf-Cluster-Struktur IQF (wie und zum allen Flüssigkeiten nach der Theorie von Akademiemitglied J. I. Frenkel).

HINWEIS

Sie können einfach sehen die wellenartige Bewegung von Gasblasen und die spiralförmigen Flugbahnen in einem Glas Sodawasser (oder mit Sekt).

Zu wissen Schrittlänge $\lambda = h / mv$, können wir leicht berechnen Periode t eine Umdrehung Teilchen (oder Quanten) um die Achse seine Flugbahn $t = \lambda / v = h / mv^2$. Von hier aus

$$5.1) \quad mv^2 = h / t.$$

Da $1/t$ ist die Frequenz ν die Umdrehungen der Teilchen (oder Quanten) um den Achse Flugbahn wendelförmig Bewegung ist, dann erhalten wir der Ausdruck $mv^2 = hv$, welcher identisch dem Formel für die Photonen

$$5.2) \quad hv = mc^2.$$

Jetzt über den wahren physischen Sinne der Formel $hv = mc^2$.

Es ist leicht zu erklären, aus dem Verständnis heraus physischen Wesen des Raumes als ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF). Um der Photon (eine „Blase der Dampf“ Durchmesser d) in des IQFR schaffen, müssen arbeiten gegen die Kräfte der Oberflächenspannung IQF Raum.

D. h., um die Dampfblase entstanden in ideale Quanten-Flüssigkeit Raum (IQFR), benötigt die Energie des Quanten

$$5.3) \quad hv = us = 3,14d^2u.$$

Theoretisch und experimentell gesamte Energie des Quants ermittelt nach der Formel-Planck wie $E = hv$. Daher, für dem Photonen können schreiben Gleichheit

$$us = hv.$$

Andererseits, gemäß den Bestimmungen in der „3 Beweis“, haben wir bewiesen ist das Verhältnis $hv = mc^2$:

«UNTERSUCHUNG. Aus den Gleichungen 3.1) und $V = c$ folgt unmittelbar:

1) die Energie $E = hv$ es ist voll (ganzes) kinetische Energie $W = 0,5mc^2 + 0,5mV^2 = 0,5mc^2 + 0,5mc^2 = mc^2$ Bewegungsfreiheit der Photonen (Quanten) entlang einer spiralförmigen Flugbahn. Das heißt, aus der klassischen mechanik folgt direkt $W = E = hv = mc^2$ ».

Aus diesen beiden Gleichungen erhalten wir für die Energie der Photonen in ideale Quanten- Flüssigkeit Raum (IQFR) die dritte Gleichheit:

$$5.4) \quad us = mc^2.$$

So, basierend auf der begann die Theorie des Raumes als ideale Quanten-Flüssigkeit, kamen wir zu dem Schluss Formel Grundgesetz der Erhaltung und Umwandlung von Energie-Masse in allen Prozessen der Synthese-Annihilation „Elementarteilchen“ und der Quanten-Energie:

$$hv = us = mc^2.$$

Die Werte von h , u , c in diesem System von Gleichungen sind grundlegende Konstanten. Daher wird die Werte von ν , s , m sind direkt proportional zueinander.

Aus dem Gesagten folgt, dass die volle (gemäß der Quantentheorie) die Energie $E = hv$ der Photons gleich, einerseits, dem potentiales Energie us (die Oberflächenspannung) der IQFR, und, andererseits, es ist eine komplette kinetische Energie $W = mc^2$ der Bewegung dieser Dampfblase (Photons) entlang einer spiralförmigen Flugbahn mit einer Geschwindigkeit von $1,414 c$ (gemäß den Gesetzen der klassischen mechanik).

Es ist leicht zu erklären, aus dem Verständnis heraus physischen Wesen des Raumes als ideale Quanten-Flüssigkeit (IQFR). Um erstellen der Photon oder Elektron (eine "Blase der Dampf"), müssten arbeiten die Quasiteilchen thermisch Energie gegen die Kräfte der Oberflächenspannung IQFR.

6. Die Berechnung der Anzahl der Quasiteilchen eines freien Elektrons ist.

Nach den Vorstellungen der klassischen molekular-kinetische Theorie (IAK), die Körpertemperatur T es ist ein quantitatives Maß ist für die Energie der thermische Bewegung von Molekülen. Dabei mittlere kinetische die Energie der Translationsbewegung der einzelnen Moleküle, direkt proportional zur absoluten Temperatur des Körpers T :

$$6.1) \quad mv^2 / 2 = (3/2)kT.$$

In übereinstimmung mit den Grundsätzen der klassischen Physik und Theorie der Raum als ideale Quanten-Flüssigkeit (IQFR), frei der Elektron es ist die Dampfblase (oder idealen Gas aus Quasiteilchen) in ihr. Basierend auf den Dritten Newton, s Gesetz (über die Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung) und nach dem Gesetz der Erhaltung und Umwandlung von Energie-Masse kann man davon ausgehen, dass thermisch die Energie $E = (3/2)pV$ der Elektron muss genau gleich der potentiellen Energie us seine Oberflächenspannung:

$$6.2) \quad us = (3/2)pV, \text{ wobei}$$

u — der Koeffizient die Oberflächenspannung von ein idealen quants Flüssigkeitsraum (IQFR) (oder die Konstante starken die Wechselwirkung);

s — die Oberfläche ein "Dampfblase"- Elektron;

p — der Druck innerhalb ein "Dampfblase"- Elektron;

V — das Volumen ein "Dampfblase"- Elektron.

Der Druck p in einem idealen Gas ausdrückt durch grundlegend die Formel der kinetischen Theorie die Gasen $p = nkT$, wo n -der Anzahl der Teilchen pro Volumen V (die Konzentration). So wie $n = N/V$, wo N -die Gesamtzahl der Teilchen, daher $pV = nkTV$ ausdrückt, was

$$6.3) \quad us = (3/2)pV = (3/2)NkT.$$

Nach der Formel (1) ein Systems von Gleichungen, die ausdrückt das Gesetz von der Erhaltung und Umwandlung von Energie-Masse in der Theorie des Raumes als ideale quantum der Flüssigkeit (IQFR), haben wir die Gleichung:

$$6.4) \quad us = mc^2, \text{ wo}$$

m — Masse des Elektrons;

c — Lichtgeschwindigkeit.

So wie $us/2 = mc^2/2$ wird die Hälfte der vollen Energie der freie Elektron ist gleich mittleren kinetischen Energie der Teilchen mit der Masse m , des idealen Gases mit Temperatur T , d. h.:

$$6.5) \quad mc^2/2 = (3/2)kT,$$

in dem die kinetische Energie der Partikel wird gleich $(3/2)kT$, und damit $pV = NkT$.

Basierend auf diesen theoretischen Kenntnisse, wir komponieren und lösen das folgende Gleichungssystem:

$$6.6)$$

$$mc^2/2 = (3/2)kT;$$

$$pV = NkT;$$

$$us = (3/2)pV.$$

Einfache arithmetische Lösung dieses Systems gibt eine klare Antwort:

$$N = 2 \text{ (Quasiteilchen).}$$

ERKLÄRUNG. Experimentell bestätigt wird dies durch die Tatsache, dass nicht die beschleunigte Elektron mit Positron verwandeln sich in zwei Gamma-Quanten. Sowie zwei Gammaquanten verwandeln sich in Elektron (und Positron).

7. Grundgesetz für ideal die Quantenflüssigkeit von Raum (IQFR).

Im Jahr 1985 erhält Autor die Formel (Grundgesetz) für der kondensierten Quanten-Umgebungen. Nämlich, dass fundamentalen Planck-Konstante gleich dem Produkt aus den drei physikalischen Größen, die bestimmen die Eigenschaften, die Zusammensetzung und die Struktur diese Quanten-Umgebungen:

$$h = mvd \quad (7);$$

wobei:

h — die Plancksche Konstante,

m — Masse "Elementar Teilchen" für dieser Umgebung,

d — Ihr Durchmesser,

v — die Geschwindigkeit der Verbreitung der elementar Wirkungsquantum h in dieser Umgebung.

Nach der klassischen Theorie von der Struktur von Flüssigkeiten D. I. Frenkel, IQFR hat auch Fraktal-hierarchische Tropf-Cluster-Struktur. Aber, natürlich, für jeder Ebene ein solches Muster, der mittlere Durchmesser der Tropfen der Cluster verfügt über verschiedene Durchmesser der Tropfen (von unendlich großen bis unendlich kleinen).

Deshalb ist ein Produkt md ändert sich von Ebene zu Ebene und bei der Abnahme von m und d , in der die Grenze gegen null geht. Dementsprechend Dementsprechend Wert $V = h/md$ (unter derselben Bedingung) gegen unendlich strebt.

Ausgehend von diesen Überlegungen, durch die Formel (7) (**Grundgesetz der kondensierten Quanten-Umgebungen**) können Sie berechnen den Wert der Geschwindigkeit der Schallausbreitung V in Molecular Quantum Flüssigkeit, wenn bekannt, die Größe der Masse m und der Durchmesser d des Moleküls. (Oder berechnen kann der Durchmesser d Moleküle für die Quanten-Flüssigkeit, wenn bekannt, die Masse m und der Schallgeschwindigkeit V für diese Flüssigkeiten. Usw., usw.).

Überprüfen Sie die Angemessenheit des "Grundgesetzes der kondensierten Quanten-Umgebungen" ($h = mvd$), am Beispiel bekannt kryogenen Physik die Quanten-Flüssigkeit "Helium-II".

Die Masse eines "elementar" Teilchen (${}^4_2\text{He}$) ist definiert als $m = 6,65 \times 10^{-24}$ (g). Die Dichte dieser Quanten-Fluid, 7 mal kleiner als die von Wasser, also etwa

$0,14(\text{g} / \text{cm}^3)$. Deshalb wir berechnen den Durchmesser d des atoms (ausgehend von der dichten Packung von Kugeln — Atomen in der Quanten- Flüssigkeit) also:

1) die Anzahl n der Atome in einem Kubikzentimeter finden wie

$$n = 0,14 / (6,65 \times 10^{-24}) = 0,02 \times 10^{24} (\text{cm}^{-3});$$

2) jedes Atom notwendig, das spezifische Volumen V_1 der Flüssigkeit

$$V_1 = 1 / n = 50 \times 10^{-24} (\text{cm}^3);$$

3) wir multiplizieren mit dem Faktor Verpackung das spezifische Volumen V_1 der Flüssigkeit, und wir bekommen das Volumen V einer Kugel-Atom

$$V = 0,74 \times 50 \times 10^{-24} = 37 \times 10^{-24} (\text{cm}^3);$$

4) nach der Formel $V = 3,14d^3 / 6$ wir finden

$$d = (6 \times 37 \times 10^{-24} / 3,14)^{1/3} = 70,70^{1/3} \times 10^{-8} = 4,135 \times 10^{-8} (\text{cm});$$

5) nun wir theoretisch finden die Geschwindigkeit der Verbreitung der eigenen Schwingungen (die Quasiteilchen) in der Quanten-Flüssigkeit Helium-II nach der Formel $v = h / md$:

$$v = 6,626 \times 10^{-27} / (6,65 \times 10^{-24} \times 4,135 \times 10^{-8}) = 0,24 \times 10^5 (\text{cm} / \text{sek}).$$

Das heißt, $v=240 \text{ m/sec}$, was zu beweisen war.

(Experiment unter der Leitung von Akademiemitglied P. L. Kapitza identifiziert Schallgeschwindigkeit in der Quanten-Flüssigkeit Helium-II noch früher 1940 etwa 240 m / sek)

Referenzen:

1. Капица П. Л. Проблемы жидкого гелия (Доклад на Общем собрании Академии наук СССР, 1940).
2. Кузнецов Б. Г. Принципы классической физики. М., 1958).
3. Фриш С. Э. и Тиморева А. В. Курс общей физики, т. 1. М., 1956.
4. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Курс физики, т. 3. Волновые процессы, оптика, атомная и ядерная физика. М., 1967.
5. Дуков В. М. Электрон, история открытия и изучения свойств. М., 1966.
6. Калашников С. Г. Электричество М., 1977.
7. Первоисточники и труды великих физиков (от И. Ньютона до наших дней).

Section 14. Chemistry

*Aliyeva Adel Mansour kizi, Senior Research Fellow,
Melikova Irada Gasan kizi, Leading Researcher,
Rustamova Djeýran Teymur kizi, Senior Research Fellow,
Kojarova Lyudmila Ivanovna, Leading Researcher,
Faradjev Guseyn Mammad oglu, Leading Researcher,
Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Catalysis
and Inorganic Chemistry named after acad. M. F. Nagiyev
E-mail: iradam@rambler.ru*

Catalysts on the base hydrides of alloys in partial oxidation of aliphatic alcohols

Abstract: New catalytic systems on the base of alloys and hydrides alloys was obtained and investigated, and developed the high activity, selectivity in reaction of partial oxidation alcohols. It was established, that conditions of O_2+H_2 -pretreatment change both the surface composition, and chemical states of active components of catalyst.

Keywords: partial oxidation, catalysts, alloys, hydride alloys, alcohols, aldehydes, ketones.

*Алиева Аделя Мансур кызы, старший научный сотрудник,
Меликова Ирада Гасан кызы, ведущий научный сотрудник,
Рустамова Джейран Теймур, старший научный сотрудник,
Кожарова Людмила Ивановна, ведущий научный сотрудник,
Фараджев Гусейн Мамед оглы, ведущий научный сотрудник,
Институт Катализа и Неорганической Химии
им. М. Ф. Нагиева Национальной АН Азербайджана
E-mail: iradam@rambler.ru*

Катализаторы окисления алифатических спиртов на основе гидридов металлов

Аннотация: Получены и исследованы новые каталитические системы на основе сплавов и гидридов сплавов V с Fe, которые проявили достаточно высокую активность и селективность в реакциях парциального окисления алифатических спиртов. Показано, что активность этих систем зависит от условий предварительной окислительно-восстановительной обработки, ведущей не только к изменению состава поверхностного слоя, но и к изменению валентного состояния активных компонентов катализатора, приводящей к увеличению активности катализатора.

Ключевые слова: парциальное окисление, катализаторы, сплавы, гидриды сплавов, спирты, альдегиды, кетоны.

Применение в катализе полиметаллических катализаторов, составляющих основу синтеза многих органических продуктов, приводит исследователей к более детальному изучению поверхностных свойств твердых тел. Работы проводятся как по совершенствованию известных катализаторов, так и по разра-

ботке новых каталитических систем [1-3]. Установить природу каталитического действия гидридных систем в окислительных процессах, исследовать роль факторов, влияющих на состав и структуру поверхностного слоя катализаторов, выявить связь их с активностью входило в задачу проводимых исследований.

В качестве гидридообразующего компонента сплава был выбран ванадий. Приготовленные образцы сплавов V-Fe и $VFe_{0,12}$ способны были поглощать относительно небольшие количества водорода, образуя при этом достаточно устойчивые гидриды $VFe_{0,12}H_{0,7}$ и $VFeH_{0,6}$. Предварительные исследования показали, что в сплаве V-Fe при контакте с воздухом селективно окисляющимся компонентом сплава является ванадий. Обработка воздухом в течение

3-х часов привела к незначительному увеличению активности системы $VFe_{0,12}H_{0,7}$, однако, после H_2 -обработки (Т 873К, 1 ч) активность системы резко возросла, и выход формальдегида при температуре реакции окислительного дегидрирования метанола Т473К составлял уже 72%. Дальнейшее проведение каталитических опытов при данной температуре на восстановленном образце катализатора приводило к последующему увеличению активности (рис.1).

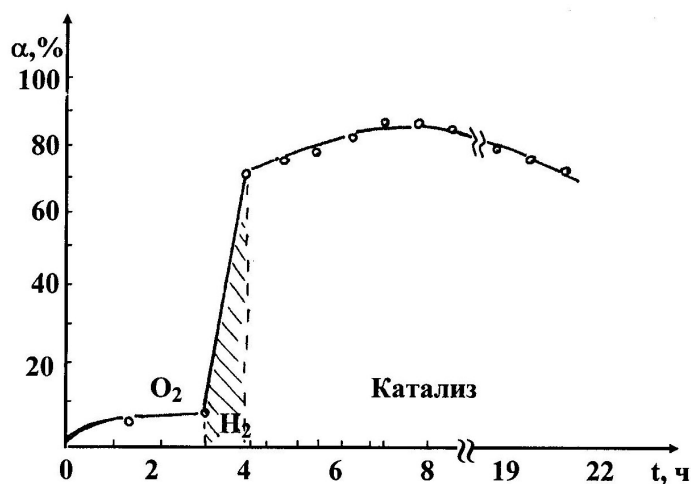


Рис. 1. Зависимость активности катализатора на основе гидрида $VFe_{0,12}H_{0,7}$ в реакции окисления метанола от условий обработки (при $T_p=473$ К).

Через 3-4 часа после начала катализа выход формальдегида увеличивался до значения 85,8% при 100% селективности, и оставался на этом уровне в течение 18 час, после чего наблюдалось постепенное снижение активности. В процессе катализа происходит дальнейшее формирование активной поверхности, что связано с необходимостью частичного восстановления окисленной поверхности, ведущей к образованию оптимального количества анионных вакансий в катализаторе.

Рентгенофазовый анализ исходного образца $VFe_{0,12}H_{0,7}$ показал, что поверхность образца однофазна, однако, после O_2 -обработки (Т 873 К, 3ч) образцы гидрида начинают проявлять ферромагнитные свойства, на что указывает уширение полос спектров ЭПР. Это свидетельствует о селективной сегрегации ванадия на поверхность и накоплении фазы железа в подокоинном слое (исходные образцы ферромагнитных свойств не проявляли). Методом РФА на поверхности гидридного катализатора $VFe_{0,12}H_{0,7}$ после O_2 -обработки были обнаружены фазы оксидов ванадия V_nO_{2n-x} и фазы оксидов железа (II, III). Восстановительная обработка в токе H_2 связана с появлением в поверхностном слое ионов ванадия и железа в промежуточной степени окисления.

Исследование каталитической активности системы $VFe_{0,12}H_{0,7}$ после O_2+H_2 -обработки в реакции окисления этанола показали, что выход ацетальдегида при Т 473 К составил 78,7% при 100% селективности. Через 20 ч работы активность катализатора снижалась до 61,6%, однако, повторная H_2 -обработка в течение 0,5–1,0 ч привела к восстановлению активности, выход ацетальдегида составил – 79,6% на пропущенный спирт. Регенерированный катализатор проработал при этой температуре более 20 час.

Нестехиометрический состав поверхности гидрида после O_2+H_2 -обработки, присутствие анионных вакансий, наличие гидридной подсистемы обеспечивает высокую каталитическую активность гидридного катализатора $VFe_{0,12}H_{0,7}$. Катализатор на основе гидрида $VFeH_{0,6}$ проявил меньшую активность в реакции окисления метанола из-за большого содержания железа в поверхностном слое.

Установлено, что катализаторы на основе гидридов сплавов V с Fe не уступают, а в ряде случаев превосходят известные металлические, металланесенные и оксидные катализаторы окислительного дегидрирования спиртов в альдегиды, кетоны. Они обладают рядом преимуществ: относительной стабильностью работы, активностью

при относительно пониженных температурах устойчивостью к зауглероживанию поверхности реакции, способностью легко регенерироваться, и т.п.

Список литературы:

1. Дитенберг К.А. Исследование влияния различных способов интенсивность внешне воздействий на особенности формирование высокоэнергетических структурных состояний в сплаве системы V-45 Ti-4%Cr. /Томский Государственный университет. Сб. материалов. 2006.
2. Ахмедов О.И., Хузина А.Х. Получение, состав и свойства железованадийоксидных систем//Вестник Казанский Технологический университета . 2010, №8, с. 395–397
3. Слинкин А.А. Современные проблемы в области катализа на сплавах//Кин.и катализ, 1981, т.22, №1, с.71.

*Aronbaev Sergey Dmitrievich, Samarkand State University,
PhD student, Department of Chemistry*

*Nasimov Abdullah Muradovich, Samarkand State University,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Chemistry,*

*Aronbaev Dmitry Markielovich, Samarkand State University,
Ph. D., Associate Professor, Department of Chemistry*

E-mail: diron51@mail.ru

Potentiometric determination of ionization constants of the functional active groups of biopolymers of cell walls brewing yeast

Abstract: We applied the method of potentiometric titration to determine the functional active groups of biopolymers of cell wall brewing yeast. These groups we identified as carboxyl, phosphoryl, and amino groups. We found their apparent ionization constants with $pK = 5.52$, $pK = 6.70$ and $pK = 9.48$, respectively. We compared the results of determining the ionization constants for each of these groups by graphical and computational methods with using the equation by Henderson-Gasselbah.

Keywords: cell walls of yeast; biopolymers; functional activity group; potentiometric titration; ionization constant; Henderson-Gasselbah equation.

*Аронбаев Сергей Дмитриевич, Самаркандский Государственный Университет,
аспирант, химический факультет*

*Насимов Абдулло Мурадович, Самаркандский Государственный Университет,
доктор технических наук, профессор, химический факультет,*

*Аронбаев Дмитрий Маркиэлович Самаркандский Государственный Университет,
кандидат химических наук, доцент, химический факультет*

E-mail: diron51@mail.ru

Потенциометрическое определение констант ионизации функциональных активных групп биополимеров клеточных стенок пивоваренных дрожжей

Аннотация: Методом потенциометрического титрования установлены функциональные активные группы биополимеров клеточных стенок дрожжей, идентифицированные как карбоксильные, фосфорильные и аминогруппы. Установлены их количественные соотношения и кажущиеся константы ионизации с $pK=5,52$, $pK=6,70$ и $pK=9,48$, соответственно. Проведено сравнение результатов определения констант ионизации для каждой из найденных функциональных активных групп, потенциально принимающих участие в биосорбционных процессах, полученных графическим и расчетным методами с использованием уравнения Гендерсона-Гассельбаха.

Ключевые слова: клеточные стенки дрожжей; биополимеры; функциональные активные группы; потенциометрическое титрование; константа ионизации; уравнение Гендерсона-Гассельбаха.

Введение

Потенциометрическое титрование широко используется для исследования равновесий в водных и безводных средах благодаря простоте исполнения и высокой точности результатов. Полученная в рамках метода информация о константах ионизации и концентрациях функциональных активных групп (ФАГ) объектов и их изменении в ходе физико-химических процессов позволяет в значительной степени углубить понимание механизмов комплексообразования, ионного обмена, селективной сорбции и химической модификации сорбентов и полиэлектролитов. Кроме этого потенциометрическое титрование позволяет определять не только общую концентрацию функциональных групп, но и концентрацию отдельных типов ФАГ [1, 2].

Целью настоящего исследования является определение ФАГ биополимеров клеточных стенок пивоваренных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, участвующих в биосорбции ионов тяжелых металлов и установление их констант ионизации.

Материалы и методы

В своей работе мы использовали осадочные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, штамм W-37, отобранные из ЦКТ (цилиндро-конического танка) после фильтрации основного продукта — пива. Осадочные дрожжи подвергали следующей обработке: биомассу центрифугировали с использованием центрифуги

РС-6 при 5000 об/мин (~3600 g), осадок дрожжей отмывали дистиллированной водой до получения прозрачного раствора, автоклавировали при 130° С в течение 1,5 час и высушивали в вакуумном шкафу при 65° С.

Высушенную биомассу дрожжей размельчали в электромельнице и просеивали через сито с диаметром отверстий 0,3–0,5 мм.

Для установления статической емкости биосорбента и проведения последующего потенциометрического титрования использовали 0,1 М растворы соляной кислоты, хлористого натрия и едкого натрия, приготовленных из соответствующих фиксативов.

Потенциометрическое титрование проводили на установке, включающей иономер И-130, работающего в режиме высокоомного потенциометра и электродной парой рН-электрод — хлорсеребряный электрод сравнения ЭВЛ-1 МЗ.

Математическую обработку полученных результатов проводили с использованием стандартных статистических программ и прикладного пакета Excel® for Chemists [3].

Результаты и их обсуждение

Метод потенциометрического титрования предусматривает предварительное вычисление статической емкости сорбента по однозарядному иону H^+ , или, что более употребимо, по Na^+ .

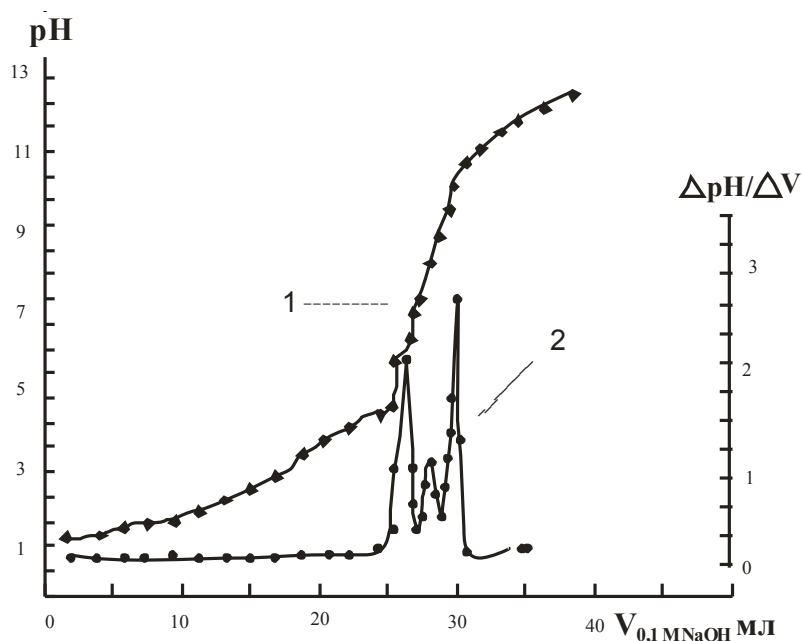


Рис. 1. Интегральная (1) и дифференциальная (2) кривые потенциометрического титрования биомассы дрожжевых клеток.

Для получения H^+ — формы биосорбента мы проводили протонирование биомассы дрожжевых клеток обработкой 1 г биомассы 50 мл 0,1 н. HCl в течении 3 часов при комнатной температуре и встряхивании колб с суспензией на шейкере с частотой 150 качаний/мин. Затем проводили потенциометрическое титрование содержимого колбы 0,1 н. NaOH с использованием стеклянного рН-электрода ЭСЛ-63-07 и насыщенного хлорсеребряного сравнительного электрода ЭВЛ-1 МЗ в качестве индикаторной системы для определения конечной точки титрования. Регистрацию сигнала потенциометрической системы регистрировали с помощью универсального иономер И-130.

Из кривых титрования, выражающих зависимость величины рН от количества добавленной щелочи, можно сделать качественные заключения о значении рК и количестве активных групп. Кривая потенциометрического титрования приводится на рисунке 1.

Каждый перегиб на кривой титрования соответствует определенной функциональной группе биополимеров клеточных стенок дрожжей [4].

Таким образом, нами визуализировано, по крайней мере, три функциональные активные группы с общей концентрацией 2,9 ммоль/г, соответствующей статической емкости сорбента по H^+ — ионам. Первую из них мы идентифицировали как карбоксильную, вторую — фосфорильную и третью — аминогруппу.

По данным потенциометрического титрования были найдены условные константы ионизации функциональных групп графическим способом и произведены расчеты по уравнению Гендерсона — Гассельбаха [5,6].

$$pK_a = pH - \log \frac{\alpha}{1-\alpha},$$

где α — степень нейтрализации кислотных групп сорбента, рассчитанная по результатам потенциометрического титрования.

Расчет α проводили по каждой ступени, исходя из статической емкости каждой группы в фазе сорбента как отношение количества вещества, добавленного раствора едкого натра NaOH (моль) к общему числу количества вещества (моль) каждой активной группы в m граммах сорбента по формуле:

$$\alpha = \frac{N \cdot V}{m \cdot CEC_{H^+}} \cdot \text{где}$$

N — концентрация раствора NaOH,

V — объем добавленного 0,1 М NaOH, мл,

m — масса биосорбента, г;

CEC_{H^+} — статическая емкость каждой группы в фазе сорбента.

Используя найденные значения α и соответствующие им значения рН, строили графики зависимости

$$pH = f \left(\log \frac{\alpha}{1-\alpha} \right).$$

Результаты представлены на рисунке 2.

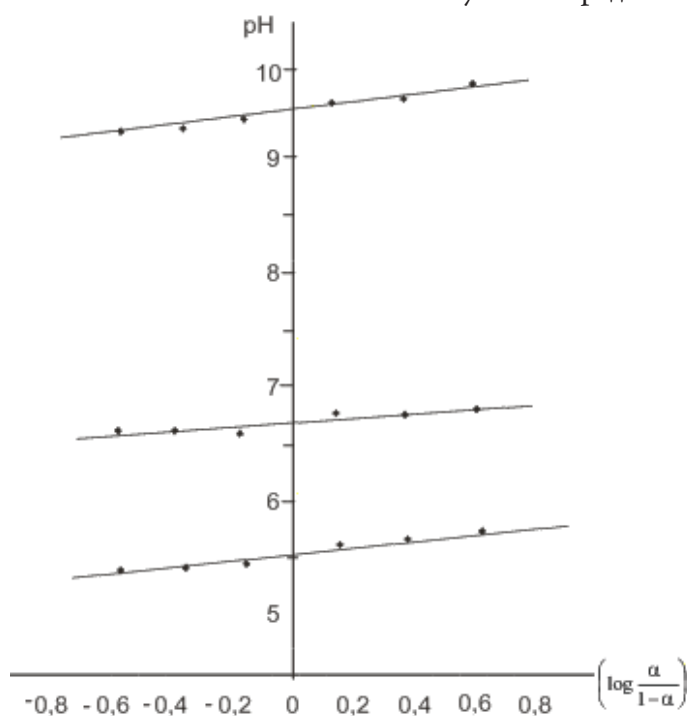


Рис. 2. Графическое определение констант ионизации нативного сорбента из клеточных стенок дрожжей.

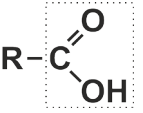
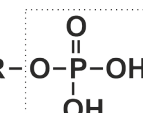
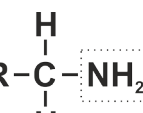
Согласно уравнению Гендерсона — Гассельбаха, рН внешнего раствора должно являться линейной функцией $\left(\log \frac{\alpha}{1-\alpha}\right)$, а tg угла наклона прямой (m) должен быть равен 1. Однако, при графическом изображении результатов потенциометрического титрования наблюдаются отклонения от этого значения,

и поэтому с учетом параметра m уравнение Гендерсона-Гассельбаха принимает вид:

$$pK_a = pH - m \log \frac{\alpha}{1-\alpha}$$

Используя модифицированное уравнение Гендерсона — Гассельбаха нами рассчитаны константы ионизации найденных функциональных групп. (Табл. 1).

Таблица 1. – Расчет $pK_{\text{ион.}}$ функциональных активных групп (ФАГ) биосорбента

Степень ионизации ФАГ	Химическая формула	Содержание активных групп, ммоль/г	рН	α	$\log \frac{\alpha}{1-\alpha}$	$pK_{\text{граф.}}$	$pK_{\text{расч.}}$	
							x_i	\bar{x}
1 Карбоксильная группа		1,67	5,47	0,2	-0,602	5,56 m=0,172	5,44	5,52±0,06 S _r =0,07
			5,49	0,3	-0,375		5,46	
			5,51	0,4	-0,168		5,50	
			5,52	0,5	0		5,52	
			5,58	0,6	0,172		5,57	
			5,68	0,7	0,388		5,60	
			5,72	0,8	0,623		5,62	
2 Фосфорильная группа		0,27	6,62	0,2	-0,602	6,71 m=0,148	6,64	6,70±0,02 S _r =0,04
			6,64	0,3	-0,375		6,64	
			6,68	0,4	-0,168		6,68	
			6,72	0,5	0		6,70	
			6,77	0,6	0,172		6,72	
			6,75	0,7	0,388		6,74	
			6,79	0,8	0,623		6,78	
3 Амино-группа		0,96	9,33	0,2	-0,602	9,52 m=0,176	9,36	9,48±0,05 S _r =0,07
			9,41	0,3	-0,375		9,40	
			9,49	0,4	-0,168		9,44	
			9,52	0,5	0		9,48	
			9,60	0,6	0,172		9,52	
			9,64	0,7	0,388		9,56	
			9,68	0,8	0,623		9,60	

Выводы

Проведенные исследования позволили сделать следующие заключения:

1. Потенциометрическое титрование протонированной биомассы клеточных стенок дрожжей позволяет идентифицировать, по крайней мере, три функциональные активные группы: карбоксильные,

фосфорильные и аминогруппы.

2. Установлены следующие значения $pK_{\text{ион.}}$ для этих групп: $pK = 5,52$; $pK=6,70$ и $pK=9,48$, соответственно.

3. Определены поправочные коэффициенты для расчета констант ионизации по уравнению Гендерсона-Гассельбаха.

Список литературы:

1. Альберт А., Сергент Е. Константы ионизации кислот и оснований. – М.: Химия, 1964. – 179 с.
2. Полянский Н.Г., Горбунов Г.В., Полянская П.Л. Методы исследования ионитов. – М.: Химия. 1976. – С. 163–166.
3. Billo E.J. Excel[®] for Chemists: A Comprehensive Guide. N-Y. – 2001 by John Wiley & Sons, Inc.
4. Crini G. Recent developments in polysaccharide – based materials used as adsorbents in wastewater treatment//Prog. Polym. Sci.-2005.-Vol. 30.-P. 38–70.
5. Григорьев А.П., Федотова О.Я. Лабораторный практикум по технологии пластических масс. – М.: Высш. шк., 1986. – С. 48.
6. Практикум по высокомолекулярным соединениям/Под ред. В.А. Кабанова. – М.: Химия, 1985. – С. 117.

*Hovakimyan Svetlana Ashotovna, Armenian State Pedagogical University, PhD, Associate Professor, dean of Faculty of Biology, Chemistry and Geography
E-mail: svetachem@gmail.com*

*Hobosyan Nina Garnikovna, Armenian State Pedagogical University, PhD, Associate Professor, the Faculty of Biology, Chemistry and Geography
E-mail: ninahobosyan@mail.ru*

*Hovsepyan Varduhi Surenovna, Armenian State Pedagogical University, PhD, Associate Professor, the Faculty of Biology, Chemistry and Geography
E-mail: varduhi.hovsepyan.sargsyan@gmail.com*

*Babakhanyan Ashot Vardgesovich, Armenian State Pedagogical University, Full Professor, the Faculty of Biology, Chemistry and Geography.
E-mail: babahashot@mail.ru*

Synthesis of 1,2,3-trichloro-5- (2-chloroethoxy)-2-pentenes derivatives

Abstract: The interaction of α -chloromethyl- β -chloroethyl ether, 2-chlorophenyl-, 2,3-dichlorobutadiene-1,3 obtained 1,4-addition products. Studied the interaction of 1,2,3-trichloro-5- (2-chloroethoxy)-2-pentene with various nucleophiles, and founded that reaction conditions mainly substituted allylic chlorine atom. The synthesized compounds on the basis of the obtained ammonium salts exhibit strong antimicrobial activity against gram-positive and gram-negative microorganisms.

Key words: halogenethers, chlorinated 1,3-dienes, antimicrobial activity, E. coli, Staphylococcus aureus.

*Овакимян Светлана Ашотовна, Армянский государственный педагогический университет, к. х.н., доцент, декан факультета биологии, химии и географии
E-mail: svetachem@gmail.com*

*Обосян Нина Гарниковна, Армянский государственный педагогический университет, к. х.н., доцент, факультет биологии, химии и географии
E-mail: ninahobosyan@mail.ru*

*Овсепян Вардуи Суреновна, Армянский государственный педагогический университет, к. х.н., доцент, факультет биологии, химии и географии
E-mail: varduhi.hovsepyan.sargsyan@gmail.com*

*Бабаханян Ашот Вардгесович, Армянский государственный педагогический университет, профессор, факультет биологии, химии и географии
E-mail: babahashot@mail.ru*

Синтез производных 1,2,3-трихлор-5- (2-хлорэтилокси)-2-пентенов

Аннотация: Взаимодействием α -хлорметил- β -хлорэтилового эфира с 2-хлор-, 2,3-дихлорбутадиена-1,3 получены продукты 1,4-присоединения. Изучено взаимодействие 1,2,3-трихлор-5- (2-хлорэтилокси)-2-пентена с различными нуклеофилами и установлено, что в условиях реакции замещается в основном аллильный атом хлора. Синтезированные на основе полученных соединений аммониевые соли проявляют выраженную антимикробную активность в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов.

Ключевые слова: Галогенэфиры, хлорсодержащие 1,3-диены, антимикробная активность, кишечная палочка, золотистый стафилококк.

Продукты присоединения различных α -галогенэфиров к непредельным соединениям широко применяются в синтетической органической химии для получения веществ с практически ценными свойствами [1, 59–60].

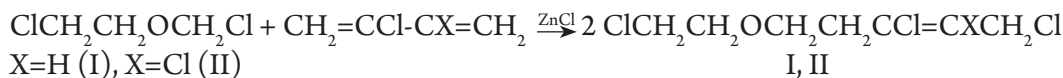
Известно, что направление присоединения α -хлорметилалкиловых эфиров к непредельным со-

единениям и выходы целевых продуктов зависят от природы исходных соединений и условий проведения реакции [2, 618–629].

Принимая во внимание раздражающие, слезотворные свойства и общетоксическое действие α -галогенэфиров, а также их относительно слабую устойчивость, представляло интерес изучить взаимо-

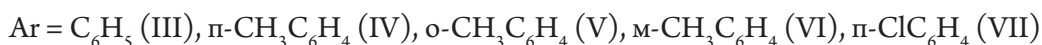
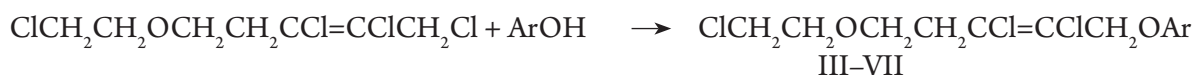
действие α -хлорметилалкиловых эфиров с 2-хлорбутадиеном-1,3 и, по возможности, упростить методику проведения указанной реакции.

Учитывая каталитическую активность хлористого цинка в реакциях электрофильного присоединения к сопряженным системам, можно было ожидать усиление действия катализатора в сухой кислой среде. Это обстоятельство позволило ввести во взаимодействие полученный известным способом и насыщенный газообразным сухим хлористым водородом α -хлорметилалкиловый эфир без предварительной очистки и перегонки, сразу после отделения от кислого водного слоя и непродолжительного высушивания над хлористым кальцием. Установлено, что проведение реакции в этих условиях обеспечивает высокие выходы образующихся 1,3-дихлор-5-алкилокси-2-пентенов (78–82%), которые в изученном ряду практически не зависят от длины радикала исходного спирта (C_4H_9 - C_{10} - H_{21}). Взаимодействием полученных соединений с соответствующими третичными аминами синтезированы мицеллообразующие поверхностно-активные четвертичные аммониевые соединения (ЧАС), проявляющие бактерицидное действие в отношении грамположительных и гра-



Синтезированные на основе соединений I, II поверхностно-активные ЧАС содержащие наряду с алкилоксикарбонилметильным радикалом (алкил C_7H_{15} ÷ $C_{10}H_{21}$) 5-(2-хлорэтилокси)-3(2,3)-хлор (дихлор)-2-пентенильную группу проявляют выраженную антимикробную активность в отношении эталонных штаммов кишечной палочки (шт. 1257) и золотистого стафилококка (шт. 906).

Следует отметить, что в ряду изученных соединений наблюдается закономерное изменение бактерицидного действия в зависимости от гидрофобного радикала, обеспечивающего поверхностную активность. В результате проведенных исследований установлено, что наибольшей антимикробной активностью обладают ЧАС, содержащие децилоксикарбонилметильную группу, 0,5% водные растворы которых обеспечивают гибель изученных микроорганизмов в течение 5 минут. При этом наличие второго атома хлора при двойной связи в молекуле ЧАС



мортициальных микроорганизмов. Проведенные в дальнейшем исследования показали, что наиболее активные из синтезированных ЧАС обладают спороцидной и туберкулоцидной активностью.

При изучении дезинфицирующих свойств на разных поверхностях, посуде и белье, обсемененных 2 млрд. микробной суспензией эталонных штаммов кишечной палочки и золотистого стафилококка, установлено, что поверхности полностью обеззараживаются при действии 0,05–0,2% водных растворов ЧАС в течение 15 мин., посуда- при действии 0,1% раствора в течение 15 мин., посуда-при действии 0,1% раствора в течение 30–60 мин., белье- при действии 0,4% раствора в течение 15 мин.

Учитывая активность атома хлора в α -положении в α -хлорметил- β -хлорэтиловом эфире нами ранее изучена реакция взаимодействия указанного соединения с 2-хлор-, 2,3-дихлорбутадиенами-1,3 и показано, что под действием хлористого цинка в основном получают продукты 1,4-присоединения [3, 60–66; 4, 271–277].

Полученные экспериментальные результаты согласуются с данными расчетов электронной структуры и индексов реакционной способности молекул исследованных диенов [3, 60–66].

несколько усиливает их бактерицидную активность, которая, при использовании 0,0125% водного раствора, наступает через 15 и 10 минут в отношении кишечной палочки и золотистого стафилококка соответственно.

Дезинфицирующие свойства наиболее эффективных ЧАС изучены методом обеззараживания поверхности стекла и кафеля. Установлено, что указанные поверхности, обсемененные штаммами кишечной палочки и золотистого стафилококка полностью обеззараживаются при применении 0,05–0,1% водных растворов соединений в течение 15 минут.

В продолжение исследований нами изучена реакция взаимодействия 1,2,3-трихлор-5-(2-хлорэтилокси)-2-пентена (II) с различными нуклеофилами. При взаимодействии соединения II с фенолами в молярном соотношении 1:1 и 1:2 установлено, что замещению в основном подвергается алильный атом хлора.

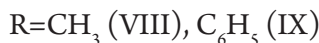
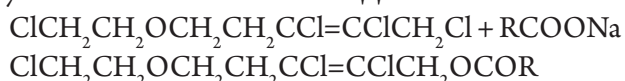
Выходы, константы и данные элементного анализа соединений (III–VII) формулы



Таблица 1.

№	Ar	Выход, %	Т.кип. °С 1 мм	d_u^{20}	n_D^{20}	Найдено, %	Вычислено, %
						Cl	Cl
III	C_6H_5	65	154–155	1.2701	1.5410	33.80	34.35
IV	<i>p</i> - $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$	56	157–158	1.2417	1.5380	32.58	32.87
V	<i>o</i> - $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$	56	155–156	1.2414	1.5400	32.55	32.87
VI	<i>m</i> - $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$	62	157–158	1.2428	1.5380	33.00	32.87
VII	<i>p</i> - ClC_6H_4	71	177–178	1.3392	1.5520	41.34	41.22

Продукты монозамещения получены также при взаимодействии соединения II с натриевыми солями уксусной и бензойной кислот в ДМФА.



Выходы, константы и данные элементного анализа соединений (VIII–IX) формулы



Таблица 2.

№	R	Выход, %	Т.кип. °С 1 мм	d_u^{20}	n_D^{20}	Найдено, %	Вычислено, %
						Cl	Cl
VIII	CH_3	61	114–115	1.2995	1.4910	38.61	38.60
IX	C_6H_5	72	167–168	1.3012	1.5390	31.82	31.50

Строение синтезированных соединений подтверждены данными ИК и ЯМР¹H спектров, а чистота контролировалась ГЖХ. Выходы и константы соединений приведены в таблицах 1 и 2.

Полученные данные свидетельствуют, что в условиях проведенных реакций замещается в основном аллильный атом хлора.

Список литературы:

1. Поконова Ю. В. Галогенэфиры, "Химия", М., Л., 1966
2. Вартамян С. А., Тосунян А. О. Успехи химии, 1965, т. 34, № 4
3. Бабахаян А. В. Ученые записки АГПУ, 2012, № 1 (16)
4. Бабахаян А. В., Арутюнян Р. С., Бабаян В. О, Бабаян А. Т. Арм.хим. ж., 1990, т. 43, № 4.

Sivtseva Anastasia Vasilievna,
Institute of Physical-Technical Problems of the North, SB RAS,
research associate, Department of Materials Sciences

E-mail: sianva@yandex.ru

Zhilenko Marina Petrovna,
senior scientist, Ph. D., Chemical Department,
Moscow State University,

Sivtsev Vasiliiy Ivanovitch
senior lecturer, Ph. D., Department of Physics North-Eastern
Federal University Yakutsk, Russian Federation

Particular qualities of catalytic oxidation of cysteine and cystine by molecular oxygen

Abstract: Catalytic oxidation of cysteine and cystine by molecular oxygen in the presence of copper (II)-containing polyacrylamide hydrogel is investigated. In a mixture of cysteine and cystine the first and the fully oxidized

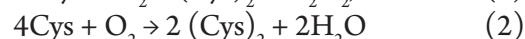
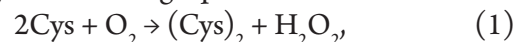
cysteine, and only then oxidized cystine. The most likely cause of the later oxidation in a mixture of cystine oxygen appears to be well-known ability of cysteine to serve as an antioxidant.

Keywords: cysteine oxidation, cystine oxidation, copper (II)-containing polyacrylamide hydrogel

Study of catalytic oxidation of cysteine by molecular oxygen in the presence of copper (II)-containing polyacrylamide hydrogel (Cu (II)/PAAH) is of interest not only to clarify the mechanism of the biological aspects of the process. It can be useful when solving problems, for example, by purification of hydrocarbons from sulfur-containing products.

The catalyst Cu (II)/PAAH was obtained by impregnation of the dry polymer of 0.01 M CuCl₂ with full absorption of the solution and achieving the state of the gel, close to the maximum swollen. Kinetic experiments were carried out at 313 K in a static system,

as described in [1, 395], at atmospheric pressure, under conditions that are close to zero order for O₂. Depending on conditions, the oxidation of cysteine oxygen can be described by the following equations:



Cystine, in turn, can undergo further oxidation.

As can be seen from Fig. 1, the kinetic curves of the oxidation of cysteine are broken and formally they can allocate portions A and B: part A — the area of maximum rate, B is the area with lower rates.

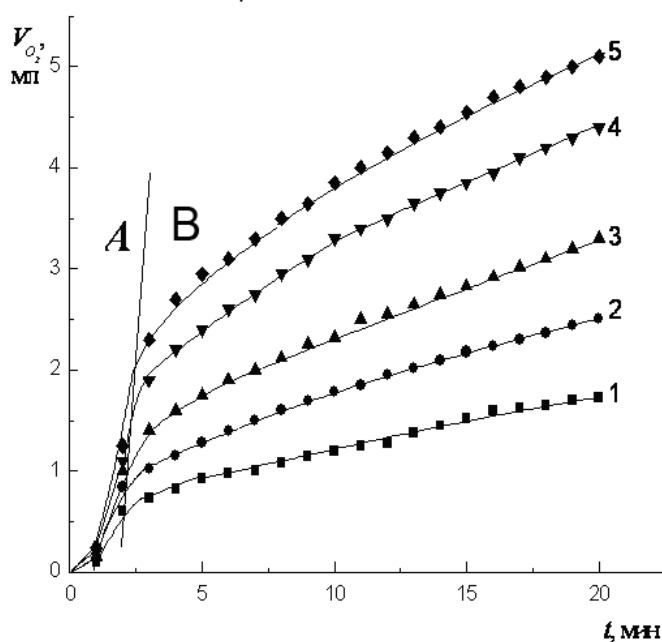


Fig. 1. Kinetic curves of absorption of O₂ in aqueous solutions of Cys in the presence of a catalyst. [Cys], M: 0,02 — (1); 0,03 — (2); 0,04 — (3); 0,06 — (4); 0,08 — (5).

Table 1. Volumetric flow of molecular oxygen by oxidation of solutions of cysteine in presence of Cu (II)/PAAH as catalyst

[Cys], M	V _{O₂} , ml (calculation of oxidation of cysteine to cystine)	V _{O₂} , ml (consumption on part A)	V _{O₂} , ml (consumption in 15 minutes)
0,10	2,80	2,80	4,85
0,08	2,24	2,30	4,55
0,06	1,70	1,90	3,85
0,04	1,12	1,40	2,83
0,03	0,84	0,84	2,18
0,02	0,56	0,60	1,52

As follows from table 1, the amounts of oxygen absorbed in the part A on the kinetic curves of the oxidation of cysteine, correspond to the calculated assuming full oxidation to cystine in solution with an

appropriate concentration.

Further absorption of oxygen by the system at site B appears to be associated with oxidation of the formed cystine.

To confirm this assumption was carried out the oxidation of cystine in the presence of a catalyst (Fig. 2, curve 2), which showed the equality of the oxidation rates of 0.05 M cysteine and 0.1 M cysteine at part B (Fig. 2, curve 1).

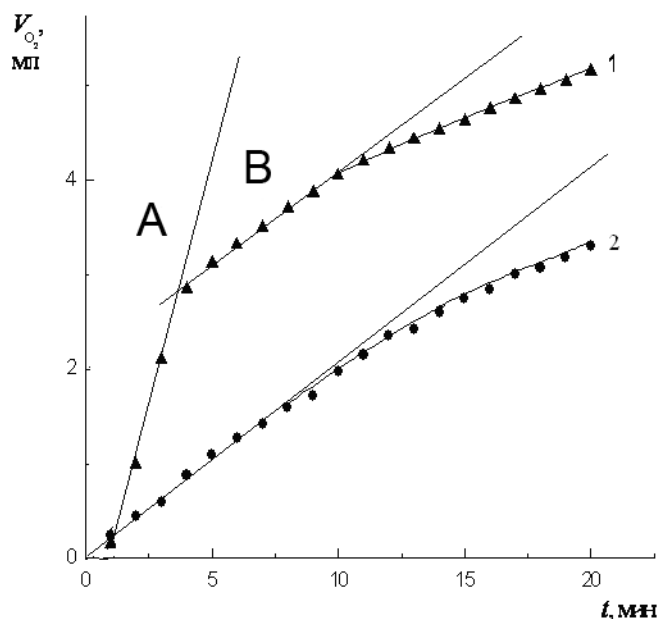


Fig. 2. Kinetic curves of oxidation of solutions:

1 — of 0.1 M cysteine in the presence of Cu (II)/ПААН;
2 — of 0.5 M cysteine in the presence of Cu (II)/ПААН.
pH of solutions is 12.5.

Further oxidation of the latter (part B on curve 1), occurs at the same rate as in the case of the sample for comparison (curve 2) selected in accordance with the stoichiometry of reactions (1) and (2). Fig. 2 and table. 1 show that cystine is oxidized only after oxidation of cysteine. Additional evidence of such sequence reactions presented in Fig. 3.

The amount of oxygen (2.8 ml), absorbed in the oxidation of 0.1 M solution of cysteine (plot A curve 1, Fig. 2), according to the table. 1 corresponds to the complete oxidation of cysteine to cystine.

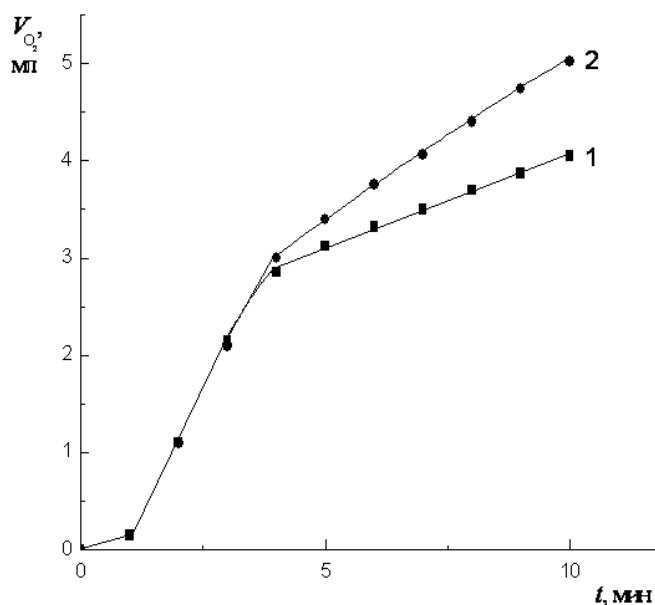


Fig. 3. Catalytic oxidation of 0.1 M solution of cysteine (1) and mixtures of 0.1 M of cysteine and 0.05 M of cysteine (2).

As seen from this figure 3, in a mixture of cysteine and cystine really the first and the fully oxidized cysteine, and only then oxidized cystine.

The most likely cause of the later oxidation in a mixture of cystine oxygen appears to be well-known ability of cysteine to serve as an antioxidant [2, 1971–1978]. Additional explanation of this phenomenon is the varying ability of different compounds to adsorption on the catalyst.

References:

1. Жиленко М. П., Руденко А. П., Сивцева А. В. Неаддитивность вкладов параллельных реакций окисления сульфид-аниона и цистеина молекулярным кислородом в суммарную скорость каталитического процесса // Вестн. Моск. Ун-та. Сер.2. Химия. 2001. Т. 42. № 6.
2. James Darkwa, Claudius Mundoma, Reuben H. Simoyi. Antioxidant chemistry. Reactivity and oxidation of DL-cysteine by some common oxidants. // J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1998. V. 94. № 14.

Sivtseva Anastasia Vasilievna,
 Institute of Physical-Technical Problems of the North, SB RAS,
 research associate, Department of Materials Sciences
 E-mail: sianva@yandex.ru
 Zhilenko Marina Petrovna,
 senior scientist, Ph. D., Chemical Department,
 Moscow State University, Sivtsev Vasilii Ivanovitch
 senior lecturer, Ph. D., Department of Physics
 North-Eastern Federal University
 Yakutsk, Russian Federation

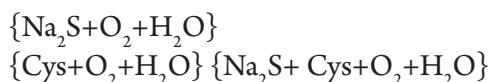
Synergism and antagonism in model system of oxidation of sulfur-containing wastewaters

Abstract: The joint oxidation of cysteine and sodium sulfide by molecular oxygen is investigated. Identified the mutual influence of these processes in strongly alkaline media in the presence and in the absence of a catalyst, which causes the occurrence of synergism and antagonism in the system. The causes of these effects can be: sequential course of oxidation of sodium sulfide and cysteine in a mix solutions to show negative effects (antagonism). Positive effect (synergism) due to the influence of the cystine (oxidation product of cysteine) on the oxidation of sodium sulfide.

Keywords: synergy, antagonism, oxidation of cysteine, oxidation of sodium sulfide, bisubstrate system.

Synergism or synergistic effects are very common in chemistry, especially in catalysis. Here below them understand the non-additive increase in activity, selectivity, stability, and other positive characteristics of the catalytic system (in the simplest case of two components) when the change of the proportion or the total concentration of its components. The opposite of synergy is antagonism.

The role model pairs for the study of the phenomena of synergism in complex catalytic system were selected oxidation reaction of sodium sulfide and cysteine molecular oxygen. They allowed thermodynamically and kinetically, and, individually, is described in the literature. The choice of these, and not any other reactions, can be useful for understanding the feasibility and optimization

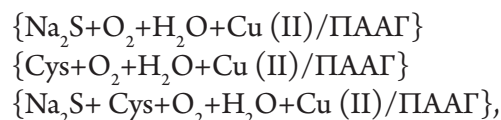


To determine the role of catalyst in separate and joint oxidation of sodium sulfide and cysteine investigated the oxidation of substrates in the absence of catalyst.

Processing and comparison of the initial kinetic data showed that when non-catalytic oxidation of sodium sulfide and cysteine mixtures of any composition absorb oxygen smaller than the corresponding additive values. Therefore, a formal estimate of the effect of non-additivity leads to negative values (Fig. 1).

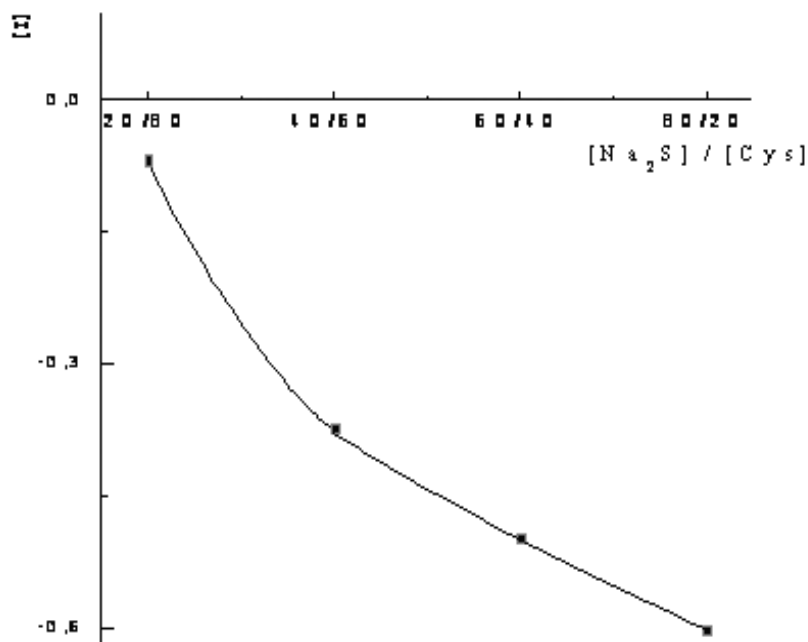
of conditions for carrying out oxidation processes in mixtures of sulfur-containing wastewaters.

For the detection and investigation of synergistic effects in the presence of two catalytic reactions, was selected metal complex catalyst based on polyacrylamide gel. The catalyst of this type has several advantages compared with catalysts on the hard drives. The catalyst Cu (II)/PAAH was obtained by impregnation of the dry polymer, kinetic experiments were carried out at 313 K in a static system, as described in [1, 395], at atmospheric pressure, under conditions that are close to zero order in O₂. The objects of study were non-catalytic and catalytic systems separate and combined oxidation of sodium sulfide and cysteine by molecular oxygen in aqueous solution.



Received a negative effect (antagonism) may have two explanations:

- 1) one or both of the substrate in the mixture are oxidized more slowly than in the individual oxidation;
- 2) their oxidation mixture passes consistently.

Fig. 1. Dependence of non-additivity effects Ξ

Comparison of the kinetic curves of the oxidation of mixtures with curves oxidation individual substrates shows that the mixture of substrates are oxidized with speeds close to the speed of oxidation of individual cysteine. It can be assumed that in the first mixture is almost completely oxidized cysteine and only then is the oxidation of sodium sulfide. Due to the fact that no

catalyst substrates are oxidized with a fairly low rates, the next stage of the study was to investigate the separate and combined oxidation of sodium sulfide and cysteine in the presence of a catalyst.

On the influence of the catalyst on the maximum rate of oxygen uptake during separate the oxidation of sodium sulfide and cysteine data presented in table. 1.

Table 1. The role of a catalyst in the process of separate oxidation of Na_2S and Cys

[Substrate], M		$W_{\max}, 10^{-8} \text{ molO}_2/\text{c}$		$W_{\text{catalytic}}/W$
		Without catalyst	With catalyst	
Na_2S	0,02	1,5	14,1	9,5
	0,10	8,2	35,7	4,4
Cys	0,02	0,7	50,6	68,4
	0,10	1,5	72,9	49,0

The transition from non-catalytic systems for catalytic systems leads not only to increased oxidation rates of each substrate separately, but also changes the ratio of these rates: if in the absence of catalyst, the sodium sulfide is oxidized at a greater rate than cysteine, in the presence of a catalyst, the situation is reversed and the rate of oxidation of cysteine is more than twice the rate of oxidation of Na_2S . That is, there is an inversion of the ratio of rates of separate oxidation of substrates.

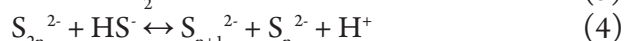
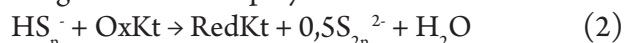
The effects of values of non-additivity with catalytic oxidation of substrates is shown in Fig. 2. As seen from this figure, in this case manifested itself not only negative (antagonizes), but positive (synergistic) effects of the system.

To explain the positive effects refer to the literature

data [2, 397–409; 3, 51–62], according to which, the catalytic oxidation of sodium sulfide can be carried out by polysulfide mechanism.

Schematically polysulfide mechanism can be represented as follows:

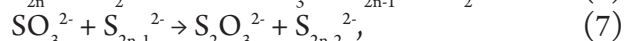
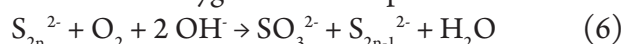
the growth of chain polysulfide —



formation of sulphur —



formation of oxygen sulfur compounds —



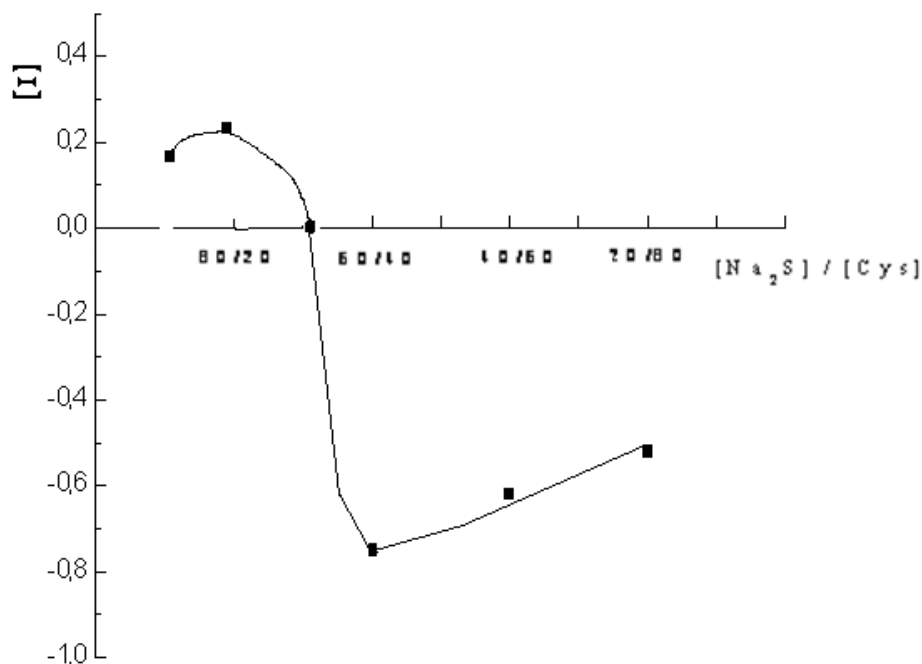
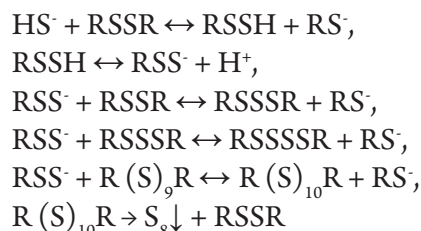


Fig. 2. The non-additivity effects in the presence of a catalyst Cu (II)/PAAH.

When the reaction of oxidation of the sulfide anion in polysulfide mechanism chain length of the polysulfide can grow in accordance with (4) or decrease (6, 7), and, according to literature data, the rate of oxidation of sodium sulfide, the higher, the longer the polysulfide chain.

Growth polysulfide chain contributes to the presence in the mixture of cystine (the oxidation product of cysteine), which triggers the following chain of transformations associated with the interaction of the hydrosulfide anion with cystine:



This explains the mutual influence reactions to each other through part of the product of one reaction in the course of another. Although the scheme is simplified, it allows to explain the observed phenomena.

References:

1. Жиленко М. П., Руденко А. П., Сивцева А. В. Неаддитивность вкладов параллельных реакций окисления сульфид-аниона и цистеина молекулярным кислородом в суммарную скорость каталитического процесса // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 2. Химия. 2001. Т. 42. № 6.
2. Коваленко О. Н., Кундо Н. Н. Низкотемпературное каталитическое окисление сероводорода кислородом в растворах и газовой фазе и возможности его применения для процессов сероочистки. // Химия в интересах уст. разв. 1999. № 7.
3. Багрян Г. А., Королева И. К., Сорока Н. В., Уфимцев А. В., Скурлатов Ю. И., Деденчук И. В., Семеняк Л. В., Штамм Е. В. Ион-молекулярные механизмы каталитического окисления тиольных соединений в присутствии ионов меди. // Химическая физика. 2005. Т. 24. № 6.

Teymurova Emma Abasovna, Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after acad. M. F. Nagiyev, doctor of technical sciences philosophy, assistant professor, chief scientist of "Chemistry and Technology Processing of Mineral Substances" laboratory

Akhmedov Mubariz Medjid oglu, Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after acad. M. F. Nagiyev; correspondent-member of ANAS, professor, doctor of technical sciences, head of "Chemistry and Technology Processing of Mineral Substances" laboratory.

Melikova İrada Gasan kizi, Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after acad. M. F. Nagiyev, doctor of technical sciences philosophy, assistant professor, chief scientist of "Kinetics and Mechanism of Oxidize Processes" laboratory.

Salimova Sevidj Rza kizi, Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after acad. M. F. Nagiyev, doctor of chemical sciences philosophy, senior scientific researcher of "Chemistry and Technology Processing of Mineral Substances" laboratory

Abbasova Nurana Ismail kizi, Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after acad. M. F. Nagiyev, doctor of chemical sciences philosophy, senior scientific researcher of "Chemistry and Technology Processing of Mineral Substances" laboratory

E-mail: iradam@rambler.ru

Extractive-photometric method for the determination of silver in the lead concentrates of polymetallic ores

Abstract: The present work is dedicated to the extractive-photometric method of silver determination in the lead concentrates of polymetallic ores with use of monothionaphtene acid in capacity of extractant. The method is differed by high selectivity, accuracy and good reproductability. Elaborated silver determination method is applicable for use in the industrial laboratories conditions.

Keywords: silver, lead concentrate, extraction, determination, monotionaphtene acid, photometric method, polymetallic ore.

Introduction

Lead concentrates obtained at enrichment of polymetallic ores contain, as a rule, low quantities of silver in the presence of large number of the elements, entering into the ore composition hindering its determination.

The determination of silver in polymetallic ores is one of the complicated tasks for the chemical analysis. For this purpose they use more often the diverse versions of the extraction-photometric methods with application of organic reagents. Among the numerous organic reagents used for silver extraction with its next photometric determination the most typical are dithizon, diethyldithiocarbamate of copper and thiuramat of copper [1, 2]. However, they don't possess the sufficient selectivity: its determination is hindered by many elements: copper, lead, zinc, cadmium, gold, iron, antimony, mercury, bismuth, platinum metals, free nitric acid. In this connection there arises the necessity of the use of hard available disguising substances or

preliminary isolation of silver.

Besides, instability of diluted solutions of dithizon in tetrachloromethane and high sensitiveness to any slight pollutions of the reagents and to temperature of air in a working building sharply restrict its application in conditions of the industrial laboratories.

All of the mentioned drawbacks of the well-known methods made us to elaborate the new extractive-photometric method of silver determination in a lead concentrates obtained by the flotation of hardenrichable high pyritous polymetallic ores.

Methods of analysis

For establishment of the reliability of the obtained results comparison was made of suggested method of silver determination with the other physico-chemical methods of analysis such as microprobe technique, spectral and atomic-absorptive ones.

Experimental part

The method is based on a property of monothionaphtene acids $[R-(CO)SH]$, where

$R=C_{12}H_{23}]$ to form with silver the compounds, well dissolved in organic solvents and possessing an intensive coloration.

The conditions of the formation of extracted silver complex with monothionaphtene acids and its spectrophotometric characteristics are cited in works [1,3].

Monothionaphtene acids extract silver in a wide range of concentrations of hydrogen ions-from pH8 to 10N H_2SO_4 or 6N HNO_3 , what permits to realize quantitative determination of silver by direct photometry of extract.

The analyzed lead concentrate has a following average chemical composition, (%): Pb=41,48; Zn=5,12; Cu=1,71; Fe=18,41; $S_{total}=27,95$; $S_{sulfat}=1,40$; $SiO_2=1,4$; Sb=0,055; As=0,03; CaO=0,01; Al=0,01; Cd=0,03; Bi=0,1; Co=0,003; V=0,006; Ti=0,002; Ni<0,0001; Sn= from traces to 0,005; Ga<0,001; Mg=0,01; Mn=0,005; Zr<0,001; Te-traces, Au-traces, Tl-traces.

Concentrate differs by the high content of sulphur in the form of pyrite [4].

Course of analysis. The assay of crumbled lead concentrate (0,20–0,50 g) is treated with 10 ml of diluted (1:1) nitric acid at boiling till complete dissolution. The received solution with 4–5 ml perhydrol is evaporated wipe dry, cooled, added 50–60 ml of water, boiled within 2–3 min till full transfer of all the soluble sulfates into solution. Poor soluble in water sulfates of lead, calcium and silicon oxide fall out into sediment. After cooling of solution and its settling aside they filter the insoluble sediment through the dense filter with filter-paper pulp. At first the sediment on a filter is washed two times with cool water acidified by sulfuric acid, then-with pure water till negative reaction to ion SO_4^{2-} . Further they steam filtrate till 10 ml, add 8–10 ml H_2SO_4 and steam the solution till abundant yield of heavy white vapours

of sulphuric anhydride. This operation is repeated till complete removal of nitric acid. The dry deposit after cooling is dissolved in 15–20 ml of 2N H_2SO_4 , put into a volumetric flask for 100 ml and reduce a volume till the mark by adding the acid of the same concentration. The aliquot of the received solution (50 ml) is transferred to the separating funnel, added 1 ml 0,1 M solution of monothionaphtene acid in CCl_4 and 4 ml CCl_4 . The content of separating funnel is shaken within one minute. Afterwards phases stratifying they filter extract through the dry paper filter into a cuvette $l=1$ cm and measure its optical density on the photocolimeter FEK-56 using the dark blue light filter. As a comparison they use of 0,02 M solution of monothionaphtene acid in CCl_4 .

The silver content is found out by calibration graph plotted by the analogous way which is straight within a concentration from 0,05 mg to 1 mg of silver in 5 ml of extract.

Earlier it was established that carrying out extraction from acid solution at 2N concentration of H_2SO_4 in a final volume promotes removal of hindering influence of copper [3]. The other metals with the exception of palladium, gold and tellurium, don't prevent the determination of silver.

Palladium is absent in the investigated lead concentrate, while gold and tellurium exist in quantities ($<10^{-6}\%$), not keeping within measurements at determining these elements by the proposed method and therefore don't prevent the determination of silver.

Mathematical treatment of the obtained results by the methods presented in work [5], testifies to a good reproductability and accuracy of thionaphtenate method of silver determination in a lead concentrate. The relative error of the method doesn't exceed 4% (Table 1).

Table 1. – Accuracy and reproductability of the thionaphtenate method of silver determination in the lead concentrate

N°	x_i	x_i^2	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$	S	S_m	Relative error, $\pm \frac{S_m}{\bar{x}} \cdot 100\%$
1	0,200	0,0400				
2	0,220	0,0484				
3	0,200	0,0400	0,2040	0,01658	0,0074	3,137
4	0,180	0,0324				
5	0,220	0,0484				
	$\sum x_i = 1,020$	$\sum x_i^2 = 0,2092$				

Where: N- number of measured values; x_i — concrete measured value; S — standard deviation;

$$S = \sqrt{\frac{(\sum x_i^2) - [(\sum x_i)^2 / N]}{N - 1}}; S_m \text{ — standard error;}$$

$$S_m = \frac{S}{\sqrt{N}}.$$

To establish silver content in the investigated concentrate alongside with the extractive-photometric

method with the use of thionaphtene acid there were used the diverse physico-chemical (spectral, atomic-

absorptive) methods of analysis. The received results are presented in Table 2.

Table 2. – Results of silver determination in a lead concentrate by the various analysis methods.

Nº of the samples	Spectral method, g/t	Atomic-absorptive method, g/t	Thionaphtenate method, g/t
1	300	480	400
2	400	545	485
3	700	785	680
4	900	940	1130
5	1000	1275	1250

It is seen in the Table 2 data that there take place a quite satisfactory agreement of the results of silver determination in the different samples of a lead concentrate by the spectral, atomic-absorptive and thionaphtenate methods of analysis. Note that fluctuations in silver content, found by the above mentioned methods, are connected, probably, with uneven distribution of silver in a lead concentrate, what was proved by mineralogical investigation of the relative patterns by microprobe technique methods of analysis [6]. Taking into account above-stated elaborated method of silver determination in lead concentrates of polymetallic ore is recommended for its application in conditions of the industrial laboratories.

Conclusions

The extractive-photometric method has been elaborated for the determination of silver in lead concentrates of polymetallic ore with the use as extragent of 0,1 M solution of monothionaphtene acid in tetrachloromethane.

The method is characterized by high selectivity, accuracy and good reproductability. The relative error of elaborated method doesn't exceed 4%.

To determine trust worthiness of the received results a comparison has been made of the proposed silver determination method with the other physico-chemical methods of analysis like mikroprobe technique, spectral and atomic-absorptive ones.

References:

1. Lisitsina D. N., Shcherber D. P. Methods of photometric determination of silver. Thionaphtene acids – the new extraction reagents. //Journal of Analytical Chemistry. 1973, vol. XXVIII, issue 6, p. p.1174–1183.
2. Pyatnitski I. V., Suchan V. V. Analytical Chemistry of Silver. Series: Analytical Chemistry of Elements. Moscow. Nauka, 1975, p. p. 176–179.
3. Alekperova A. A., Alekperov R. A., Zolotov Yu. A. Mehods of photometric determination of silver. //Journal of Analytical Chemistry. 1970, vol. XXV, issue 12, p. p. 2283–2286.
4. Teymurova E. A., Ahmadov M. M., Manafov M. R. Melikova I. G. Investigation of high ferriferous sulphide lead concentrates processing technology. Material Wissenschaft und Werkstofftechnik (Material Science and Engineeringq Technology). 2012, vol. 43, p. p. 212–219.
5. Gordon A., Ford R. Chemist's Guide. Moscow. Publishing House Mir, 1976, p. p. 512–516.
6. Teymurova E. A., Ahmadov M. M., Melikova I. G. Passing extraction of silver at complex processing of high pyritous lead concentrate. //Materials of the IXth International Scientific – Practical Conference “Efficient Instruments of Modern Sciences”. 25 April – 05 May 2013. Praha, Publishing House “Education and Sciences”, s. r.o., 2013. pp. 59–64.

*Khalilova Maira Hidayat kizi, researcher,
Akhmedov Mubariz Medjid oglu, correspondent member.
ANAS, Doctor of Technical Sciences, Professor.
Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Catalysis
and Inorganic Chemistry named after acad. M. F. Nagiyev
E-mail: iradam@rambler.ru*

Research of acid strength of the fine-dispersed calcite-containing stone systems for the purpose of their hydrophobization

Abstract: In this paper, by a tracer method we prove that on the surface of hydrophilic kaltsitosoderzhaschih raw materials exist a large number of active sites, which can be a chemical adsorption of water repellents both acidic and basic character. Moreover, the data show that the surface of the particles of chalk and limestone than on the surface of marble, what to consider when they are hydrophobic.

Keywords: hydrophobic, calcite, limestone, chalk, marble, stearic acid, the indicator method, the active centers.

*Халилова Маура Идаят кызы, Институт Катализа
и Неорганической Химии им. М. Ф. Нагиева Национальной
АН Азербайджана, научный сотрудник,
Ахмедов Мубариз меджид оглы, Институт Катализа
и Неорганической Химии им. М. Ф. Нагиева Национальной АН Азербайджана,
член-корр. НАНА, доктор технических наук, профессор.
E-mail: iradam@rambler.ru*

Исследование силы кислотности кальцитосодержащих тонкодисперсных систем с целью их гидрофобизации

Аннотация: В настоящей работе с помощью индикаторного метода установлено, что на поверхности частиц гидрофильных кальцитосодержащих сырьевых материалов существуют большого числа активных центров, на которых может происходить химическая адсорбция гидрофобизаторов как кислотного, так и основного характера. Причем полученные данные показывают, что их на поверхности частиц мела и известняка больше, чем на поверхности частиц мрамора, что необходимо учитывать при их гидрофобизации.

Ключевые слова: Гидрофобизация, кальцит, известняк, мел, мрамор, стеариновая кислота, индикаторный метод, активные центры

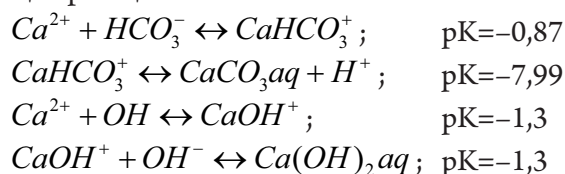
Известно [1], что гидрофобизация порошкообразных материалов, в частности тонкодисперсного мела, известняка и мрамора, происходит путем закрепления на поверхности частиц тонкого слоя гидрофобизатора, причем последний должен прочно удерживаться на этой поверхности в период хранения и применения в различных отраслях промышленности. Опыт показывает, что для создания прочной связи между гидрофобизаторами и поверхностью частиц целесообразно использовать явления химической адсорбции т. е. образование химической связи между поверхностью частиц и молекулами гидрофобизатора.

Известно, что для осуществления химической адсорбции необходимы 2 условия: 1) поверхность тонкодисперсных систем должна обладать активными центрами. 2) молекулы гидрофобизатора должны

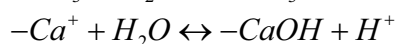
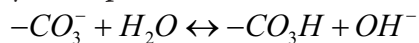
иметь полярную группу, способную к химическому взаимодействию с поверхностью частиц.

Понятно, что свободные валентности у частиц кальцитосодержащего сырья, представляющих собой 90–99% карбоната кальция, в водной среде могут образовываться как благодаря гидролизу ионов, так и благодаря адсорбции из растворов различных ионов и комплексов, таких как HCO_3^- , $\text{CO}_3^{2-}\text{Ca}^{2+}$, CaHCO_3^+ .

Исследования показали, что в водных суспензиях, содержащих частички CaCO_3 , могут происходить следующие реакции:



Из-за небольшой растворимости CaCO_3 в воде, на поверхности частиц образуются участки, из которых диссоциировали в воду ионы CO_3^{2-} или Ca^{2+} . Эти участки представляют собой впадины и выступы с различными зарядами. Между ионами, оставшимися на поверхности, и молекулой воды могут протекать следующие реакции:

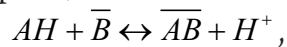


С увеличением pH раствора равновесие первой реакции сдвигается влево, что приводит к увеличению числа отрицательных зарядов, с уменьшением pH равновесие второй реакции сдвигается также влево, но увеличивается число положительных зарядов. Эквипотенциальная точка соответствует значению pH от 5 до 6. Поэтому в нейтральных системах на поверхности частиц CaCO_3 больше отрицательных, чем положительных зарядов. Наличие большого числа зарядов на поверхности частиц CaCO_3 обеспечивает реакционную способность этой поверхности с химически активными гидрофобизаторами.

В то же время известно [2], что кальцитосодержащие породы имеют резко отличающиеся генетические и структурные особенности, которые оказывают существенное влияние на энергетическое состояние поверхности частиц, и следовательно, на их реакционную способность.

На основе всех этих теоретических предположений можно сделать вывод, о том, что число активных центров на поверхности кальцитосодержащих пород могут быть разными.

В данной работе наличие активных центров на поверхности и их количество оценивалось методом определения силы кислотности, которая характеризуется способностью твердого тела превышать адсорбированный электрически нейтральный кислотный индикатор АН в его сопряженную кислотную форму по реакции



где $\overline{\text{В}}$ — твердое основание, $\overline{\text{АВ}}$ — сопряженная кислота.

Силу основности оценивали индикаторным методом. Для определения ее использовали различные индикаторы (таблица 1).

Для исследования были использованы образцы пород, полученных измельчением в агатовой ступке до прохождения через сито № 0045 (45 мкм). В первом опыте на поверхности порошков мела капали раствором данного индикатора в четыреххлористом углероде. При этом индикаторы тимоловый синий 1-й (pK=1,51), метилоранж (pK=3,7), тимоловый синий 2-й (pK=9,2) цвета не изменили. Индикаторы метиловый красный (pK=5,1) и бромтимоловый синий (pK=7,2) через несколько минут меняли окраску соответственно из красной в желтую и из желтой в синюю. Следовательно, сила основности поверхности мела находится в интервале pH=5–7. Силы основности других карбонатсодержащих пород, установленные тем же способом находятся в том же интервале, что и мел.

Таблица 1. – Индикаторы, использованные для определения силы основности

Индикатор	Интервал перехода, pH	Среднее значение, pH	Окраска		pK
			в кислой среде	в щелочной среде	
Тимоловый синий 1-й	1,2–2,8	2	красный	желтый	1,51
Метилоранж	3,1–4,4	4	“_”	“_”	3,7
Метиловый красный	4,4–6,2	5	“_”	“_”	5,1
Бромтимоловый синий	6–7,6	7	желтый	синий	7,2
Тимоловый синий 2-й	8–9,6	8	“_”	“_”	9,2

Для более точного определения силы основности использовали универсальный индикатор, полученный путем растворения в 1000 мл 50%-ной водно-спиртовой смеси следующих компонентов, мг: 70 тропе-

олина, 100 метилового оранжевого, 80 метилового красного, 400 бромтимолового синего, 500 фенолфталеина и 100 ализаринового желтого [3].

Интервалы перехода pH указаны в табл. 2.

Таблица 2. – Интервалы перехода рН универсального индикатора

рН	Окраска
4,0	Оранжевая
5,0	Желто-оранжевая
6,0	Оранжевая-желтая
6,5	Желтая
7,0	Зелено-желтая
8,0	Зеленая
9,0	Зелено-голубая

На поверхность гидрофильных образцов наносили капли данного индикатора, и фиксировали окраски, приобретенные пробами. Результаты приведены в табл. 3.

Далее была определена сила кислотности по уравнению [3]:

$$H_o = pKa + \lg C_{AB} / C_{AH}$$

Таблица 3. Окраска универсального индикатора после нанесения на образцы

Кальцитсодержащие породы	Окраска	рН
Мел	Желто-оранжевая	5,0
Известняк	Оранжевая-желтая	6,0
Мраморизованный известняк	Желтая	6,5
Мрамор	Зелено-желтая	7,0

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что на поверхности частиц гидрофильных кальцитсодержащих сырьевых материалов существуют большого числа активных центров, на которых может происходить химическая адсорбция

или приближенно $H_o = pKa$.

Приняв значения pKa для метилового красного в случае мела и известняка получен $H_o = 5,1$ и $Ka = 7,943 \cdot 10^{-6}$, значение pKa бромтимолового синего для мрамора и мроморовидного известняка $H_o = 7,2$ и $Ka = 1,02 \cdot 10^{-7}$.

гидрофобизаторов как кислотного, так и основного характера. Причем, полученные данные показывают, что их на поверхности частиц мела и известняка больше, чем на поверхности частиц мрамора, что необходимо учитывать при их гидрофобизации.

Список литературы:

1. Паук К. Ф., Евтушенко И. С. Химия и технология мела. М.: Стройиздат, 1977. 138 с.
2. Фейрбридж Р. В. Карбонаты породы. М.: Мир, 1970. 396 с.
3. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1979. 480 с.
4. Танабе К. Твердые кислоты и основания. М.: Мир, 1973. 135 с.

Section 15. Electrical engineering

*Dubrovin Viktor Stepanovich,
N. P. Ogaryov Mordovia State University, candidate of engineering sciences,
associate professor of communication networks and relay systems department
E-mail: vsdubrovin13@mail.ru*

Phase shifter of a harmonic signal

Abstract. The article presents the phase shifter, providing a constant phase shift at a frequency change of the input signal in a wide range. In this case, the frequency response of the phase shifter is uniform throughout the whole range of frequencies used. The proposed solution is simple enough and can be performed integrally. The phase shifter may be used when constructing quadrature and multiphase formers and generators of harmonic oscillations.

Keywords: block diagram, phase shifter, divider, transfer function, converter.

*Дубровин Виктор Степанович,
Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва,
кандидат технических наук, доцент кафедры
инфокоммуникационных технологий и систем связи
E-mail: vsdubrovin13@mail.ru*

Фазовращатель гармонического сигнала

Аннотация: В статье рассматривается фазовращатель, обеспечивающий постоянный фазовый сдвиг при изменении частоты входного сигнала в широких пределах. При этом амплитудно-частотная характеристика фазовращателя остается равномерной во всем диапазоне используемых частот. Предлагаемое решение является достаточно простым и может быть выполнено в интегральном исполнении. Фазовращатель может найти применение при построении квадратурных и многофазных формирователей и генераторов гармонических колебаний.

Ключевые слова: структурная схема, фазовращатель, делитель, передаточная функция, преобразователь.

Введение

В радиоэлектронике, автоматике, системах связи находят широкое применение многофазные электронные генераторы, управляемые фильтры, модуляторы-демодуляторы, компенсаторы фазовых искажений, умножители частоты, вычислители модулей квадратурных сигналов, в которых основным элементом является управляемый фазовращатель (УФВ).

Фазовращатели относятся к числу неминимально-фазовых цепей. Среди известных схем фазовращателей наиболее широкое применение нашли фазовращатели на базе всепропускающих фильтров первого порядка (фазовые фильтры) [1]. Применение управляемых фазовращающих цепей в формирователях квадратурных сигналов позволяет получить в различных устройствах стабильные фазовые сдвиги при широком диапазоне изменения частоты.

На базе управляемых фазовращателей достаточно просто реализуются формирователи линейно-изменяющегося сигнала [2–10], функциональные генераторы [11–16], умножители частоты [17, 18], устройства для определения параметров сигнала с квадратурной модуляцией [19] — далеко не полный перечень использования управляемых фазовращателей.

Задача заключается в построении достаточно простых управляемых фазовращателей, обеспечивающих необходимые стабильные фазовые сдвиги при изменении частоты формируемых сигналов в широком диапазоне.

Основная часть

Фазовращатель гармонического сигнала (рис. 1) содержит операционный усилитель, два резистора, конденсатор, делитель (Δ), сумматор и преобразователь «период — напряжение» (ПР).

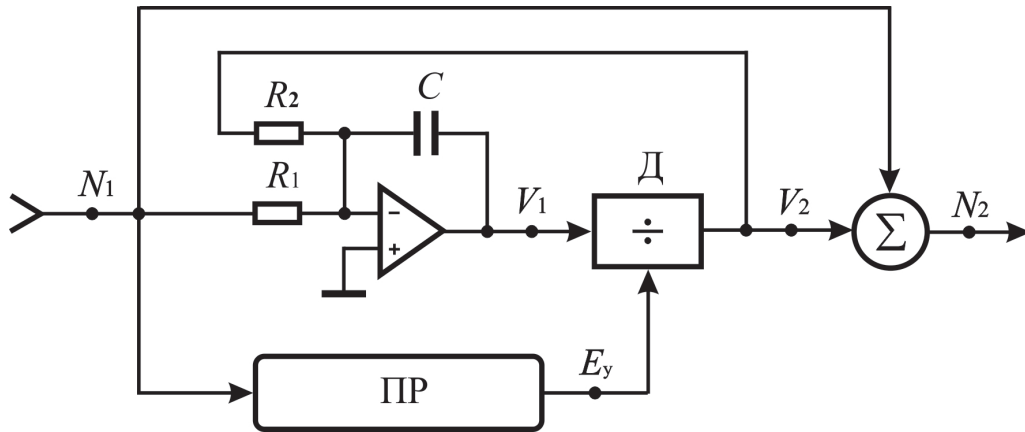


Рис. 1. Структурная схема ФГС

На входную шину фазовращателя подается гармонический сигнал $N_1(t) = A_0 \sin(\omega t)$ с амплитудным значением A_0 и частотой $\omega = 2\pi \cdot f$.

Для нахождения основных расчетных соотношений между входным $N_1(t)$ и выходным $N_2(t)$ сигналами воспользуемся операторным методом.

Операционный усилитель, резисторы R_1 и R_2 , а также конденсатор C образуют двухходовой инвертирующий интегратор выходной сигнал которого

$$V_1(s) = - \left[N_1(s) \cdot \frac{1}{\tau_1 s} + V_2(s) \cdot \frac{1}{\tau_2 s} \right], \quad (1)$$

где $\tau_1 = R_1 C$ и $\tau_2 = R_2 C$ – постоянные времени интегратора по первому и второму входам; s – комплексная переменная.

Выходной сигнал делителя Δ , поступающий на второй вход интегратора

$$V_2(s) = V_1(s) / E_y, \quad (2)$$

где E_y – управляющее напряжение, поступающее на второй вход делителя с выхода преобразователя ПР.

В результате сложения сигналов $N_1(s)$ и $V_2(s)$ на выходе фазовращателя формируется сигнал

$$N_2(s) = k_1 \cdot N_1(s) + k_2 \cdot V_2(s), \quad (3)$$

где k_1 и k_2 – коэффициенты передачи сумматора по первому и второму входам.

При совместном решении (1) — (3) получим выражение для передаточной функции фазовращателя

$$H(s) = N_2(s) / N_1(s) = \frac{k_1 \cdot \tau_y s + k_1 \cdot m - k_2}{\tau_y s + m}, \quad (4)$$

где $\tau_y = \tau_1 \cdot E_y$ — управляемая постоянная времени; $m = R_1 / R_2$.

При $R_1 = R_2 = R$ коэффициент $m = 1$, тогда формула (4) примет вид

$$H(s) = \frac{k_1 \cdot \tau_y s + k_1 - k_2}{\tau_y s + 1}. \quad (5)$$

Если в (5) принять $k_1 = 1$, а $k_2 = 2$, то ПФ фазовращателя

$$H(s) = \frac{\tau_y s - 1}{\tau_y s + 1} \quad (6)$$

будет соответствовать фазовому фильтру первого порядка.

Заменив в (6) $s \rightarrow j\omega$, запишем выражение для комплексной частотной функции $H(j\omega) = \frac{j\omega \cdot \tau_y - 1}{1 - j\omega \tau_y}$.

Модуль коэффициента передачи $H(\omega) = 1$, а аргумент $\varphi(\omega) = -2 \arctg(\omega \cdot \tau_y) = -2 \arctg(2\pi f \cdot \tau \cdot E_y)$. (7)

Из (7) следует, что фазовый сдвиг $\varphi(\omega)$ между выходным $N_2(t)$ и входным $N_1(t)$ колебаниями будет оставаться постоянным $\varphi(\omega) = \text{const}$ при условии, что управляющее напряжение E_y будет изменяться обратно пропорционально частоте f , то есть прямо пропорционально периоду входного сигнала

$$E_y \equiv 1 / f \equiv T.$$

Для заданного значения угла φ_0 значение постоянной времени τ может быть рассчитано по формуле

$$\tau = \frac{\text{tg}(\varphi_0 / 2)}{2\pi \cdot f \cdot E_y}.$$

Управляющее напряжение, пропорциональное периоду входного сигнала, формируется с помощью преобразователя «период — напряжение». Некоторые варианты построения преобразователей «период — напряжение» приведены в [20, 21].

Заключение

1. Предложен фазовращатель, обеспечивающий постоянный фазовый сдвиг при изменении частоты входного сигнала в широких пределах.

2. Получены аналитические выражения для расчета параметров фазовращателя. Результаты расчетов и математического моделирования в программе PSIM-9 показали хорошее совпадение.

3. Фазовращатель может найти применение при построении квадратурных и многофазных формирователей и генераторов гармонических колебаний, в управляемых фильтрах, умножителях частоты.

Список литературы:

1. Дубровин В. С. Управляемые фазовращатели/В. С. Дубровин//Южно-сибирский научный вестник. – Бийск, 2012. – Вып. 2 (2). – С. 38–41.
2. Пат. 81859 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 К 4/06. Аналого-цифровой аддитивный формирователь сигнала треугольной формы/Дубровин В. С., Зюзин А. М.; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2008146321/22; заявл. 24.11.08; опубл. 27.03.09, Бюл. № 9. – 12 с.: 2 ил.
3. Пат. 81860 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 К 4/06. Аддитивный формирователь сигнала треугольной формы/Дубровин В. С., Зюзин А. М.; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2008146300/22; заявл. 24.11.08; опубл. 27.03.09, Бюл. № 9. – 6 с.: 2 ил.
4. Пат. 83669 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 К 4/06. Аддитивный формирователь сигнала треугольной формы/Дубровин В. С., Зюзин А. М.; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2009103327/22; заявл. 02.02.09; опубл. 10.06.09, Бюл. № 16. – 8 с.: 5 ил.
5. Пат. 83670 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 К 4/06. Аддитивный формирователь сигнала треугольной формы/Дубровин В. С., Зюзин А. М.; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2009103333/22; заявл. 02.02.09; опубл. 10.06.09, Бюл. № 16. – 3 с.: 8 ил.
6. Дубровин В. С. Определение погрешности линеаризации синтезированного линейно-изменяющегося сигнала в среде LabView/В. С. Дубровин, М. В. Ильин//Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments: сб. тр. восьмой Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 20–21 нояб. 2009 г. – М., 2009. – С. 226–228.
7. Дубровин В. С. Модель для оптимизации параметров синтезированного сигнала/В. С. Дубровин, Е. А. Сайгина//Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. – Ростов н/Д., 2011. – С. 234–236.
8. Дубровин В. С. Особенности применения аддитивных формирователей сигналов в функциональных генераторах/В. С. Дубровин//Южно-сибирский научный вестник. – Бийск, 2013. – № 2 (4). – С. 41–45.
9. Дубровин В. С. Способ формирования линейно изменяющегося сигнала/В. С. Дубровин, В. В. Никулин//Измерительная и вычислительная техника в технологических процессах = Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах = Measuring and Computing Devices in Technological Processes. 2013. № 4 (45). – С. 72–76.
10. Дубровин В. С. Формирователь линейно изменяющегося сигнала/В. С. Дубровин//Южно-сибирский научный вестник. – Бийск, 2014. – № 1 (5). – С. 70–73.
11. Дубровин В. С. Способ построения управляемых функциональных генераторов/В. С. Дубровин, В. В. Никулин//Т-сomm: Телекоммуникации и транспорт. – 2013. – Т. 7, № 6. – С. 22–27.
12. Дубровин В. С. Способ построения функционального генератора/В. С. Дубровин//Prospero. – 2014. – № 1 (2). – С. 63–66.
13. Дубровин В. С. Способы построения управляемых функциональных генераторов/В. С. Дубровин, А. М. Зюзин//Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2014. № 7–8. С. 131–137.
14. Пат. 101291 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 В 27/00. Функциональный генератор/Дубровин В. С., Зюзин А. М.; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2010137125/09; заявл. 06.09.10; опубл. 10.01.11, Бюл. № 1. – 7 с.: 2 ил.

15. Пат. 104402 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 В 27/00. Функциональный генератор/Дубровин В. С., Зюзин А. М.; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2011100735/09; заявл. 12.01.11; опубл. 10.05.11, Бюл. № 13. – 8 с.: 2 ил.
16. Пат. 108247 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 В 27/00. Функциональный генератор/Дубровин В. С., Зюзин А. М.; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО») – № 2011119660/08; заявл. 16.05.11; опубл. 10.09.11, Бюл. № 25. – 2 с.: 1 ил.
17. Пат. 80634 Российская Федерация, МПК⁷ Н03 В 19/06. Умножитель частоты квадратурных сигналов./В. С. Дубровин, А. М. Зюзин; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»); № 2008143820/22; заявл. 05.11.08; опубл. 10.02.09, Бюл. № 4. – 1 с.: 1 ил.
18. Пат. 103993 Российская Федерация, МПК⁷ Н03 В 19/00. Умножитель частоты квадратурных сигналов./Дубровин В. С., Зюзин А. М.; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 201014148151/09; заявл. 25.11.10; опубл. 27.04.11, Бюл. № 12. – 2 с.: 1 ил.
19. Пат. 80638 РФ, МПК⁷ Н04 L 5/04. Устройство для определения параметров сигнала с квадратурной модуляцией./Дубровин В. С., Зюзин А. М.; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2008141738/22; заявл. 21.10.08; опубл. 10.02.09, Бюл. № 4. – 2 с.: 1 ил.
20. Пат. 130161 Российская Федерация, МПК⁷ Н 02 М 9/06. Преобразователь частоты в напряжение/Дубровин В. С., Зюзин А. М.; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2012138490/07; заявл. 07.09.12; опубл. 10.07.13, Бюл. № 19. – 1 с.: 2 ил.
21. Пат. 2520409 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 К 7/06. Преобразователь периодического сигнала в частоту и период/Дубровин В. С., Зюзин А. М.; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2012140981/08; заявл. 25.09.12; опубл. 27.03.14, Бюл. № 9. – 10 с.: 2 ил.

Contents

Section 1. Architecture	3
<i>Okonchenko Olha Myhajlivna</i>	
Volume-Space structure of Western Ukraine bastion castles	3
<i>Putintsev Andrey Lvovich</i>	
Social factor of modern Russian urban planning	7
Section 2. Biology	10
<i>Lygin Sergei Aleksandrovich, Kabirova Liana Rystamovna</i>	
Karaidel district is a source of clay as natural “sterilizer” of cow’s milk	10
<i>Mambetullaeva Svetlana Mirzamuratovna, Bakhiyeva Luiza Aminovna,</i> <i>Begzhanova Gulnara Turdymukhambetovna, Shaniyazova Zukhra Bukharbaevna</i>	
Features of distribution of biogenic elements in water ecosystems of Aral Sea area.	14
<i>Mirametova Nadira Purkhanatdinovna</i>	
Research of adaptation systems at children of Karakalpakstan on action of physical activities.	18
<i>Melnik Viktor Ivanovich, Skoroplyas Irina Aleksandrovna</i>	
Modern status of populations of <i>Carlina onopordifolia</i> Besser ex Szafer, kulcz. & Pawl. in Ukraine.	21
Section 3. Biotechnology	25
<i>Omelchuk Evgen Olexandrovich, Krasinko Victoria Olegivna, Krapyvnytska Irina Olexiyivna,</i> <i>Teterina Svitlana Mycolayvna, Syrchin Sergiy Olexandrovich</i>	
Physical and chemical properties of endoglucanases from <i>Aspergillus</i> sp. 262 and <i>Corynascus</i> sp. 2006 327n	25
Section 4. Mathematics	29
<i>Drushinin Victor Vladimirovich, Lazarev Alexey Alexandrovich</i>	
Proof of euler-goldbach’s conjecture	29
Section 5. Materials Science	32
<i>Dishluk Lubov Sergeevna</i>	
Defining Compositions of vegetative analogs for pharmaceutical gelatin for obtaining soft capsules	32
<i>Zayakhanov Mikhail Egorovich</i>	
Improving the physical and chemical activity of the medium of binding agents hydration	35
<i>Stepanov Makar Stepanovich, Dombrovskiy Yuriy Markovich</i>	
Surface hardening of steel products with high-speed heating by microarc chemical heat treatment.	37
Section 6. Machinery construction	42
<i>Vasenin Valery Ivanovich, Bogomjagkov Alexey Vasilievich, Sharov Konstantin Vladimirovich</i>	
Investigation into a ringshaped gating system with feeders of variable crosssection	42
<i>Kaminskij Andrij</i>	
Improving the efficiency of individual high-rise fire-rescue devices with kinetic energy dissipators	56
<i>Filatov Vladimir Viktorovich</i>	
Optimization of parametres of the smoothness running of the perspective bus line of modular build with unified suspension assembly	60
<i>Karelina Maria Yurievna, Zhigunov Igor Vladimirovich</i>	
Main directions of the optimization of the automobile steering control construction	68
Section 7. Medical science	74
<i>Hinhuliak Alexander Nikolaevich</i>	
Clinical, functional and neurohormonal aspects to implement the concept to prevent subclinical atherosclerosis in a short-term and long-term prognosis	74

<i>Horodylovska Marta Ihorivna</i>	
Eosinophilic esophagitis in structure of esophageal inflammatory diseases in schoolchildren	77
<i>Mamedova, Guzalya Bakirovna, Shaymatov Mirdjalol Jullievich, Teshabaeva Maftuna Huramovna, Ismailova Nigina Mamurovna</i>	
The effectiveness of marketing at medical institutions	80
<i>Mukhamedova Nurkhan Xalimovna</i>	
Differentiated approach in harmonic status in women of pre postmenopausal period	84
<i>Nechytailo Yuriy Mykolaiovych, Nechytailo Dmytro Yuriiiovych, Buriak Oleksandr Grygorovych</i>	
Features of the condition of microcirculation in school-age children with arterial hypertension	86
Section 8. Mechanical engineering	90
<i>Krivosheev Igor Alexandrovich, Shamurina Anna Igorevna</i>	
A method of monitoring changes softening of rock mass	90
Section 9. Food processing industry	94
<i>Vujacic Vesna</i>	
Challenges of genetically modified food and GMOs	94
Section 10. Agricultural sciences	98
<i>Lutfullin Minsagit Hayrulloevich, Lutfullina Nailya Achmetovna, Galkina Irina Vasilievna, Galkin Vladimir Ivanovich, Vorobieva Natalia Vladimirovna</i>	
The effect of composition on the basis of quarternary phosphonium salt, substituted dinitrobenzofuroxsane and glucose on intestinal nematodes of pigs	98
<i>Turiansky Yuriy Ivanovych</i>	
Research of the capital tax in the state financial mechanism.	101
Section 11. Technical sciences	106
<i>Guseynova Amina Rauf, Abdullayeva Maya Yadigar</i>	
Nanotechnology in the coking process of heavy pyrolysis resin	106
<i>Lavrichenko Oleg Viacheslavovich</i>	108
<i>JSC "Concern Morinformсистема-Agat", Moscow.</i>	108
<i>Software engineer.</i>	108
<i>E-mail: Lavrslava1962@mail.ru</i>	108
Development and support of a probability-sampling method of analysis of innovation systems of the Far Eastern industrial enterprises as multidimensional structures inhomogeneous set of objects innovation	108
<i>Lastochkin Denis Mihailovich</i>	
Analysis of dynamic effects on forestry machines	112
<i>Elshin Victor Vladimirovich, Melnik Sergey Aleksandrovich</i>	
Current status and perspectives of development technology gold desorption from the saturated activated carbon	114
<i>Petrov Valery Ivanovich, Zykov Peter Anatolievich, Petrova Valentina Aleksandrovna, Klimashin Sergei Ivanovich, Patanin Andrey Vladimirovich</i>	
Tests on low-cycle fatigue of welded joints of heat-resistant steel in laboratory conditions.	119
<i>Chaban Inna Victorivna</i>	
Numerical simulation of processes in combined shock-foam-type air-handling unit with a block of thermoelectric modules	122
Section 12. Transport	130
<i>Minenko Ekaterina Yurievna, Kusmorova Julia Anatolevna</i>	
The dependence of the level of safety at level crossings on the size of the vehicle fleet	130
<i>Minenko Ekaterina Yurievna</i>	
Analysis of collateral roadside infrastructure of highways under the jurisdiction of the Penza region	133

Section 13. Physics	138
<i>Aliyev Maqsud Isfendiar oğlu, Gadzhieva Nushaba Nubarak kızı,</i> <i>Akhmedova Gunay Bahlul kızı, Naghiyev Jalal Ahadbala oğlu</i>	
Research of thermal effects in composites on the basis of polyethylene and semiconductor fillers of GaAs and GaAs <Te>	138
<i>Javadov Khaladdin Fazil, Javadli Elmaddin Khaladdin</i>	
The big bang theory and universe modeling. Mistakes in the relativity theory	144
<i>Maxmud Bazarovich Nabiyev, Rustam Yavkachovich Rasulov, Muhayyo Adxamovna Mamatova,</i> <i>Xayotjon Xasanovich Raxmatullaev, Islomjon Muminov</i>	
The spatial distribution of the temperature of the cooled screen semiconductor thermocouples	148
<i>Voxob Rustamovich Rasulov, Rustam Yavkachovich Rasulov, Mahliyo Adxamovna Mamatova,</i> <i>Xayotjon Xasanovich Raxmatullaev, Islomjon Muminov</i>	
About a kinetic equation for holes in dimensionally — quantized well of the semiconductor with complex zone	150
<i>Sapozhnikau Fiodar Denisovitch, Karpuk Dzmitry Stepanovitch</i>	
Radiation of absolute blackbody	153
<i>Nazila Bagir Soltanova</i>	
Physics of semiconductors and dielectrics in Azerbaijan.	156
<i>Usachev Valery Mikhailovich</i>	
Anfang der Theorie des Raumes als ideale Quanten-Flüssigkeit (IQF)	161
Section 14. Chemistry	172
<i>Aliyeva Adel Mansour kızı, Melikova Irada Gasan kızı, Rustamova Djeýran Teymur kızı,</i> <i>Kojarova Lyudmila Ivanovna, Faradjev Guseyn Mammad oğlu</i>	
Catalysts on the base hydrides of alloys in partial oxidation of aliphatic alcohols	172
<i>Aronbaev Sergey Dmitrievich, Nasimov Abdullah Muradovich, Aronbaev Dmitry Markielovich</i>	
Potentiometric determination of ionization constants of the functional active groups of biopolymers of cell walls brewing yeast	174
<i>Hovakimyan Svetlana Ashotovna, Hobosyan Nina Garnikovna, Hovsepyan Varduhi Surenovna,</i> <i>Babakhanyan Ashot Vardgesovich</i>	
Synthesis of 1,2,3-trichloro-5- (2-chloroethoxy)-2-pentenes derivatives	178
<i>Sivtseva Anastasia Vasilievna, Zhilenko Marina Petrovna, Sivtsev Vasily Ivanovitch</i>	
Particular qualities of catalytic oxidation of cysteine and cystine by molecular oxygen	180
<i>Sivtseva Anastasia Vasilievna, Zhilenko Marina Petrovna</i>	
Synergism and antagonism in model system of oxidation of sulfur-containing wastewaters.	183
<i>Teymurova Emma Abasovna, Akhmedov Mubariz Medjid oğlu, Melikova İrada Gasan kızı,</i> <i>Salimova Sevidj Rza kızı, Abbasova Nurana Ismail kızı</i>	
Extractive-photometric method for the determination of silver in the lead concentrates of polymetallic ores	186
<i>Khalilova Maira Hidayat kızı, Akhmedov Mubariz Medjid oğlu</i>	
Research of acid strength of the fine-dispersed calcite-containing stone systems for the purpose of their hydrophobization.	189
Section 15. Electrical engineering	192
<i>Dubrovin Viktor Stepanovych</i>	
Phase shifter of a harmonic signal	192