ISSN 2663-6417

ПАЁМИ

ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ БОХТАР
ба номи НОСИРИ ХУСРАВ
(маҷаллаи илмӣ)
СИЛСИЛАИ ИЛМҲОИ ТАБИӢ

ВЕСТНИК

БОХТАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени НОСИРА ХУСРАВА
(научный журнал)
СЕРИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

BULLETIN

OF BOKHTAR STATE UNIVERSITY
named after NOSIRI KHUSRAV
(scientific journal)
SERIES OF NATURAL SCIENCES

ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ БОХТАР
ба номи НОСИРИ ХУСРАВ
МАРКАЗИ ТАБЪУ НАШР, БАРГАРДОН ВА ТАРҶУМА

БОХТАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени НОСИРА ХУСРАВА
ЦЕНТР ПЕРИОДИКИ, ПУБЛИКАЦИИ И ПЕРЕВОДА

BOKHTAR STATE UNIVERSITY
named after NOSIRI KHUSRAV
CENTER OF PERIODICALS, PUBLISHING AND TRANSLATION

2/1 (96)

БОХТАР-2022

ПАЁМИ ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ БОХТАР БА НОМИ НОСИРИ ХУСРАВ

Муассиси маҷалла:
МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав»

Маҷалла соли 2016 таъсис ёфта, соли 2018 тағйири ном кардааст.
Дар як сол 4 шумора нашр мегардад

САРМУҲАРРИР:

Давлатзода Сайфиддин Хайриддин — доктори илмҳои биология, профессор, узви вобастаи АМИТ, ректори МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав»

МУОВИНИ САРМУҲАРРИР:

Комилӣ Абдулҳай Шарифзода — доктори илмҳои физика-математика, профессор.

МУОВИНИ САРМУҲАРРИР:

Абдураҳимов Алимурод Одинаевич — номзади илмҳои физика-математика, дотсент.

КОТИБИ МАСЪУЛ:

Болтаев Малик Аҷикович — номзади илмҳои химия, дотсент

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ:

01.00.00 – Илмҳои физикӣ-математикӣ

Рачабов Нусрат Рачабович — доктори илмҳои физика-математика, профессор, академики АМИТ.

Қурбонов Икром Қурбонович — доктори илмҳои физика-математика, профессор, узви вобастаи АМИТ.

Табаров Абдулло Ҳабибуллоевич — доктори илмҳои физика-математика, профессор.

Сафаров Ҷумабой Сафарович — доктори илмҳои физика-математика, профессор.

02.00.00 – Химия

Бадалов Абдулхайр Бадалович — доктори илмҳои химия, профессор, узви вобастаи АМИТ.

Каримов Маҳмадкул Бобоевич — доктори илмҳои химия, профессор, узви вобастаи АМИТ.

Эшов Бахтиёр Бадалович — доктори илмҳои техникӣ, профессор.

Ғафуров Бобомурод Абуқаҳорович — доктори илмҳои химия, дотсент.

03.00.00 – Биология

Абдуллоев Абдуманнон Абдуллоевич — доктори илмҳои биология, профессор.

Бердиев Ҷумъа Бердиевич — номзади илмҳои биология, дотсент.

07.00.10 – Таърихи илм ва техника

Шерматов Дӯстназар Саидович — доктори илмҳои физика-математика, профессор.

Қурбонов Баҳром Раҳмонович — доктори илмҳои таърих, профессор.

Маҷалла ба Феҳристи нашрияҳои илмии тақризшавандаи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, аз 18.05.2021, ворид гардидааст.

Дар маҷалла мақолаҳои илмии соҳаҳои илмҳои физика-математика, химия, биология, таърихи илм ва техника барои чоп қабул карда мешаванд. Маҷалла мақолаҳои илмии муаллифонро аз рӯи ихтисосҳои зерин ба чоп қабул менамояд:

Физика-математика: *01.01.02, 01.01.04, 01.01.07, 01.02.01, 01.04.02, 02.04.14*

Химия: *02.00.01, 02.00.02, 02.00.04, 02.00.05*

Биология: *03.02.01, 03.02.04, 03.02.14*

Таърихи илм ва техника: *07.00.10*

Маҷалла дар Шохиси иқтибосҳои илмии Русия (РИНЦ) ворид карда шудааст.

Маҷалла ба забонҳои тоҷикӣ ва русӣ нашр мешавад.

Матни мукаммали маводи чопӣ дар сомонаи расмии маҷалла ҷойгир карда шудааст (www.bgu-n-vestniki.tj).

Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.

Бохтар-2021. №2/1(96). ISSN 2663-6417

Маҷалла дар Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон №142/МҶ-97, аз 10.12.2019 ба қайд гирифта шудааст.

Маҷалла дар Маркази табъу нашр, баргардон ва тарҷумаи ДДБ ба номи Носири Хусрав таҳия мегардад.

Нишонии Марказ: 735140, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Бохтар, кӯчаи Айнӣ, 67.

Сомонаи маҷалла: www.bgu-n-vestniki.tj

E-mail: payomiddq@mail.ru

Тел.: (832 22) 2-44-61.

ВЕСТНИК БОХТАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ НОСИРА ХУСРАВА

Учредитель журнала:
ГОУ «Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава»

Журнал основан в 2016 году и переименован в 2018 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Давлатзода Сайфиддин Хайриддин — доктор биологических наук, профессор, член-корр. НАНТ ректор ГОУ «Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава»

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Комили Абдулхай Шарифзода — доктор физико-математических наук, профессор.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Абдурахимов Алимурод Одинаевич — кандидат физико-математических наук, доцент.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

Болтаев Малик Ажикович — кандидат химических наук, доцент

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЕГИИ:

01.00.00 – Физико-математические науки

Раджабов Нусрат Раджабович — доктор физико-математических, наук, профессор, академик НАНТ.

Курбонов Икром Курбонович — доктор физико-математических наук, профессор, член.-корр. НАНТ

Табаров Абдулло Хабибуллоевич — доктор физико-математических наук, профессор.

Сафаров Джумабой Сафарович — доктор физико-математических наук, профессор.

02.00.00 – Химические науки

Бадалов Абдулхайр Бадалович — доктор химических наук, профессор, член.-корр. НАНТ

Каримов Маматкул Бобоевич — доктор химических наук, профессор, член.-корр. НАНТ

Эшов Бахтиёр Бадалович — доктор технических наук, профессор

Гафуров Бобомурод Абдукахорович — доктор химических наук, доцент

03.00.00 – Биологические науки

Абдуллоев Абдуманнон Абдуллоевич — доктор биологических наук, профессор

Бердиев Джума Бердиевич — кандидат биологических наук, доцент

07.00.10 – История науки и техники

Шерматов Дустназар Саидович — доктор физико-математических наук, профессор

Курбонов Бахром Рахмонович — доктор исторических наук, профессор

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК при Президенте Республики Таджикистан от 18.05.2021 г.

Для публикации в журнале принимаются научные статьи по физико-математическим, химическим, биологическим наукам, а также истории науки и техники.

В журнале печатаются научные статьи по следующим отрасям науки и научным специальностям:

Физика-математика: *01.00.01, 01.01.04, 01.01.07, 01.02.01, 01.04.02, 01.04.14*

Химия: *02.00.01, 02.00.02, 02.00.04, 02.00.05*

Биология: *03.02.01, 03.02.14, 03.02.08, 03.02.14*

История науки и техники: *07.00.10*

Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Журнал печатается на таджикском и русском языках.

Полнотекстовые версии опубликованных материалов размещены на официальном сайте журнала (www.bgu-n-vestniki.tj).

Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Бохтар-2021. №2/1(96). ISSN 2663-6417

Журнал зарегистрирован в Министерстве культуры Республики Таджикистан. Свидетельство №142/МҶ-97, от 10.12.2019.

Журнал подготавливается к изданию в Издательском центре БГУ имени Носира Хусрава.

Адрес Издательского центра:
735140, Республика Таджикистан,
г. Бохтар, улица Айни, 67.
Сайт журнала: www.bgu-n-vestniki.tj
E-mail: payomiddq@mail.ru

BOKHTAR STATE UNIVERSITY NAMED AFTER NOSIRI KHUSRAV

Founder of the magazine:
SEI «Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav»

The magazine was founded in 2008 and renamed in 2018.
The are 4 issues in a year.

CHIEF EDITOR:

Davlatzoda Sayfiddin Khayriddin — doctor of biological sciences, professor, member-correspondent of the NAST, rector of SEI «Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav»

DEPUTY CHIEF EDITOR:

Komili Abdulhai Sharifzoda — doctor of physical and mathematical sciences, professor.

DEPUTY CHIEF EDITOR:

Abdurahimov Alimurod Odinaevich — candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

EXECUTIVE SECRETARY:

Boltaev Malik Ajikovich — candidate of chemical sciences, associate professor.

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

01.00.00 –Physical and mathematical sciences

Rajabov Nusrat Rajabovich — doctor of physical and mathematical sciences, professor, academician of the NAST.

Qurbonov Ikrom Qurbonovich — doctor of physical and mathematical sciences, professor, member-correspondent of the NAST

Tabarov Abdullo Habibulloevich — doctor of physical and mathematical sciences, professor.

Safarov Jumaboi Safarovich — doctor of physical and mathematical sciences, professor.

02.00.00 – Chemical sciences

Badalov Abdulkhair Badalovich — doctor of chemical sciences, professor, member-correspondent of the NAST.

Karimov Mahmadqul Boboevich — doctor of chemical sciences, professor, member-correspondent of the NAST.

Eshov Bakhtiyor Badalovich — doctor of technical sciences, professor.

Gafurov Bobomurod Abduqahorovich — doctor of chemical sciences, associate professor.

03.00.00 – Biological sciences

Abdulloev Abdumannon Abdulloevich — doctor of biological sciences, professor.

Berdiev Juma Berdievich — candidate of biological sciences, associate professor.

07.00.10 – History of science and technique

Shermatov Dustnazar Saidovich — doctor of physical and mathematical sciences, professor.

Qurbonov Bahrom Rahmonovich — doctor of historical sciences, professor.

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications of the Higher Attestation Commission under the President of the Republic of Tajikistan from 18.05.2021.

The magazine accepts scientific articles on physical and mathematical, chemical, biological sciences, also history of science and techniques. The journal accepts scientific articles in the following branches of science and scientific specialties:

Physics and matematics: *01.01.01, 01.01.20, 01.01.07, 01.02.01, 01.04.02, 1.04.14*

Chemistry: *02.00.01, 02.00.02, 02.00.04, 02.04.14*

Biology: *03.02.01, 03.02.14, 03.02.08.*

History of science and techniquess: *07.00.10*

The journal is included in the database of the Russian Science Citation Index (RSCI).

The magazine is published in Tajik and Russian.

Full-text versions of published materials are available on the journal's official website (www.bgu-n-vestniki.tj).

Bulletin of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav.

Bokhtar-2021. №2/1(96). ISSN 2663-5534

The magazine is registered with the Ministry of Culture of the Republic of Tajikistan.

Certificate №142/MJ-97, dated 10.12.2019.

The magazine is being prepared for publication Center of BSU named after Nosiri Khusrav.

Publishing Center Address:
735140, Republic of Tajikistan,
Bokhtar city, Aini street, 67.
Journal website: www.bgu-n-vestniki.tj
E-mail: payomiddq@mail.ru
Phone: (832 22) 2-44-61.

ТДУ 574.6:477.63/64

АМСИЛАСОЗИИ МАТЕМАТИКИИ МАРҲАЛАҲОИ ҲАЁТИ ПОПУЛЯТСИЯИ ОИЛАИ ЗАНБӮРИ АСАЛ

Комилиён Ф.С., Саидзода И.М.
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Мубрамият ва ҳадафи таҳқиқот. Барои иқлими Тоҷикистон соҳаи занбӯриасалпарварӣ яке аз шуғлҳои созгор, муфид, камхарҷ ва даромадноку муҳимми хоҷагидории аҳолии мамлакат ба ҳисоб рафта, дар таъмини амнияти озуқавории кишвар нақши муассир дорад. Зеро дар кишвари мо барои рушди соҳаи занбӯриасалпарварӣ пойгоҳи мувофиқ ва бузурги ғизои занбӯри асал мавҷуд аст. Тоҷикистон кишвари кӯҳсор аст. Зиёда аз 93% масоҳати онро кӯҳҳо ташкил медиҳанд. Дар ноҳияҳои кӯҳӣ, наздикӯҳӣ ва водиҳои ин мамлакати офтобӣ гулу гиёҳҳо ва дарахтону буттаҳои шаҳдбори гуногунрангу гуногунтамъ хеле фаровон мерӯянд, ки аз онҳо занбӯрони асал метавонанд дар тамоми мавсимҳои мувофиқи сол гард ва шаҳди гул ҷамъ оваранд. Тибқи маълумоти оморӣ имрӯз майдони заминҳои занбӯриасалпарварӣ дар ҷумҳурӣ тақрибан ба 5 миллион гектар баробар аст. Ин миқдор замин имкон медиҳад, ки истеҳсоли асал дар як сол то 30-40 ҳазор тонна афзоиш дода шавад. Инчунин, теъдоди зиёди дарахтону гиёҳҳои шаҳдбор шароит фароҳам меоранд, ки дар кишвар аз 500 то 600 ҳазор оилаи занбӯри асал парвариш карда шуда, ба воситаи онҳо на танҳо асал, балки миқдори зиёди дигар маҳсулоти ғизоӣ ва табобатӣ, ба мисли мум, прополис, гарда ва заҳри занбӯри асал низ истеҳсол карда шавад [3].

Парвариши занбӯри асал барои тоҷикон ба як ҷузъи фарҳанги миллӣ табдил ёфта, дорои таърихи хеле куҳан мебошад. Занбӯриасалпарварӣ дар кишвари мо натанҳо барои ба даст овардани асал ва дигар маҳсулоти занбӯри асал, балки гардолудкунии зироатҳо низ ба таври васеъ истифода мешавад. Хусусиятҳои шифобахшии маҳсулоти занбӯри асал барои тоҷикон кайҳо боз маълуманд. Ҳанӯз тақрибан 1000 сол муқаддам олим, шоир ва табиби машҳури олам Абуалӣ ибни Сино дар асари худ «Қонуни тиб» дар бораи манфиатҳои асал ва заҳри занбӯри асал ба саломатии инсон қайдҳои зиёд кардааст. Дар Тоҷикистон аз асал ҳамчун аз маводи бебаҳои табобатӣ на танҳо дар тибби халқӣ, балки дар тибби муосири илмӣ низ дар табобати бемориҳои гуногун истифода мебаранд.

Хоҳиши одамон барои донистани таъсири маҳсули кори занбӯри асал рӯз аз рӯз афзуда истодааст. Зеро одамон хуб дарк кардаанд, ки истеъмоли асал барои фаъолияти организм муфид буда, тавони онро барқарор месозад, ба он қувват мебахшад, вазъи руҳии инсонро болида мегардонад, масунияти баданро баланд мебардорад. Гиппократ дар амалияи тиббӣ асалро васеъ истифода мебурд ва тавсия медод, ки аз он ҳар рӯз истифода баранд.

Хусусияти судмандтарини асал дар таъсири зиддибактериявӣ, зиддимикробӣ ва зиддивирусии он нуҳуфтааст. Дар таркиби асал миқдори зиёди калий мавҷуд аст, ки дорои хосияти баланди маҳв сохтани бактерияҳо мебошад. Инчунин дар таркиби он ба миқдори муайян омехтаи металлҳои оҳан ва мис вуҷуд доранд, ки дар табобати бемории камхунӣ ва ба эътидол овардани сатҳи гемоглобини хун маводи беҳамто ба ҳисоб мераванд.

Заҳри занбӯри асал кайҳо давои олӣ будани худро дар табобати бемориҳои системаи асаб ва танзими кори мушакҳои дил собит сохтааст. Он равандҳои илтиҳобиро низ коҳиш медиҳад. Тибби халқӣ аз қадим неши занбӯри асалро дар табобати ревматизм ва дигар бемориҳои вобаста ба шамолкашӣ истифода мебарад.

Прополис дар соҳаҳои тиб ва косметика васеъ истифода мешавад. Онро дар муолиҷаи захмҳо, табобати мавзеъҳои сӯхтаи бадан, хунукзада, бемориҳои сили шуш, тонзиллит, пӯст, луобпардаи даҳон истифода бурда, ҳамчун маводи табобатӣ ба хамираи дандон ва кремҳои шифобахш илова менамоянд.

Гарди гулро маҳсулоти мӯъҷизавӣ мегӯянд. Он аз сафедаҳо, витаминҳо, равғанҳо, намакҳои минералӣ, моддаҳои рушду нумӯъ ва гормонҳо бой буда, мисли асал барои занбӯри асал ҳамчун ғизо хизмат мерасонад. Дар тиб гарди гулро барои табобат аз бемориҳои камхунӣ, хастагию заифӣ ва бисёр бемориҳои дигар тавсия медиҳанд.

Хосиятҳои беназири ғизоӣ ва табобатии асал ва маҳсулоти дигари аз занбӯри асал ҳосилшавандаро ба эътибор гирифта, дар тамоми давлатҳои пешрафтаи ҷаҳон, ки шароити

иқлимиашон барои парвариши занбӯри асал мусоидат мекунад, хоҷагиҳои занбӯриасалпарварӣ ташкил карда шудаанд. Ба истиснои қитъаи Антарктида дигар дар ҳама қитъаҳои олам соҳаи занбӯриасалпарварӣ рушд кардааст. Мувофиқи маълумоти ФАО, ЮНЕСКО ва дигар созмону ташкилотҳои байналмилалӣ соли 1972 дар ҷаҳон тақрибан 40 миллион оилаҳои занбӯри асал вуҷуд доштааст. Дар ИМА, Канада ва Австралия занбӯриасалпарварии махсусгардонидашуда инкишоф ёфта, дар ин кишварҳо ҳосили миёнаи асал аз як қуттӣ ба 20-40 кг баробар будааст. Дар аксар давлатҳо, аз ҷумла дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, барои рушди соҳаи занбӯриасалпарварӣ барномаҳо ва ҳатто қонунҳо қабул шудааст [2].

Маъруфтарин ва хуштамътарин асал, асали аз гули табиии гиёҳу растаниҳо ва буттаву дарахтон ҳосилшаванда ба ҳисоб меравад. Бештари одамон хусусан навъҳои асали аз гули гиёҳҳои бойчечак, юнучқа, линден, марҷумак, акатсия, ширинбеда, хардал (горчичник), пахта, офтобпараст, қатраборон ва тамашк омодагаштаро меписанданд [21]. Номи асал низ аз номи растанию гиёҳҳое гирифта мешавад, ки аз онҳо занбӯр барои ҳосилкунии асал шаҳд ҷамъ мекунад.

Дар таркиби асал тақрибан 60 моддаи гуногуни барои инсон ва дигар мавҷудоти зинда ҳаётан муҳим мавҷуд аст. Ҷузъи асосии таркиби онро карбогидратҳо ташкил медиҳанд: глюкоза (қанди ангур) ва фруктоза (қанди мева). Дар 100 *г* асал, ки организми инсонро бо 335 калория энергия таъмин месозад, 0,3-3,3% сафеда (протеин) ва 77,2% карбогидратҳо мавҷуданд. Асал инчунин дорои як қатор ферментҳое мебошад, ки ангезиши (реаксияи) метаболизмро дар бадан ба таври назаррас суръат мебахшанд. Аз маъданҳо асал дорои намакҳои калсий, натрий, магний, оҳан, сулфур, йод, хлор ва фосфор буда, аз микроэлементҳо дорои манган, силитсий, алюминий, бор, хром, мис, литий, никел, сурб, қалъагӣ, рух, осмий ва ғайра мебошад. Таркиби асалро як қатор кислотаҳои органикӣ, аз қабили кислотаҳои себӣ, ангурӣ, лимуӣ, лактикӣ (ширӣ), оксаликӣ (шулхагӣ), кислотаҳои ғайриорганикии пантотенӣ, фолий ва миқдори нисбатан зиёди витаминҳои B_2, PP, C, B_6, H (биотин), E, K ташкил додаанд.

Гарчанде барои аз нуқтаи назари илмӣ ба роҳ мондани рушди соҳаи занбӯриасалпарварӣ дар ҷумҳурии мо ва дигар мамлакатҳои дунё вобаста ба хосиятҳои табобатию ғизоии асал ва тарзи кору фаъолияти дастаҷамъонаи оилаи занбӯри асал якчанд таҳқиқоти таҷрибавию биологӣ [1, 5, 6, 14, 18, 22] гузаронида шуда, барои ба занбӯрпарварон ёрии тахассусӣ расонидан чанде дастурҳои тавсиявию методӣ [4, 19] низ ба нашр расонида шуда бошад ҳам, мутаассифона, бар пояи илмӣ, яъне бо истифода аз усулҳои амсиласозии математикию компютерӣ ба роҳ мондани раванди ҷамъоварии гарду шаҳди гул аз тарафи занбӯрони корӣ ва дар қуттӣ ба асал табдил додани онҳо ҳанӯз таҳқиқоти кофӣ анҷом дода нашудаанд.

Масъалаҳои амсиласозии ҳаёт ва фаъолияти занбӯри асал. Акнун вақти он расидааст, ки муҳаққиқон ба амсиласозии математикии соҳаи занбӯриасалпарварӣ ва марҳалаҳои ҳаёту тарзи фаъолияти занбӯри асал (Apis Mellifera) таваҷҷуҳи махсус зоҳир намоянд. Ба андешаи мо, пеш аз ҳама, онҳоро мебояд аз тариқи амсиласозиҳои математикию компютерӣ ба таҳқиқи динамикаи афзоиши оилаҳои занбӯри асал, раванди зимистонгузаронии онҳо ва дигар ҷабҳаҳои ҳаёти пурсамари оилаҳои ин ҷонварони меҳнатпарасту неъматофар пардозанд.

Таҳқиқоти математикӣ набояд танҳо бо ҳисобкуниҳои одии шумораи умумии занбӯрони асал, миқдори тухми баборовардаи модарзанбӯр ва муқоисаи онҳо бо маълумоти мавҷудаи аз адабиёт дастрасшуда маҳдуд гардаду бас, балки онҳо бояд ба амсиласозии мукаммали математикии ҳайати функсионалию синнусолии оилаҳои занбӯрони асал бахшида шаванд, то ки бо ёрии онҳо аз рӯйи маълумоти пешакӣ оид ба миқдори тухмгузории миёнаи шабонарӯзии модарзанбӯрҳо шумораи умумии занбӯрони асал, занбӯрони корӣ, нарзанбӯрон (занбӯрони парастор), зочаҳо, пешаззочаҳо ва кирминаҳои дар оилаҳо бавоярасанда ҳисоб карда шуда, динамикаи тағйирёбии онҳо дар мавсими парвариши занбӯри асал арзёбӣ карда шавад. Сохтори амсилаҳои таҳияшаванда бояд сохтори биологии оилаҳои занбӯрони асал (мавҷудияти танҳо як модарзанбӯр, тақсимоти синнусолии меҳнат) ва хусусиятҳои дохилиоилавии занбӯрон (давомнокии умри миёна, муҳлати тақсимоти функсионалии меҳнат байни ҳамаи аъзои оила, фавти пеш аз муҳлати занбӯрон ва ғайра)-ро пурра инъикос карда тавонанд.

Аз ин рӯ, ин ҷо мо тасмим гирифтем, ки дар ин самти илмии бениҳоят рӯзмарра ва ба талаботи муосири ҳукумати ҷумҳурӣ хеле мувофиқ, роҷеъ ба таъмини амнияти озуқавории мамлакат ва «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф (солҳои 2020-2040)», саҳми арзандаи худро гузорем.

Дар навбати аввал мо бо истифода аз усулҳои амсиласозиҳои консептуалӣ ва математикӣ танҳо марҳалаҳои ҳаёт ва ҳисобкуниҳои сифатии популятсияи оилаи алоҳидаи занбӯри асалро аз

ҷиҳати биологӣ тарҳрезӣ ва асоснок менамоем. Дар таҳқиқоти баъдӣ ба амсиласозиҳои математикӣ ва компютерии ҳайати функционалию синнусолии оилаҳои занбӯрони асал мегузарем. Барои амалӣ намудани ин ҳадафҳо мо пай дар пай ва ба таври муттасил масъалаҳои зеринро ҳал менамоем:

– пойгоҳи ғизоии занбӯри асал ва навъҳои гиёҳу растаниҳои шаҳддиҳандаи минтақаҳои гуногуни Ҷумҳурии Тоҷикистонро мавриди омӯзиш ва таҳлил қарор медиҳем;

– дараҷаи афзоишёбии популятсияи оилаҳои занбӯри асалро аз ҷиҳати имкониятҳои физиологиашон ҳисоб мекунем ва ба қайд мегирем;

– марҳалаҳои инкишофи ҳар як узви (фарди) оилаи занбӯри асал (тухм, кирмина, пешаззоча, зоча, занбӯр: занбӯри корӣ, нарзанбӯр, модарзанбӯр)-ро тибқи шароити иқлимии минтақаҳои гуногуни кишвар муайян месозем;

– амсилаи консептуалии марҳалаҳои ҳаёти популятсияи оилаи занбӯри асал (аз тавлид то фавт)-ро таҳия мекунем;

– дар асоси амсилаи консептуалӣ барои таҳқиқи динамикаи тағйирёбии популятсияи оилаи занбӯри асал амсилаи математикӣ месозем;

– барои ҳисобкунӣ ва баҳодиҳӣ ба характери тағйирёбии популятсияи оилаи занбӯри асал ва муайян намудани дурнамои рушди он дар асоси амсилаи математикӣ амсилаи компютерӣ тарҳрезӣ менамоем.

Ҳангоми амсиласозиҳои консептуалӣ ва математикии марҳалаҳои ҳаёти занбӯри асал мо асосан ба монографияи Ф.А. Лаврехин ва С.В. Панкова «Биологияи занбӯри асал» [14], таҳқиқоти диссертатсионии А.Р. Шарипов «Хусусиятҳои биологию хоҷагидории зотҳои занбӯрони асал дар шароити Тоҷикистони шимолӣ» [20], дастури амалии О.А. Затолокин «Аломатҳои асосӣ, тавсифҳои қиёсии занбӯрпарварӣ» [4], таҳқиқоти бунёдии В.В. Меншуткин «Санъати амсиласозӣ (экология, физиология, эволютсия)» [15] ва таҳқиқоти илмии ба соҳаи моҳипарварӣ бахшидашудаи Ф.С. Комилиён (Комилов) бо шогирдонаш [7-13, 23], ки баъзе хусусиятҳои амсиласозии математикии ин соҳа ба соҳаи занбӯриасалпарварӣ хеле наздик аст, такя хоҳем кард. Амсиласозии компютерӣ бошад бар пояи маълумоти эмпирикӣ роҷеъ ба динамикаи тухмгузории модарзанбӯр устувор гардонида мешавад, ки таҷрибагузарониҳои саҳроӣ бо оилаҳои занбӯрони асал асосан дар минтақаи шимоли Тоҷикистон гузаронида шудаанд [20]. Натиҷаҳои амсиласозии компютерӣ дар шакли графикӣ, ба таври возеҳ, пешниҳод карда мешаванд.

Ба нақша гирифта шудааст, ки дар заминаи натиҷаҳои амсилавӣ, оид ба қонуниятҳои умумии рушди популятсияи оилаҳои занбӯри асал (хусусан таркиби функционалию синнусолии онҳо) муҳокимарониҳо ба роҳ монда мешавад. Аз ҷумла, пешбинӣ шудааст, ки бо усули амсиласозӣ тарзи тухмгузории оптималии модарзанбӯр, ташкили биологии пайдарпайии таксимоти синнусолии меҳнат байни аъзои оилаи занбӯри асал, рушди босуръати занбӯрони корӣ, шароити беҳтарини зиндамонии занбӯрон, ҳадди аксари (максимуми) ҳосили асал ва шумораи оптималии занбӯрҳои ба зимистон гуселшаванда муайян карда мешаванд. Натиҷаҳои компютерии бадастоянда метавонанд дар тавсеа додани имкониятҳои маърифатию таҷрибагузарониҳои мустақими биологӣ муфид бошанд ва ба рушди минбаъдаи технологияи амсиласозии математикӣ дар соҳаи занбӯриасалпарварӣ мусоидат намоянд.

Барои муайянсозӣ ва баҳодиҳӣ ба динамикаи популятсияи занбӯри асал, пеш аз ҳама, мебояд марҳалаҳои ҳаёти оилаи онро аз ҷиҳати биологӣ мавриди омӯзиш ва таҳқиқ қарор дод. Дар ҳолати муайян намудани динамикаи популятсияи оилаҳои занбӯри асал, мо метавонем қобилияти корӣ, иқтидор, ҳосилнокӣ ва дурнамои рушди ҳар як оиларо арзёбӣ намоем. Ҳосилнокии ҳар як оилаи занбӯри асал, пеш аз ҳама, аз миқдори занбӯри оила вобастагӣ дорад. Тибқи мушоҳидаҳо шумораи занбӯри асали як оила дар тӯли сол ба ҳисоби миёна 10-12 ҳазор занбӯрро ташкил дода, дар мавсими асалғундорӣ то ба 60-80 ҳазор сар мерасад [18].

Ҳамчунин тибқи таҳқиқҳои олимони соҳа ҳар қадар растаниҳои шаҳддиҳанда ба қуттии оилаи занбӯри асал наздиктар ҷойгир бошанд, ҳамон қадар ҷамъоварии ҳосили асал беҳтар амалӣ мешавад. Гарчанде занбӯри асал ба ҳисоби миёна то 20-30 *км* масофаро парвоз карда тавонад ҳам, парвози дуртарини он аз назди қуттии оила набояд аз 3-4 *км* зиёд бошад, вагарна маҳсулнокии фаъолияти он кам мегардад. Масофаи оптималии шаҳдгункунии занбӯри асал аз назди қуттии оила 2 километрро ташкил медиҳад [18, 21].

Амсилаи консептуалии марҳалаҳои ҳаёти занбӯри асал. Яке аз масъалаҳои марказии раванди амсиласозӣ интихоби тағйирёбандаҳои амсила ва баҳисобгирии омилҳои таъсиррасони

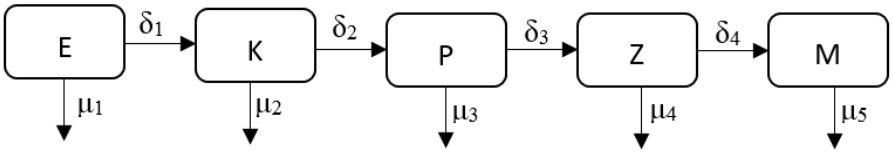
дохилию берунаи он дониста мешавад. Азбаски дар шароити иқлимии Тоҷикистон якчанд навъи занбӯри асал (зотҳои маҳаллӣ, карпатӣ, итолиёвӣ ва ғайра)-ро парвариш намудан мумкин аст, мо дар раванди амсиласозиҳои марҳалаҳои ҳаёти занбӯри асал тавсифҳои физиологии занбӯри асали навъи маҳаллиро ба асос гирифтем.

Ҳангоми амсиласозӣ фарз карда мешавад, ки вазъи популятсияи оилаи (системаи) занбӯри асал, рушду инкишофи он дар ҳар як лаҳзаи вақти додашудаи марҳалаи ҳаёташ $t \in [t_0; t_n],\ n \in N$ ва гузариши (табдилёбии) популятсия аз як марҳалаи инкишофи синнусолӣ ба марҳалаи дигар бо ёрии тағйирёбандаҳои зерин муайян, таҳқиқ ва баҳо дода мешавад: миқдори тухми баборовардаи модарзанбӯр – $E(t)$, шумораи кирминаҳои занбӯри оила – $K(t)$, шумораи пешаззочаҳои он – $P(t)$, шумораи зочаҳояш – $Z(t)$ ва шумораи занбӯрҳои болиғ – $M(t)$. Нақшаи инкишофи марҳалавии занбӯри асал ва табдилёбии сифатии организми он дар расми 1 тасвир ёфтааст.

Расми 1. Нақшаи инкишофи марҳалавии занбӯри асал ва табдилёбии сифатии организми он.

Асоси амсилаи консептуалии (алгоритм)-и гузариши вазъи популятсияи оилаи занбӯри асалро аз як марҳалаи инкишоф ба марҳалаи дигари инкишофи ҳаёташ, ки дар расми 2 тасвири графикии он пешниҳод гардидааст, танҳо равандҳои афзоиш ва фавти табиии он ташкил медиҳанду бас. Дар масири марҳалаи мушаххаси ҳаёти занбӯри асал дар натиҷаи фавти табиӣ як ҳиссаи муайяни популятсияи ҳамон синну сол – μ_i $(i = 1,2,3,4,5)$ оламро падруд гуфта, ҳиссаи боқимондаи он – δ_i $(i = 1,2,3,4)$ ба марҳалаи навбатии инкишофи синнусолӣ мегузарад.

Гарчанде амсилаи консептуалии таҳияшуда (расми 2) бисёр сода намояд ҳам, вале он алоқамандӣ ва робитаҳои байни ҳар як марҳалаи синнусолии ҳаёти занбӯри асалро пурра ва дуруст инъикос карда метавонад.



Расми 2. Тасвири графикии амсилаи консептуалии марҳалаҳои ҳаёти занбӯри асал.

Дар қадами аввали амсиласозӣ мо тасмим гирифтем, ки дар амсилаи таҳияшаванда сохтори (ҳайат)-и функсионалии занбӯрҳо (занбӯрони корӣ, нарзанбӯрҳо) ва таксимоти меҳнатро дар байни аъзои оилаи занбӯрони асал ба ҳисоб намегирем. Инчунин, гарчанде фаъолияти занбӯри асал аз омилҳои таъсиррасони беруна, хусусан ҳарорати ҳаво, дараҷаи намнокии он, шиддат ва самти шамол, вазъи экологии муҳити атроф (ғализӣ, чангу ғубор ва ғайра) вобастагии ногусастанӣ дошта бошад ҳам, дар қадами мазкур ин омилҳо низ ба ҳисоб гирифта намешаванд. Масъалаҳои зикршуда мавзуи таҳқиқоти минбаъдаи мо хоҳанд буд.

Амсилаи математикии марҳалаҳои ҳаёти занбӯри асал. Технологияи сохтани амсилаи математикии популятсияи оилаи занбӯри асал, ки бар пояи амсилаи консептуалии таҳияшуда (расми 2) асоснок гардонида шудааст, чандон мураккаб нест. Асоси амсилаи математикиро низ равандҳои афзоиши миқдор, фавти табиӣ ё биологӣ (дар ҳолати умумӣ аз рӯйи синну сол, сироят аз беморихо, вирусу бактерияҳо, канаҳо, шикор аз тарафи парандагон ва ғайра) ва инчунин гузариши популятсияи оилаи занбӯри асал аз як марҳалаи инкишоф ба марҳалаи дигар ташкил додааст.

Умуман, амсилаи математикии популятсияи оилаи занбӯри асал аз системаи хаттии 5 муодилаи дифференсиалии одӣ иборат буда, барои тасвири динамикаи тағйирёбии миқдори популятсияи занбӯр ҳангоми гузариши он аз як марҳалаи инкишофи синнусолӣ ба марҳалаи дигар пешбинӣ шудааст. Намуди муодилаҳои система чунинанд:

1. Муодилаи ҳисобкунии динамикаи тағйирёбии лаҳзавии миқдори популятсияи марҳалаи якуми синнусолии занбӯри асал, яъне тухмчаҳои бордоршудаи модарзанбӯр (эмбрионҳо):

$$\frac{dE}{dt} = E(t) - \delta_1 E(t) - \mu_1 E(t);$$
$$t \in [t_{0_E}; t_{n_E}],\ n_E \in N;\ E_0 = E(t_{0_E}). \quad (1)$$

2. Муодилаи ҳисобкунии динамикаи тағйирёбии лаҳзавии миқдори популятсияи марҳалаи дуюми синнусолии занбӯри асал – кирминаҳои оила:

$$\frac{dK}{dt} = \delta_1 E(t) - \delta_2 K(t) - \mu_2 K(t);$$
$$t \in [t_{0_K}; t_{n_K}],\ n_K \in N;\ K_0 = K(t_{0_K}) = E(t_{n_E}). \quad (2)$$

3. Муодилаи ҳисобкунии динамикаи тағйирёбии лаҳзавии миқдори популятсияи марҳалаи сеюми синнусолии занбӯри асал – пешаззочаҳои оила:

$$\frac{dP}{dt} = \delta_2 K(t) - \delta_3 P(t) - \mu_3 P(t);$$
$$t \in [t_{0_P}; t_{n_P}],\ n_P \in N;\ P_0 = P(t_{0_P}) = K(t_{n_K}). \quad (3)$$

4. Муодилаи ҳисобкунии динамикаи тағйирёбии лаҳзавии миқдори популятсияи марҳалаи чоруми синнусолии занбӯри асал – зочаҳои оила:

$$\frac{dZ}{dt} = \delta_3 P(t) - \delta_4 Z(t) - \mu_4 Z(t);$$
$$t \in [t_{0_Z}; t_{n_Z}],\ n_Z \in N;\ Z_0 = Z(t_{0_Z}) = P(t_{n_P}). \quad (4)$$

5. Муодилаи ҳисобкунии динамикаи тағйирёбии лаҳзавии миқдори популятсияи марҳалаи панҷуми синнусолии занбӯри асал – занбӯрҳои болиғи оила:

$$\frac{dM}{dt} = \delta_4 Z(t) - \mu_5 M(t);$$
$$t \in [t_{0_M}; t_{n_M}],\ n_M \in N;\ M_0 = M(t_{0_M}) = Z(t_{n_Z}). \quad (5)$$

Дар системаи муодилаҳои дифференсиалии одии овардашудаи (1)-(5) бо бузургиҳои $E_0 = E(t_{0_E})$, $K_0 = K(t_{0_K}) = E(t_{n_E})$, $P_0 = P(t_{0_P}) = K(t_{n_K})$, $Z_0 = Z(t_{0_Z}) = P(t_{n_P})$, $M_0 = M(t_{0_M}) = Z(t_{n_Z})$ – шартҳои аввалаи масъалаи Коши (яъне, қиматҳои аввалаи тағйирёбандаҳои амсила $E = E(t), K = K(t), P = P(t), Z = Z(t), M = M(t)$), бо ёрии коэффитсиенти μ_i $(i = 1,2,3,4,5)$ – ҳиссаи коҳишёбандаи миқдори популятсияи марҳалаи i-юми синнусолии оилаи занбӯри асал тавассути фавти табиии фардҳои он, бо ёрии коэффитсиенти δ_i $(i = 1,2,3,4)$ – ҳиссаи афзояндаи популятсияи марҳалаи $(i+1)$-уми синнусолӣ аз ҳисоби гузариши ҳамин миқдор популятсияи марҳалаи i-юми синнусолӣ ба он, ишора шудаанд.

Дар ибтидо системаи муодилаҳои дифференсиалии одии (1)-(5)-ро дар ҳолати статсионарӣ таҳқиқ ва ҳал менамоем. Яъне, ҳолати

$$\frac{dE}{dt} = 0, \frac{dK}{dt} = 0, \frac{dP}{dt} = 0, \frac{dZ}{dt} = 0, \frac{dM}{dt} = 0$$

-ро дида мебароем, ки аз ин ҷо мувофиқан чунин бармеояд:

$$\begin{cases} E - \delta_1 E - \mu_1 E = 0 \\ \delta_1 E - \delta_2 K - \mu_2 K = 0 \\ \delta_2 K - \delta_3 P - \mu_3 P = 0 \\ \delta_3 P - \delta_4 Z - \mu_4 Z = 0 \\ \delta_4 Z - \mu_5 M = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Системаи муодилаҳои алгебравии (6)-ро дар мавриди $E = E_0$, будан ҳал намуда, қимати тағйирёбандаҳои боқимондаи амсиларо меёбем:

$$K = \frac{\delta_1 E_0}{\delta_2 + \mu_2},$$
$$P = \frac{\delta_1 \delta_2 E_0}{(\delta_2 + \mu_2)(\delta_3 + \mu_3)},$$
$$Z = \frac{\delta_1 \delta_2 \delta_3 E_0}{(\delta_2 + \mu_2)(\delta_3 + \mu_3)(\delta_4 + \mu_4)},$$
$$M = \frac{\delta_1 \delta_2 \delta_3 \delta_4 E_0}{\mu_5 (\delta_2 + \mu_2)(\delta_3 + \mu_3)(\delta_4 + \mu_4)}.$$

Тавре аз раванди ҳалли системаи муодилаҳо ва ҷараёни ҳисобкуниҳои амсилавӣ маълум гашт, дар ҳолати статсионарӣ (оромӣ) барои тағйирёбандаҳои амсила таносубҳои мувофиқи математикиро бе душворӣ ҳосил намудан имконпазир будааст. Дар ҳисобкуниҳои амсилавӣ иҷрои шартҳои

$E_0 > 0, E \geq K \geq P \geq Z \geq M,\ \delta_i > 0\ (i = 1,2,3,4),\ \mu_i \geq 0\ (i = 1,2,3,4,5),\ \delta_i + \mu_i = 1, (i = 1,2,3,4),\ \delta_1 < \delta_2 + \mu_2,\ \delta_2 < \delta_3 + \mu_3,\ \delta_3 < \delta_4 + \mu_4,\ \delta_4 < \mu_5,\ \mu_5 = 1$

ҳатмӣ дониста мешаванд, зеро дар раванди барномарезии минбаъдаи амсила (таҳияи амсилаи компютерӣ), ҳангоми идентификатсия намудани қимати коэффитсиентҳо ва параметрҳои он, ба иҷроиши ин шартҳо ва истифодаи онҳо дар барнома зарурат ба миён меояд.

Акнун, аз сабаби хаттӣ будани системаи муодилаҳои дифференсиалии одии (1)-(5) мо тасмим гирифтем, ки ёфтани ҳалли аналитикии онро дар ҳолати динамикӣ масъалагузорӣ кунем. Барои ёфтани ҳалли аналитикии системаи муодилаҳои (1)-(5) мо таҳқиқи ҳар як муодилаи системаро дар алоҳидагӣ дида мебароем.

Муодилаи якуми система хеле одӣ ҳал карда мешавад:

$$\frac{dE}{dt} = E(t) - \delta_1 E(t) - \mu_1 E(t),$$

ё

$$\frac{dE}{dt} = (1 - \delta_1 - \mu_1)E(t),$$

$$E(t) = E_0 e^{(1-\delta_1-\mu_1)t}.$$

Ҳалли ёфташудаи муодилаи якумро ба муодилаи дуюми система гузошта, онро ба намуди зерин меорем:

$$\frac{dK}{dt} = \delta_1 E(t) - \delta_2 K(t) - \mu_2 K(t),$$

ё

$$\frac{dK}{dt} = \delta_1 E(t) - (\delta_2 - \mu_2)K(t),$$

ки аз ин ҷо:

$$\frac{dK}{dt} + (\delta_2 - \mu_2)K(t) = \delta_1 E(t)$$

ҳосил мешавад. Акнун аз усули вариатсияи доимиҳо истифода бурда, ҳалли муодилаи мазкурро дар намуди зерин ҷустуҷӯ мекунем:

$$\frac{dK}{dt} + (\delta_2 - \mu_2)K(t) = 0,$$

$$K_*(t) = K_0 e^{-(\delta_2-\mu_2)t},$$

$$K_{**}(t) = K_0(t) e^{-(\delta_2-\mu_2)t},$$

$$K_0{}'(t) e^{-(\delta_2-\mu_2)t} - (\delta_2 - \mu_2)K_0(t) e^{-(\delta_2-\mu_2)t} +$$

$$+(\delta_2 - \mu_2)K_0(t) e^{-(\delta_2-\mu_2)t} = \delta_1 E_0 e^{(1-\delta_1-\mu_1)t},$$

$$K_0{}'(t) = \delta_1 E_0 e^{(1-\delta_1+\delta_2-\mu_1-\mu_2)t},$$

$$K_0(t) = \frac{\delta_1 E_0 e^{(1-\delta_1+\delta_2-\mu_1-\mu_2)t}}{1-\delta_1 + \delta_2 - \mu_1 - \mu_2},$$

$$K_{**}(t) = \frac{\delta_1 E_0 e^{(1-\delta_1+\delta_2-\mu_1-\mu_2)t}}{1-\delta_1 + \delta_2 - \mu_1 - \mu_2} e^{-(\delta_2-\mu_2)t},$$

$$K_{**}(t) = \frac{\delta_1 E_0 e^{(1-\delta_1-\mu_1)t}}{1-\delta_1 + \delta_2 - \mu_1 - \mu_2},$$

$$K(t) = K_*(t) + K_{**}(t) = K_0 e^{-(\delta_2-\mu_2)t} + \frac{\delta_1 E_0 e^{(1-\delta_1-\mu_1)t}}{1-\delta_1+\delta_2-\mu_1-\mu_2} == e^{-(\delta_2-\mu_2)t}\left(K_0 + \frac{\delta_1 E_0 e^{(1-\delta_1+\delta_2-\mu_1-\mu_2)t}}{1-\delta_1+\delta_2-\mu_1-\mu_2}\right).$$

Муодилаҳои боқимондаи системаи (1)-(5)-ро низ бо ҳамин тарз таҳқиқ намуда, ҳалҳои аналитикии онҳоро меёбем.

Ҳалли муодилаи сеюми система:

$$\frac{dP}{dt} = \delta_2 K(t) - \delta_3 P(t) - \mu_3 P(t),$$

ё

$$\frac{dP}{dt} = \delta_2 K(t) - (\delta_3 - \mu_3)P(t),$$

$$\frac{dP}{dt} + (\delta_3 - \mu_3)P(t) = \delta_2 K(t),$$

$$P(t) = P_0 e^{-(\delta_3-\mu_3)t} + \frac{\delta_2 K_0 e^{-(\delta_2-\mu_2)t}}{\delta_3 - \delta_2 + \mu_2 - \mu_3} +$$

$$+ \frac{\delta_1 \delta_2 E_0 e^{(1-\delta_1-\mu_1)t}}{(1-\delta_1 + \delta_2 - \mu_1 - \mu_2)(1+\delta_3 - \delta_1 - \mu_1 - \mu_3)}.$$

Ҳалли муодилаи чоруми система:

$$\frac{dZ}{dt} = \delta_3 P(t) - \delta_4 Z(t) - \mu_4 Z(t),$$

$$\frac{dZ}{dt} + (\delta_4 - \mu_4)Z(t) = \delta_3 P(t),$$

$$Z(t) = Z_0 e^{-(\delta_4-\mu_4)t} + \frac{\delta_3 P_0 e^{-(\delta_3-\mu_3)t}}{\delta_4 - \delta_3 + \mu_3 - \mu_4} +$$

$$+ \frac{\delta_2 \delta_3 K_0 e^{-(\delta_2-\mu_2)t}}{(\delta_3 - \delta_2 + \mu_2 - \mu_3)(\delta_4 - \delta_2 + \mu_2 - \mu_4)} +$$

$$+ \frac{\delta_1 \delta_2 \delta_3 E_0\, e^{(1-\delta_1-\mu_1)t}}{(1-\delta_1 + \delta_2 - \mu_1 - \mu_2)(1-\delta_1 + \delta_3 - \mu_1 - \mu_3)(1-\delta_1 + \delta_4 - \mu_1 - \mu_4)}.$$

Ҳалли муодилаи панҷуми система:

$$\frac{dM}{dt} = \delta_4 Z(t) - \mu_5 M(t),$$

$$\frac{dM}{dt} + \mu_5 M(t) = \delta_4 Z(t),$$

$$M(t) = M_0 e^{-\mu_5 t} + \frac{\delta_4 Z_0 e^{-(\delta_4-\mu_4)}}{\mu_5 + \mu_4 - \delta_4} + \frac{\delta_3 \delta_4 P_0 e^{-(\delta_3-\mu_3)}}{(\delta_4 - \delta_3 + \mu_3 - \mu_4)(\mu_5 + \mu_3 - \delta_3)} +$$

$$+ \frac{\delta_2 \delta_3 \delta_4 K_0 e^{-(\delta_2-\mu_2)t}}{(\delta_3 - \delta_2 + \mu_2 - \mu_3)(\delta_4 - \delta_2 + \mu_2 - \mu_4)(\mu_5 + \mu_2 - \delta_2)} +$$

$$+ \frac{\delta_1 \delta_2 \delta_3 \delta_4 E_0\, e^{(1-\delta_1-\mu_1)t}}{(1-\delta_1 + \delta_2 - \mu_1 - \mu_2)(1-\delta_1 + \delta_3 - \mu_1 - \mu_3)(1-\delta_1 + \delta_4 - \mu_1 - \mu_4)(1-\delta_1 - \mu_1 + \mu_5)}.$$

Ҳамин тариқ, ҳалли аналитикии системаи хаттии муодилаҳои дифференсиалии одии (1)-(5) ба пуррагӣ ёфта шуд.

Хулоса. Дар раванди таҳқиқоти мазкур марҳалаҳои биологии ҳаёти популятсияи оилаи занбӯри асал мавриди омӯзиш ва таҳлил қарор дода шуда, дар заминаи онҳо амсилаҳои мувофиқи консептуалӣ ва математикӣ сохта шудаанд. Амсилаи математикӣ аз системаи хаттии 5 муодилаи дифференсиалии одӣ иборат аст. Бо системаи муодилаҳо дар ҳолатҳои статсионарӣ ва динамикӣ таҳлилҳои математикӣ гузаронида шуда, барои тағйирёбандаҳои амсила таносубҳои аналитикии мувофиқ (ҳалли система) ва барои коэффитсиентҳои он шартҳои мувофиқи қиматқабулкунӣ ёфта шудаанд.

АДАБИЁТ:

1. Аветисян, Г.А. Итоги работ по селекции пчел на базе колхозных пасек и очередные задачи племенного дела в области пчеловодства. Труды ВАСХНИЛ [Текст] / Г.А. Аветисян // Пчеловодство. – М.; – Л.: Колос, 1937. – 27 с.
2. Ахбори Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон. – 2012. – №4. – Моддаи 270.
3. Занбӯриасалпарварӣ // Соҳаҳои афзалиятнок: саноати кишоварзӣ [Захираи электронӣ] https://www.tajinvest.tj/tj/priority-sectors/agrarnaya-promyshlen nost (Санаи муроҷиат: 03.10.21).
4. Затолокин, О. А. Пчеловодство. Практическое руководство [Текст] / О.А. Затолокин. – М.: Сталкер, 2003. – 352 с.
5. Земскова, Н. Е. Численность популяции медоносных пчел в Самарской области [Текст] / Н.Е. Земскова, В.Н. Сатаров, В.Р. Туктаров // Пчеловодство. – 2014. – №8. – С. 12-22.
6. Каменков, В.П. Пчелы и экология [Текст] / В.П. Каменков / Материалы 5-й международной научно-практической конференции и координационного совещания по пчеловодству. – М.: Рыбное, 2004. – С. 183-184.
7. Комилиён, Ф.С. Амсиласозии компютерии динамикаи популятсияи моҳиҳои экосистемаи обанбори пастоб [Матн] / Ф.С. Комилиён, И.М. Саидов. – Душанбе: Меҳроҷ Граф, 2019. – 154 с.
8. Комилиён, Ф.С. Амсиласозии компютерии ҳаёти гулмоҳӣ дар бассейн [Матн] / Ф.С. Комилиён, Ф.Т. Шамсов. – Душанбе: Ирфон, 2021. – 151 с.

9. Комилиён, Ф.С. Тарҳрезии консептуалии популятсияи моҳиҳои экосистемаи обанбори пастоб [Матн] / Ф.С. Комилиён, И.М. Саидов // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. – 2017. – №1/3. – С. 99-104.
10. Комилов, Ф.С. Компьютерное моделирование экосистем водохранилищ [Текст] / Ф.С. Комилов. – Душанбе: Сохибкор, 2010. – 240 с.
11. Комилов, Ф.С. Обменная энергия прудовой рыбы и её зависимость от внешних факторов водной среды [Текст] / Ф.С. Комилов, И.М. Саидов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2015. – №1-4 (168). – С. 157-163.
12. Комилов, Ф.С. Организация методов диагностики, назначения и лечения с использованием информационных технологий [Текст] / Ф.С. Комилов, Б.Ф. Раджабов // Вестник Курган-Тюбинского государственного университета имени Носира Хусрава. – 2014. – №1(27). – С. 15-21.
13. Комилов, Ф.С. Разработка и исследование компьютерной модели динамики экосистемы рыбоводного пруда [Текст] / Ф.С. Комилов, С.Х. Мирзоев, Д.С. Шарапов. – Душанбе: ЭР-граф, 2018. – 176 с.
14. Лаврехин, Ф.А. Биология медоносной пчелы / Ф.А. Лаврехин, С.В. Панкова. – М.: Колос, 1983. – 303 с.
15. Меншуткин, В.В. Искусство моделирования (экология, физиология, эволюция) / В.В. Меншуткин. – СПб.: Петрозаводск, 2010. – 416 с.
16. Саидов, И. Амсиласозии конептуалии динамикаи популятсияи занбӯри асал [Матн] / И. Саидов, А. Қосимӣ / Маводҳои конференсияи ҷумҳуриявии илмию амалии магистрони ДМТ бахшида ба ҷашнҳои 30-солагии Истиқлоли давлатии ҶТ, 110-солагии шоирони халқии Тоҷикистон М. Турсунзода, С. Улуғзода, «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф (солҳои 2020-2040)». – Душанбе, 2021. – С. 20.
17. Саидов, И. Тадқиқи риёзии динамикаи занбӯри асал [Матн] / И. Саидов, Ш. Ниёзов / Маводҳои конференсияи ҷумҳуриявии илмию амалии магистрони ДМТ бахшида ба ҷашнҳои 30-солагии Истиқлоли давлатии ҶТ, 110-солагии шоирони халқии Тоҷикистон М. Турсунзода, С. Улуғзода, «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф (солҳои 2020-2040)». – Душанбе, 2021. – С. 22.
18. Толчинский, С.П. Семьи должны быть сильными круглый год [Текст] / С.П. Толчинский // Пчеловодство. – 1938. – №4. – С. 30-31.
19. Шарипов, А. Занбӯриасалпарвар. Барои таълими касбии калонсолон [Матн] / А. Шарипов, М. Давлатов, А. Оташехов. – Душанбе: МД «Маркази таълимии калонсолони Тоҷикистон», 2020. – 194 с.
20. Шарипов, А.Р. Хусусиятҳои биологию хоҷагидории зотҳои занбӯрони асал дар шароити Тоҷикистони шимолӣ: дисс. номз. илмҳои кишов. [Матн] / А.Р. Шарипов. – Душанбе, 2019. – 150 с.
21. Шарипов, А. Сравнительное изучение биологических и хозяйственных признаков пчел различных пород в условиях Таджикистана: дисс. канд. сельскохозяйств. наук [Текст] / А. Шарипов. – Душанбе, 1997. – 125 с.
22. Beverton, R.J. On the dynamics of exploited fish populations / R.J. Beverton, S.J. Holt. – 1957. – 224 p.
23. Komilov, F. Computer-based study of patterns in fish pond ecosystem evolution [Text] / F. Komilov, S. Mirzoyev // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments. – 2018. – Vol. 41. – №2. – P. 9-13.

АМСИЛАСОЗИИ МАТЕМАТИКИИ МАРҲАЛАҲОИ ҲАЁТИ ПОПУЛЯТСИЯИ ОИЛАИ ЗАНБӮРИ АСАЛ

Мақола ба амсиласозии математикии марҳалаҳои ҳаёти популятсияи оилаи занбӯри асал бахшида шудааст. Аз ҷумла зикр шудааст, ки барои рушд додани соҳаи занбӯриасалпарварӣ шароит ва иқлими Тоҷикистон хеле мусоид буда, пойгоҳи мувофиқи ғизо барои парвариши замбӯри асал басанда аст. Тибқи маълумоти оморӣ майдони заминҳои занбӯриасалпарварӣ имрӯз дар ҷумҳурӣ тақрибан 5 миллион гектарро ташкил медиҳад. Ин миқдор замин ва теъдоди зиёди дарахтону гиёҳҳои шаҳдбор имкон медиҳанд, ки дар кишвар аз 500 то 600 ҳазор оилаи занбӯри асал парвариш карда шуда, истеҳсоли асал дар як сол то ба 30-40 ҳазор тонна расонида шавад.

Аммо гарчанде барои илман ба роҳ мондани рушди соҳаи занбӯриасалпарварӣ дар ҷумҳурӣ якчанд таҳқиқоти биологию тачрибавӣ ба роҳ монда шуда, чанд дастури методӣ ба ёрии занбӯрпарварон ба нашр расонида шуда бошад ҳам, бо истифода аз усулҳои амсиласозии математикию компютерӣ то ҳанӯз ягон таҳқиқоти илмӣ анҷом дода нашудааст.

Мо тасмим гирифтем, ки дар қадами аввал бо истифода аз амсиласозиҳои консептуалӣ ва математикӣ танҳо марҳалаҳои ҳаёти популятсияи оилаи алоҳидаи занбӯри асали навъи маҳаллиро тарҳрезӣ намоем. Тибқи амсилаи консептуалӣ вазъи (марҳалаҳои инкишофёбии) популятсияи оилаи (системаи) занбӯри асал дар ҳар як лаҳзаи вақти додашудаи t бо миқдори тухми баборовардаи модарзанбӯр (E), шумораи кирминаҳо (K), пешаззочаҳо (P), зочаҳо (Z) ва занбӯрҳо (M) баҳо дода мешавад. Дар қадами мазкур ҳайати функсионалии занбӯрҳо (занбӯрони корӣ, занбӯрони парастор) ва тақсимоти меҳнат байни аъзои оилаи

занбӯри асал ба ҳисоб гирифта нашудааст. Агарчӣ фаъолнокии занбӯри асал аз омилҳои таъсиррасони беруна, хусусан ҳарорат ва намнокии ҳаво, дарачаи чангу ғубори муҳити атроф, суръати шамол ва ғайра вобастагии ногусастанӣ дошта бошад ҳам, дар ин қадам ин омилҳо низ ба ҳисоб гирифта нашудаанд.

Амсилаи математикии популятсияи оилаи занбӯри асал аз системаи 5 муодилаи дифференсиалии одӣ иборат аст. Бо системаи муодилаҳо дар ҳолатҳои статсионарӣ ва динамикӣ таҳлилҳои математикӣ гузаронида шуда, барои тағйирёбандаҳои амсила таносубҳои аналитикии мувофиқ ва барои коэффитсиентҳои он шартҳои мувофиқи қиматқабулкунӣ ёфта шудаанд.

Тавсия шудааст, ки таҳқиқоти минбаъда бо ҳисобкуниҳои одии шумораи умумии занбӯрони асал, миқдори тухми баборовардаи модарзанбӯр ва муқоисаи онҳо бо маълумоти мавчудаи аз адабиёт дастрасшуда маҳдуд нагашта, ба амсиласозии мукаммали ҳайати функсионалию синнусолии оилаҳои занбӯри асал бахшида шаванд. Сохтори амсилаҳои таҳияшаванда бояд сохтори биологии оилаҳои занбӯри асал (мавчудияти танҳо як модарзанбӯр, таксимоти синнусолии меҳнат) ва хусусиятҳои дохилиоилавии занбӯрон (давомнокии умри миёна, муҳлати таксимоти функсионалии меҳнат байни аъзои оила, фавти пеш аз муҳлат ва ғайра)-ро дуруст ва пурра инъикос карда тавонанд.

КАЛИДВОЖАҲО: амсиласозии математикӣ, системаи муодилаҳои диффересиалӣ, популятсияи оилаи занбӯри асал, марҳалаи ҳаёт, модарзанбӯр, занбӯри корӣ, занбӯри парастор, зоча, кирмина, асал.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Комилиён Файзалӣ Саъдулло, доктори илмҳои физикаю математика, профессори кафедраи информатикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. E-mail: komfaiz@mail.ru

Саидзода Исроил Маҳмад, номзади илмҳои техникӣ, мудири кафедраи информатикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. E-mail: isroil-84@list.ru

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭТАПОВ ЖИЗНИ ПОПУЛЯЦИИ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛИНОЙ СЕМЬИ

Статья посвящена математическому моделированию этапов жизни популяции медоносной пчелиной семьи. В частности, говорится, что условия и климат Таджикистана, где имеется достаточная пищевая база, очень благоприятны для развития пчеловодства. По статистическим данным, площадь пчеловодческих угодий в стране сегодня составляет около 5 миллионов гектаров. Такой объем земли и большое количество цветущих деревьев и растений позволяют вырастить в стране от 500 до 600 тысяч пчелиных семей и увеличить производство меда до 30-40 тысяч тонн в год.

Однако несмотря на то, что в стране был проведен ряд биологических и экспериментальных исследований для научного развития пчеловодства, а также издан ряд методических пособий в помощь пчеловодам, пока с привлечением методов математического и компьютерного моделирования никаких научных исследований не проводилось.

Вначале мы решили с использованием методов концептуального и математического моделирования, смоделировать только этапы жизни популяции отдельного семейства местного вида медоносных пчел. Согласно концептуальной модели, состояние (стадии развития) популяции семейства пчел (системы) в каждый момент времени t определяется количеством яиц (E), отложенных маткой, количеством личинок (K), предкуколок (P), куколок (Z) и пчел (M). Этот шаг не учитывает функциональный состав пчел (рабочие пчелы, пчелы-трутни) и разделение труда между членами пчелиной семьи. Хотя активность пчел тесно связана с внешними факторами, особенно с температурой и влажностью, уровнем пыли в окружающей среде, скоростью ветра и т.д., на этом шаге эти факторы также не принимаются во внимание.

Математическая модель популяции пчелиной семьи состоит из системы 5 простых дифференциальных уравнений. С системой уравнений в стационарном и динамическом состояниях были проведены математические анализы, и были найдены соответствующие аналитические соотношения для переменных модели и соответствующие условия принятия значений для ее коэффициентов.

В дальнейших исследованиях рекомендуется не ограничиться только простыми расчетами общего количества пчел, количества яиц, отложенных маткой, и их сопоставлением с имеющимися данными из литературы, а сосредоточиться на полноценном моделировании функциональной и возрастной структуры пчелиных семей. Структура разрабатываемых моделей должна соответствовать биологической структуре пчелиных семей (наличие только одной матки, возрастное разделение труда) и правильно отражать внутрисемейные характеристики пчел (продолжительность жизни, функциональное разделение труда между членами семьи, преждевременная смерть и т.д.).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: математическое моделирование, система дифференциальных уравнений, популяция пчелиной семьи, жизненный цикл, пчела-мать, рабочая пчела, пчела-трутень, куколка, личинка, мёд.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Комилиён Файзали Саъдулло, доктор физико-математических наук, профессор кафедры информатики Таджикского национального университета. E-mail: komfaiz@mail.ru

Саидзода Исроил Махмад, кандидат технических наук, заведующий кафедрой информатики Таджикского национального университета. E-mail: isroil-84@list.ru.

MATHEMATICAL MODELING OF THE LIFE STAGES OF THE HONEY BEE FAMILY POPULATION

The article is devoted to mathematical modeling of the life stages of the population of the honey bee colony. In particular, it is said that the conditions and climate of Tajikistan, where there is a sufficient food base, are very favorable for the development of beekeeping. According to statistics, the area of beekeeping in the country today is about 5 million hectares. Such a volume of land and a large number of flowering trees and plants will allow the country to grow from 500 to 600 thousand bee colonies and increase the production of honey to 30-40 thousand tons per year.

However, despite the fact that a number of biological and experimental studies have been carried out in the country for the scientific development of beekeeping, and a number of methodological manuals have been published to help beekeepers, so far, no scientific research has been carried out using methods of mathematical and computer modeling.

At the beginning, we decided, using the methods of conceptual and mathematical modeling, to simulate only the life stages of population change for a separate family of a local species of honey bees. According to the conceptual model, the state (stages of development) of the population of a family of bees (systems) at each moment of time *t* is determined by the number of eggs (*E*) laid by the queen, the number of larvae (*K*), prepupae (*P*), pupae (*Z*) and bees (*M*). This step does not take into account the functional composition of the bees (worker bees, drone bees) and the division of labor between the members of the bee colony. Although the activity of bees is closely related to external factors, especially temperature and humidity, the level of dust in the environment, wind speed, etc., these factors are also not taken into account in this step.

The mathematical model of the population of a bee colony consists of a system of 5 simple differential equations. Mathematical analyzes were carried out with the system of equations in stationary and dynamic states, and the corresponding analytical relations for the variables of the model and the corresponding conditions for the acceptance of values for its coefficients were found.

In further studies, it is recommended not to limit ourselves only to simple calculations of the total number of bees, the number of eggs laid by the queen, and their comparison with the available data from the literature, but to focus on a full-fledged modeling of the functional and age structure of bee colonies. The structure of the developed models should correspond to the biological structure of bee colonies (presence of only one queen, age division of labor) and correctly reflect the intrafamilial characteristics of bees (life expectancy, functional division of labor between family members, premature death, etc.).

KEY WORDS: math modeling, system of differential equations, population of a bee colony, life cycle, mother bee, worker bee, drone bee, pupa, larva, honey.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Komiliyon Fayzali Sa′dullo, doctor of physical and mathematical sciences, professor of the department informatics of the Tajik National University. E-mail: komfaiz@mail.ru

Saidzoda Isroil Mahmad, candidate of technical sciences, head of the department informatics of the Tajik National University. E-mail: isroil-84@list.ru

УДК 517. 95

ДВОЯКОПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ РАВНОМЕРНО ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА НА ПЛОСКОСТИ С НАГРУЖЕННЫМ ЧЛЕНОМ

Сафаров Д.С.
Бохтарский государственный университета имени Н. Хусрава,
Кулобиев М.А.
Кулябский государственный университета имени А. Рудаки

Исследуем задачи существования и нахождения двоякопериодических решений с основными периодами $h_1, h_2, Im\left(\frac{h_2}{h_1}\right)$ для уравнения вида [1], [2], [3]

$$w_{\bar{z}} - q(z)w_z + a(z)w + b(z)w(z_0) = f(z), \tag{1}$$

где$q(z), a(z), b(z), d(z)$ −двоякопериодические функции с периодами h_1, h_2, причём

$$|q(z)| \leq q_0 < 1, \tag{2}$$

так как в уравнении (1) входят значения искомой функции $w(z)$ в фиксированной точке z_0, то, согласно классификации дифференциальных уравнений в монографии [3], это уравнение относится и нагруженным дифференциальным уравнениям. Случай $q(z) \equiv 0$ исследована в работе [5]. Найдены условия однозначной разрешимости задачи и выписаны все решения с применением аппарата теории эллиптических функций Вейерштрасса [8].

В работе[4] найдены двоякопериодические решения уравнения (1) без нагруженных членов на плоскости основного квазипериодического гомеоморфизма уравнения Бельтрами

$$\varphi_{\bar{z}} - q(z)\varphi_z = 0, |q(z)| \le q_0 < 1. \quad (3)$$

Как известно [1], [2], [6], [7], уравнение Бельтрами имеет важные приложения к задачам анализа, квазиконформного отображения, газовой динамике и других прикладных задач. В этой связи в монографии [6] уравнение (1) называют уравнением механики сплошных сред.

В монографии [10] показано, что если $q(z)$ удовлетворяет условию (2) и $q(z) \in H_*^\alpha, H_*^\alpha$ −множество двоякопериодических функций, с периодами h_1, h_2, и непрерывных по Гёльдеру в основном параллелограмме Ω с вершинами $o, h_1, h_1 + h_2, h_2$, то уравнение (3) имеет единственное квазипериодическое решение $\omega(z)$,т.е, удовлетворяющее уравнению

$$\omega_{\bar{z}} - q(z)\omega_z = 0,$$

а условиям

$$\omega(0) = 0, \omega(z + h) = \omega(z) + \tilde{h}\,, \quad (4)$$

$$h = m_1 h_1 + m_2 h_2, \tilde{h} = m_1\tilde{h}_1 + m_2\tilde{h}_2, Im\left(\frac{\tilde{h}_2}{\tilde{h}_1}\right) \ne 0, m_1, m_2 = 0, \pm 1, \pm 2 \dots .$$

Функция $\omega(z) \in C^1(\Omega)$ и осуществляет гомеоморное отображение параллелограмма Ω на четырёхсторонник $\Omega' = \omega(\Omega)$ с вершинами o, $\tilde{h}_1$, $\tilde{h}_1 + \tilde{h}_2$, $\tilde{h}_2$, плоскости $\mathbb{C}_\omega$. Такое решение названо основным квазипериодическим решением уравнения Белтьтрама [10].

1. При отображении $\omega(z)$ решетка Γ

$\Gamma = \{m_1 h_1 + m_2 h_2\} \subset \mathbb{C}_z \to \Gamma' = \{m_1\tilde{h}_1 + m_2\tilde{h}_2\} \subset \mathbb{C}_\omega$,

причём при

$$\iint_\Omega \omega_z(z)q(z)d\Omega = 0\,, \omega(\Gamma) \equiv \Gamma',$$

конгруентные по модулю Γ точки плоскости $\mathbb{C}_z$ переходят в конгруентные по модулю Γ' точки $\omega(z_1), \omega(z_2)$, то есть, если $z_1 \equiv z_2(mod\Gamma)$, то $\omega(z_1) \equiv \omega(z_2)(mod\Gamma')$;

если $q(z) \in C_*^1, C_*^1$ − класс двоякопериодических функций из класса $C^1(\Omega) \cap C(\overline{\Omega})$, то $\omega_{\bar{z}}, \omega_z \in C_*^1 \cap H_*^\alpha = C_*^{1+\alpha}, \alpha \in (0,1)$.

$$\omega(t) - \omega(z) = \omega_t(z)[t - z + q(z)(\overline{t - z})] + 0\left(|t - z|^\beta\right), \beta > 0.$$

На плоскости $\mathbb{C}_\omega$ построены обобщенные эллиптические функции Вейерштрасса $\tilde{\zeta}(z) = \zeta\big(\omega(z)\big), \tilde{\wp}(z) = \wp\big(\omega(z)\big), \tilde{\sigma}(z) = \sigma\big(\omega(z)\big)$, как обобщенные решения уравнения Бельтрами (3), [6], [10].

При условии $q(z), a(z), b(z), f(z) \in H_*^\alpha, 0 < \alpha \le 1$, будем искать решение уравнения (1) из класса C_*^1, точка $z_0 \in \Omega$, Ω −основной параллелограмм периодов.

Временно предполагая, что значение $w(z_0)$ в уравнении (1) известно, запишем его виде

$$w_{\bar{z}} - q(z)w_z + a(z)w = F(z), \quad (5)$$

где $F(z) = f(z) - b(z)w(z_0)$.

Как показано в [4], [10] разрешимость уравнения (5) зависит от значения числа

$$a_0 = \frac{1}{\pi}\iint_\Omega a(z)\omega_z(z)d\Omega, a_0 \in \Gamma' \text{или } a_0 \overline{\in} \Gamma'.$$

Если $a_0 \equiv 0$, то однородное уравнение имеет нетривиальное решение из класса C_*^1 в виде

$$\psi(z) = exp\left[-\tilde{T}_\zeta a(z)\right], \quad (6)$$

где $\tilde{T}_\zeta a(z)$ - интегральний оператор вида

$$\tilde{T}_\zeta a(z) = -\frac{1}{\pi}\iint_\Omega a(t)H(t,z)\,d_t\Omega,$$

$H(t,z) = \omega_t(t)\zeta[\omega(t) - \omega(z)]$, $\zeta(u)$ −дзета − функция Вейерштрасса [8], [9]. В самом деле функция $g(z) = \tilde{T}_\zeta\rho(z)$ при $\rho(z) \in C_*^1$ обладает дифференциальными свойствами [4], [10]

$$1)\ \left(\tilde{T}_\zeta\rho(z)\right)_{\bar{z}} = \rho(z) + \omega_{\bar{z}}\tilde{S}_\zeta\rho(z),\ \left(\tilde{T}_\zeta\rho(z)\right)_z = \omega_z\tilde{S}_\zeta\rho(z)$$

где $\tilde{S}_\zeta\rho(z)$ − сингулярный интеграл, с ядром обобщенной функции Вейерштрасса $\tilde{\wp}(z) = \wp\big(\omega(z)\big)$, $\wp(u)$ − обычная эллиптическая функция Вейерштрасса $\wp(u)$.

$$\wp(u) = \frac{1}{u^2} + \sum_{\tilde{h}\ne 0}{}' \left[\frac{1}{\left(u - \tilde{h}\right)^2} - \frac{1}{\tilde{h}^2}\right],$$

где суммирование проводится по периодом $\tilde{h} \neq 0,\ \tilde{h} = m_1\tilde{h}_1 + m_2\tilde{h}_2, m_1, m_2 = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$.

Сингулярный интеграл $\tilde{S}_\zeta \rho(z)$, как показано в [10], существует в смысле главного значения Коши и при $\rho \in C_*^1,\ S_\zeta: C_*^1 \to C_*^1$.

Теперь учитывая дифференциальные свойства $\tilde{T}_\zeta \rho(z)$ вычислим $\psi_{\bar{z}}$ и ψ_z:

$$\psi_{\bar{z}} = -\left(a(z) + \omega_{\bar{z}}\tilde{S}_\zeta a(z)\right)\psi(z), \quad \psi_z = -\left(\omega_z \tilde{S}_\zeta a(z)\right)\psi(z)$$

и подставляя вместе $\psi(z)$ в уравнения (5) при $F(z) = 0$, имеем

$$-a(z)\psi(z) - \omega_z \tilde{S}_\zeta a(z)\psi(z) + q(z)\left(\omega_z \tilde{S}_\zeta a(z)\right)\psi(z) +$$
$$+a(z)\psi = -a(z)\psi(z) - \bar{S}_z a(z)\psi(z)(\omega_{\bar{z}} - q(z)\omega_z) + a(z)\psi(z) = 0$$

т. е, $\psi(z)$ является решением однородного уравнения (5).

2) $\tilde{T}_\zeta \rho(z+h) = \tilde{T}_\zeta \rho(z) + \tilde{\eta} a_0\,, \qquad h = m_1 h_1 + m_2 h_2, \qquad \tilde{\eta} = m_1\tilde{\eta}_1 + m_2\tilde{\eta}_2$

m_1, m_2 – целые числа, $\tilde{\eta}_j = \tilde{\zeta}\left(\frac{\tilde{h}_j}{2}\right) - \tilde{\zeta}\left(-\frac{\tilde{h}_j}{2}\right),\ j = 1,2,\ \tilde{\eta}_1\tilde{\eta}_2$ – циклические постоянные вместе с $\tilde{h}_1, \tilde{h}_2$ связаны соотношением Лежандра $\tilde{\eta}_1\tilde{h}_1 - \tilde{\eta}_2\tilde{h}_2 = 2\pi i$, [10].

Из этого свойства $\tilde{T}_\zeta \rho(z)$ при $a_0 = 0$ получим, что

$$\psi(z+h) = e^{-\tilde{T}_\zeta \rho(z+h)} = e^{-\tilde{T}_\zeta(z)} = \psi(z)$$

то есть $\psi(z) \in C_*^1$.

3) Функция g(z) удовлетворяет неоднородному уравнению Бельтрами

$$g_{\bar{z}} - q(z)g_z = \rho(z),$$

и при выполнении условия

$$\iint_\Omega \rho(t)\,\omega_t(t)d\Omega = 0,$$

является его решением из класса C_*^1 [11]

При выполнении условия

$$\iint_\Omega F(t)\,\omega_t(t)\psi^{-1}(t)d\Omega = 0, \tag{7}$$

решение уравнения (5) из класса C_*^1, как показано в [4], представимо в виде

$$w(z) = \psi(z)\left[c + \tilde{T}_\zeta\left(F(z)\psi^{-1}(z)\right)\right], \tag{8}$$

где c – произвольная постоянная.

Теперь чтобы получить решение уравнения (1)из класса C_*^1,в формулы (7) и (8) надо функцию $F(z)$ заменить на выражение

$$F(z) = f(z) - b(z)w(z_0). \tag{8'}$$

Подставляя это значение в (7) получим относительно $w(z_0)$ уравнение вида

$$b_0 w(z_0) = f_0,$$

где

$$b_0 = \frac{1}{\pi}\iint_\Omega b(t)\,\omega_t(t)\psi^{-1}(t)dt, \quad f_0 = \frac{1}{\pi}\iint_\Omega f(t)\,\omega_t(t)\psi^{-1}(t)dt,$$

Отсюда при $b_0 \neq 0$, находим

$$w(z_0) = \frac{f_0}{b_0} = A.$$

Это означает, что z_0 является A – точкой решения.

Подставляя это значение $w(z_0)$ в формуле (8) получим решение уравнения в вида

$$w(z) = \psi(z)\left[c + \tilde{T}_\zeta\left(f(z)\psi^{-1}(z)\right) - A\tilde{T}_\zeta\left(b(z)\psi^{-1}(z)\right)\right] \tag{9}$$

В этой формуле заменяя z на z_0 находим постоянное c

$$\begin{gathered} A = \psi(z_0)[c + f_1 - Ab_1], \\ c = Ab_1 - f_1 + \frac{1}{\psi(z_0)}A, \end{gathered} \tag{10}$$

где

$$f_1 = \frac{1}{\pi}\iint_\Omega f(t)\,\omega_t(t)\psi^{-1}(t)H(t_1 z_0)d\Omega,$$
$$b_1 = \frac{1}{\pi}\iint_\Omega b(t)\,\omega_t(t)\psi^{-1}(t)H(t_1 z_0)d\Omega.$$

Подставляя это значение c в (9) получим формулы решение уравнения (1).

Теорема 1. Пусть в уравнении (1)$q(z) \in C_*^1$,

$$|q(z)| \le q_0 < 1, a(z), b(z), f(z) \in H_*^\alpha, \ \ 0 \subset \alpha \le 1, \text{и } \omega(z)$$

основной квазидвоякопериодический гомеоморфизм уравнения Бельтрами

$$a_0 = \frac{1}{\pi}\iint\limits_{\Omega} a\,(z)\omega_t(t)d\Omega = 0, \quad b_0 = \frac{1}{\pi}\iint\limits_{\Omega} b(t)\,\omega_t(t)\psi^{-1}(t)d\Omega \ne 0,$$

$\psi(t) \in C_*^1 -$ решение однородного уравнения (6). Тогда для однозначной разрешимости уравнения (1) а классе C_*^1, необходимо и достаточно, чтобы точка z_0 являлась $A -$ точкой решения

$$w(z_0) = A, \quad A = \frac{1}{b_0} f_0.$$

При этом решение уравнения (1) имеет вид (9), а постоянное с вычислено формулой (10)

1. Пусть теперь $a_0 \overline{\in} \Gamma'$, тогда, как показано в [4], уравнение (5) при любой провой части имеет одно единственное решение вида

$$w(z) = \psi(z)\tilde{T}_\sigma(F(z)\psi^{-1}(z)), \tag{11}$$

где $\psi(z)$ имеет вид (6), $\tilde{T}_\sigma\mu(z) -$ интегральный оператор вида

$$\tilde{T}_\sigma\mu(z) = -\frac{1}{\pi}\iint\limits_{\Omega} \mu(t)\,\omega_t(\mathrm{t})\frac{\sigma(\omega(\mathrm{t}) - \omega(z) - a_0)}{\sigma(-a_0)\sigma\big(\omega(\mathrm{t}) - \omega(z)\big)}d\Omega,$$

Здесь $\tilde{\sigma}(z) = \sigma\big(\omega(z)\big) -$ обобщенная сигма-функция Вейерштрасса [10]. Функция $\sigma(u)$ обладает свойством [8], [9], [10]

$$\lim_{n\to 0}\frac{\sigma(u)}{u} = 1, \sigma\big(u + \tilde{h}\big) = \varepsilon e^{-\tilde{\eta}\left(u - \frac{\tilde{h}}{2}\right)}\sigma(u),$$

$$\tilde{h} = m_1\tilde{h}_1 + m_2\tilde{h}_2, \qquad \tilde{\eta} = m_1\tilde{\eta}_1 + m_2\tilde{\eta}_2, \quad m_1, m_2 = 0, \pm 1 \pm 2 \ldots$$

причём $\varepsilon = 1$, при $\tilde{h}/2 \in \Gamma'$ и $\varepsilon = -1$ если $\tilde{h}/2 \overline{\in} \Gamma'$.

Подставляя в (11) значение $F(z)$ из $(8')$ получим

$$w(z) = \psi(z)[\tilde{T}_\sigma(f(z)\psi^{-1}(z)) - w(z_0)\tilde{T}_\sigma(b(z)\psi^{-1}(z))], \tag{12}$$

и заменяя здесь z на z_0 имеем

$$w(z_0) = \psi(z_0)(f_1^0 - w(z_0)b_1^0).$$

Из этого равенство при

$$\psi(z_0)b_1^0 \ne -1$$

находим $w(z_0)$ в виде

$$w(z_0) = -\frac{1}{1 + \psi(z_0)b_1^0}w(z_0)f_1^0, \tag{13}$$

где

$$f_1^0 = \tilde{T}_\sigma(f\psi^{-1})(z_0), \quad b_1^0 = \tilde{T}_\sigma(b\psi^{-1})(z_0).$$

Надо заметить, что при условии $b_0 = 0$ однозначная разрешимость задачи может не быть.

Подставляя (13) в (12) находим решение уравнения (1) в виде (12).

Теорема 2. Пусть выполненные условия теоремы 1 и $a_0 \overline{\in} \Gamma'$. Тогда если $\psi(z_0)b_1^0 + 1 \ne 0$ и точка z_0 является, A точкой решения в виде (13), где $\psi(z) -$ решение однородного уравнения (5) и

$$\mu_1^0 = \tilde{T}_\sigma(\mu\psi^{-1})(z_0) = \frac{1}{\pi}\iint\limits_{\Omega} \mu(t)\,\omega_t(t)\psi(t)\frac{\sigma(\omega(\mathrm{t}) - \omega(z_0) - a_0)}{\sigma(-a_0)\sigma\big(\omega(\mathrm{t}) - \omega(z_0)\big)}d\Omega,$$

то уравнение (1) при любой правой $f(z)$ имеет одно единственное решение вида (12) в котором $w(z_0)f_1^0, b_1^0$ имеют вид (13),(14).

Легко видеть, что при выполнении условия теоремы 1,2 уравнение (1) при $f(z) = 0$ имеет только одно нулевое решение $w(z) \equiv 0$.

ЛИТЕРАТУРА:

2. Векуа И.Н. Обобщенные аналитические функции. – М.: Наука, 1959. – 628 с.
3. Берс Л., Джон Ф., Шектер М. Уравнения с частными производными. – М.: Мир, 1966. – 351 с.
4. Нахушев А.М. Нагруженные уравнения и их приложения. – М.: Наука, 2012. – 232 с.
5. Сафаров Д.С. двоякопериодические решения равномерно эллиптической системы первого порядка // ДАН РТ. – 2009. – Т. 52. – №6. – С. 425-430.

6. Сафаров Д.С. Двоякопериодические решения нагруженного уравнения обобщённых аналитических функций. Вестник Курган-Тюбинского государственного университета имени Носира Хусрава (научный журнал). – №2/2(38). – 2016. – С. 5-11.
7. Манахов В.И. Краевые задачи со свободными границами для эллиптических систем уравнений. Новосибирск, СО. – М.: Наука, 1977. – 424 с.
8. Альфорс Л. Лекции по квазиконформным отображениям. – М.: Мир, 1968. – 132 с.
9. Ахиезер Н.И. Элементы теории эллиптических функций. – М.: Наука, 1970. – 304 с.
10. Гурвиц А., Курант Р. Теория функций. – М.: Наука, 1968. – 628 с.
11. Сафаров Д.С. Двоякопериодические обобщённые аналитические функции и их приложения. – Душанбе: Дониш, 2012. – 190 с.
12. Сафаров Д.С. Двоякопериодические решения уравнения Бельтрами // ДАН РТ. – 2007. Т. 50. – №4. – С. 301-305.

ҲАЛҲОИ ДУДАВРА БАРОИ СИСТЕМАИ МУОДИЛАҲОИ МУНТАЗАМ ЭЛЛИПТИКИИ ТАРТИБИ ЯКУМ БО САРБОРИИ ИЛОВАГӢ

Дар мақола масъалаи ягонагии ёфтани ҳалҳои дудавра барои системаи муодилаҳои мунтазами эллиптикии тартиби якум, ки дар шакли комплексӣ навишта шудааст, нишон дода шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: ҳалҳои дудавра, функсияҳои эллиптикӣ, оператори интегралӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Сафаров Ҷумабой Сафарович, доктори илмҳои физика-математика, профессори кафедраи таҳлили математикии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 917-07-96-40.

Кулобиев Мирзо Ашурмадович, ассистенти кафедраи таҳлили математикӣ ва назарияи функсияҳои ДДК ба номи А. Рӯдакӣ. Тел.: (+992) 985 58 39 58

ДВОЯКОПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ РАВНОМЕРНО ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПЕРВОГО ПОРЯДКА С НАГРУЖЕННЫМ ЧЛЕНОМ

В работе иследована единственность задачи нахождения двоякопериодического решения для равномерно эллиптической системы первого порядка, записанной в комплексной форме, с нагруженным членом

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: двоякопериодические решения, эллиптические функции, интегральный оператор.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Сафаров Джумабой Сафарович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 917-07-96-40.

Кулобиев Мирзо Ашурмадович, ассистент кафедры математического анализа и теории функций Кулябского государственного университета имени А. Рудаки. Тел.: (+992) 985 58 39 58

DOUBLEPERIODICAL SOLUTIONS FOR A UNIFORMLY ELLIPTICAL FIRST-ORDER SYSTEM LOADED WITH A LOADED MEMBER

The paper investigates the problems of finding the only doubleperiodic solution for a uniformly elliptical system of the first order, written in a complex form, with a loaded member

KEY WORDS: doubleperiodical solutions, elliptic functions, integral operator.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Safarov Jumaboy Safarovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Mathematical Analysis of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 917-07-96-40.

Kulobiev Mirzo Ashurmadovich, Assistant of the Department of Mathematical Analysis and Theory of Functions of the Kulob State University named after A. Rudaki. Phone: (+992) 985-58-39-58.

УДК: 519.87:632.9:634

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕШЕНИЙ ОДНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА

Кодиров О.К.
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Данная исследовательская работа посвящена рассмотрению решениям одного дифференциального уравнения с переменными коэффициентами в частных производных третьего порядка вида [1-4]

$$\left(t^3\frac{\partial^3 u}{\partial t^3}-kt^2\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}\right)^n=\sum_{j=1}^{m}\left(x_j^3\frac{\partial^3 u}{\partial x_j^3}-k_j x_j\frac{\partial u}{\partial x_j}\right)^n \qquad (1)$$

где m,n $(m,\ n>1)$ - натуральные числа, $t \ge t_0 > 0, x=(x_1,x_2,...,x_m)\in R^m, k>0,$ $k_j>0$, $(j=\overline{1,m})$ - действительные числа, $u(t,x)$ - искомая функция.

Процессы дисперсии и диссипации энергии распространения волн и гравитационных волн в мелкой воде описывает рассмотренное дифференциальное уравнение (1). При исследовании таких физических процессов используется модельное уравнение с экстремальными свойствами следующего вида [1]:

$$Lu=\max_{\alpha\in A}\left\{\sum_{j=1}^{m}\alpha_j(L_ju)^s\right\}^{\frac{1}{s}}, \tag{2}$$

где $A=\left\{\alpha=(\alpha_1,\alpha_2,...,\alpha_m):0<\alpha_j<1,\ \sum_{j=1}^{m}\alpha_j^{\frac{n}{n-s}}=1\right\},$ $n>s>0$ - счётные числа.

Профессор М. Юнуси в своих работах [1] доказал, что уравнение (2) эквивалентно операторному уравнению

$$(Lu)^n=\sum_{j=1}^{m}(L_ju)^n. \tag{3}$$

При подстановке дифференциальных операторов

$$L=t^3\frac{\partial^3}{\partial t^3}+kt^2\frac{\partial^2}{\partial t^2} \quad \text{и} \quad L_j=x_j^3\frac{\partial^3}{\partial x_j^3}+k_jx_j\frac{\partial}{\partial x_j};\ (j=\overline{1,m})$$

в уравнение (3) получаем рассматриваемое уравнение (1).

Для нахождения частных решений уравнения (1) будем задавать начальные условия вида

$$\frac{\partial^{i-1}u}{\partial t^{i-1}}(t_0;x_{01},x_{02},\cdots,x_{0m})=u_{0i},\quad (i=1,2,3). \tag{4}$$

При помощи вспомогательной переопределенной системы уравнений

$$\begin{cases} t^3\dfrac{\partial^3u}{\partial t^3}-kt^2\dfrac{\partial^2u}{\partial t^2}=C, \\ x_j^3\dfrac{\partial^3u}{\partial x_j^3}-k_jx_j\dfrac{\partial u}{\partial x_j}=C_j,\ (j=\overline{1,m}). \end{cases} \tag{5}$$

находим решения рассмотренного уравнения (1) в простом классе. В этой системе уравнений C и C_j $(j=\overline{1,m})$ являются произвольные действительные числа, являющиеся решением уравнения согласования

$$\sum_{j=1}^{m}C_j^n=C^n. \tag{6}$$

Для переопределенной системы уравнений (5) находим общее решение, которое является общим решением рассматриваемого уравнения (1) в простом классе. По результатам соответствующего характеристического уравнения получаем три вида решений:

а) при получении положительного значения выражения $4k_j+1$, решение принимает вид

$$\begin{aligned} u=&\left(u_{0,1}-u_{0,2}t_0+\frac{u_{0,3}t_0^2}{k+2}+\frac{C}{k+1}+\left(u_{0,2}t_0-\frac{u_{0,3}t_0^2}{k+1}-\right.\right.\\ &\left.\left.-\frac{C}{k+1}\right)\cdot\left|\frac{t}{t_0}\right|+\frac{u_{0,3}t_0^2(k+2)+C}{(k+1)(k+2)}\cdot\exp\left((k+2)\cdot\ln\left|\frac{t}{t_0}\right|\right)\right)\times\\ &\times\prod_{j=1}^{m}\left(1+\exp\left(\frac{1}{2}\left(3-\sqrt{4k_j+1}\right)\ln\left|\frac{x_j}{x_{0j}}\right|\right)+\right.\\ &\left.+\exp\left(\frac{1}{2}\left(3+\sqrt{4k_j+1}\right)\ln\left|\frac{x_j}{x_{0j}}\right|\right)\right)-\frac{C}{p-2}\ln\left|\frac{t}{t_0}\right|-\sum_{j=1}^{m}\frac{C_j}{p_j-2}\ln\left|\frac{x_j}{x_{0,j}}\right|. \end{aligned} \tag{7}$$

б) когда выражение $4k_j+1$ приравнивается к нулю, решение представляется в виде

$$u=\left(u_{0,1}-u_{0,2}t_0+\frac{u_{0,3}t_0^2}{k+2}+\frac{C}{k+1}+\left(u_{0,2}t_0-\frac{u_{0,3}t_0^2}{k+1}-\frac{C}{k+1}\right)\times\right.$$

$$\left.\left|\frac{t}{t_0}\right|+\frac{u_{0,3}t_0^2(k+2)+C}{(k+1)(k+2)}\cdot\exp\left((k+2)\cdot\ln\left|\frac{t}{t_0}\right|\right)\right)\times \tag{8}$$

$$\times\prod_{j=1}^{m}\left(1+\left(\frac{x_j}{x_{0j}}\right)^{\frac{3}{2}}+\left(\frac{x_j}{x_{0j}}\right)^{\frac{3}{2}}\ln\left|\frac{x_j}{x_{0j}}\right|\right)-\frac{C}{k-2}\ln\left|\frac{t}{t_0}\right|-\sum_{j=1}^{m}\frac{C_j}{k_j-2}\ln\left|\frac{x_j}{x_{0,j}}\right|.$$

в) при отрицательном значение выражения $4k_j+1<0$ решение рассмотренного уравнения можно представить в виде

$$u=\left(u_{0,1}-u_{0,2}t_0+\frac{u_{0,3}t_0^2}{k+2}+\frac{C}{k+1}+\left(u_{0,2}t_0-\frac{u_{0,3}t_0^2}{k+1}-\frac{C}{k+1}\right)\times\right.$$

$$\left.\left|\frac{t}{t_0}\right|+\frac{u_{0,3}t_0^2(k+2)+C}{(k+1)(k+2)}\cdot\exp\left((k+2)\cdot\ln\left|\frac{t}{t_0}\right|\right)\right)\times\prod_{j=1}^{m}\left\{1+\left(\frac{x_j}{x_{0j}}\right)^{\frac{3}{2}}\times\right. \tag{9}$$

$$\left.\times\left(\cos\left(\frac{1}{2}\sqrt{4k_j+1}\ln\left|\frac{x_j}{x_{0j}}\right|\right)+\sin\left(\frac{1}{2}\sqrt{4k_j+1}\ln\left|\frac{x_j}{x_{0j}}\right|\right)\right)\right\}-$$

$$-\frac{C}{p-2}\ln\left|\frac{t}{t_0}\right|-\sum_{j=1}^{m}\frac{C_j}{p_j-2}\ln\left|\frac{x_j}{x_{0,j}}\right|.$$

Имеет место следующая теорема:

Теорема. Предполагаем, что действительные числа C и C_j $(j=\overline{1,m})$ являются решением уравнения согласования (6). Следовательно, решения уравнение (1) в простом классе, которые удовлетворяют начальным условиям (4), представляются в видах (7), (8) и (9).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Юнуси, М.К. Об одном классе модельных уравнений с экстремальным свойством / М.К. Юнуси // Вестник национального университета (серия математика). – 2004. – №1. – С. 128-135.
2. Юнуси, М. Теорема о представлении сложных объектов, описываемых дифференцированными уравнениями полиномами / М.К. Юнуси // Вестник ТНУ (серия естественных наук). – 2013. – №1(102). – С. 3-12.
3. Кодиров, О.К. Об одном классе дифференциальных уравнений в частных производных третьего порядка / Гадозода М., Кодиров О.К. // Вестник национального университета (серия естественных наук). – Душанбе, 2009. – №1(49). – С. 49-53.
4. Кодиров, О.К. Представления решений одного класса дифференциальных уравнений в частных производных третьего порядка / Гадозода М, Кодиров О.К. // Вестник технического университета. – 2009. – №4. – С. 5-7.

ТАСВИРИ ҲАЛҲОИ ЯК МУОДИЛАИ ДИФФЕРЕНСИАЛӢ БО КОЭФФИТСИЕНТҲОИ ТАҒЙИРЁБАНДА БО ҲОСИЛАҲОИ ХУСУСИИ ТАРТИБИ СЕЮМ

Дар мақолаи мазкур ҳалҳои як муодилаи дифференсиалии коэффитсиентҳояш тағйирёбанда бо ҳосилаҳои хусусии тартиби сеюм дар синфи оддӣ тасвир ёфтааст.

КАЛИДВОЖАҲО: муодилаи дифференсиалӣ, шартҳои ибтидоӣ, системаи барзиёдмуайяншуда, операторҳои дифференсиалӣ, муодилаи мувофиқоварӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Қодиров Одина Қаҳҳорович, номзади илмҳои физикаю математика, ассистенти кафедраи математикаи олии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ. Тел.: (+992) 93-410-57-66; e-mail: o.kodirov.1969@mail.ru

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕШЕНИЙ ОДНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА

В данной статье представлены решения одного дифференциального уравнения с переменными коэффициентами в частных производных третьего порядка в простом классе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дифференциальное уравнение, начальные условия, переопределённая система, дифференциальные операторы, уравнение согласования.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Кодиров Одина Каххорович, кандидат физико-математических наук, ассистент кафедры высшей математики Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. Тел.: (+992) 93-410-57-66; e-mail: o.kodirov.1969@mail.ru

REPRESENTATION OF SOLUTIONS TO A DIFFERENTIAL EQUATION WITH VARIABLE COEFFICIENTS IN PRIVATE DERIVATIVES OF THE THIRD ORDER

This article presents solutions to one differential equation with variable coefficients in partial derivatives of the third order in a simple class.

KEY WORDS: differential equation, initial conditions, overdetermined system, differential operators, matching equation.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Qodirov Odina Qahhorovich, candidate of physical and mathematical sciences, assistant of the department of higher mathematics of Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi. Phone: (+992) 93-410-57-66; e-mail: o.kodirov.1969@mail.ru.

УДК: 517.946.9

СУЩЕСТВОВАНИЕ И ЕДИНСТВЕННОСТЬ РЕШЕНИЙ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ

Кибориён Б.К.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава

Допустим Ω - область в R^3 с постоянной определённой границей $\partial\Omega$. Необходимо определить вектор-функции $\{E, H\}$, в области $Q = \{(x,t)/x\epsilon\Omega, t\,\epsilon]0,T[\,\}$, которая соответствует уравнению

$$\mathrm{rot}H = \frac{\partial D(E)}{\partial t} + J(E) \tag{1}$$

$$\mathrm{rot}E = -\frac{\partial B(H)}{\partial t}, \tag{2}$$

$$\mathrm{div}D(E) = \rho,\ \mathrm{div}B(H) = 0\,,$$

граничному условию

$$E_\tau|_{\partial\Omega} = 0 \text{ на } \partial\Omega \times]0,T[\tag{3}$$

и начальному условию

$$E(x,o) = E_0(x),\ H(x,o) = H_o(x), x\,\epsilon\,\Omega\,, \tag{4}$$

с учетом нелинейных материальных уравнений вида E,

$$B(H) = \mu H, \tag{5}$$

$$J(E) = \sigma(|E|)E + J_{ст.},$$

где E - вектор напряженности электрического поля, H-вектор напряженности магнитного поля, $\varepsilon -$ диэлектрическая проницаемость, $\mu -$ магнитная проницаемость, B, $\mathcal{D}$ - векторы магнитной и электрической индукции, $\rho -$ плотность свободного заряда, J ст.-плотность стороного тока. Посредством подстановки

$$E(x,t) = \frac{\partial U}{\partial t},\ U(x,t) = \int_o^t E(x,t)d\tau + U_0\,(x), \tag{6}$$

начально-краевая задача (1)-(6) относительно U сводится к дифференциальному уравнению второго порядка. В дальнейшем под U мы подразумеваем вектор - функции $U = \{U_1, U_2, U_3\}$. Переходя (6) во второе из уравнений (1), получаем

$$\frac{\partial B(H)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial t}(\mathrm{rot}U) = 0 \tag{7}$$

или

$$B(H) + \mathrm{rot}U = 0 \tag{8}$$

Образуя операцию $\mathrm{rot}U^{-1}$ от уравнения (8), и далее подставляя t = 0 получаем

$$U_0(x) = -\mathrm{rot}^{-1}\,B\big(H_0(x)\big), \qquad (U_\tau|_{\partial\Omega} = 0),$$

или в соответствии с (5) получим

$$U_0(x) = -\mu * \mathrm{rot}^{-1}H_0(x) \tag{9}$$

Исключим векторы $\mathcal{D}(E)$, $J(E)$ из системы (1) посредством материальных уравнений (5) с учетом (6) то, получим в данном случае, что

$$\varepsilon U'' + \sigma(|U'|)U' = \mathrm{rot}H - J_{\,ct.}\ , \tag{10}$$

$$U' = \frac{\partial u}{\partial t}, \qquad U'' \frac{\partial^2 U}{\partial t^2}$$

Подставляя (8) $B(H) = \mu H$, образуем операцию rot и получим

$$\mu\mathrm{rot}H + \mathrm{rotrot}U = 0. \tag{11}$$

В соответствии, что

$$\mathrm{rotrot}U = \mathrm{qraddiv}U - \Delta U.$$

Из (11) обнаруживаем

$$\mathrm{rotH} = -\frac{1}{\mu}(\mathrm{qraddivU} - \Delta U). \qquad (12)$$

Переход (12) в (10), получается одно нелинейное векторное дифференциальное уравнение второго порядка [1]

$$\varepsilon\mu U'' - \Delta U + \mathrm{qraddivU} + \mu\sigma(|U'|)U' = -\mu J_{\text{ct.}} \qquad (13)$$

Теперь из (5) D(E) подставляя в первое из уравнений (2) обнаруживаем

$$\varepsilon \mathrm{divE} = \rho(t)\ ,\ o \le t \le T. \qquad (14)$$

или

$$\mathrm{divE} = \rho/\varepsilon \qquad (15)$$

При получении операции div от второго равенства (6) получим:

$$\mathrm{divU} = \int_0^t \mathrm{divE}(x,t)\,d\tau + \mathrm{divU_o}(x). \qquad (16)$$

После исключения divE посредством (15)

$$\mathrm{divU} = \frac{1}{\varepsilon}\int_0^t \rho(\tau)\,d\tau + \mathrm{divU_o}(x). \qquad (17)$$

Подставляя (17) в (13), получим нелинейное векторное дифференциальное уравнение второго порядка относительно U:

$$\varepsilon\,\mu U'' - \Delta U + \mu\sigma(|U'|)U' + \frac{1}{\varepsilon}\int_0^t \mathrm{qrad}\rho(\tau)\,d\tau + \mathrm{qraddivU_0}(x) = -\mu\,J_{\text{ct.}}$$

Итак, возвращаемся к начально-краевой задаче типа

$$\varepsilon\,\mu U'' - \Delta U + \mu\sigma(|U'|)U' = -\mu J_{\text{ст.}} - \frac{1}{\varepsilon}\int_0^1 \mathrm{qrad}\rho(\tau)\,d\tau - \mathrm{qraddivU_0}(x), \qquad (18)$$

$$U_\tau|_{\partial\Omega} = 0,\ \frac{\partial U_n}{\partial n}|_{\partial\Omega} = F, \qquad (19)$$

$$U(x,0) = U_o\ ,\quad U'(x,0) = U_1(x) \qquad (20)$$

где $F = \mathrm{div}\tilde{U}_0$.

Теорема 1. Пусть ε, μ – положительные постоянные, кроме того,

$$J_{\text{ct.}}(x,t),\ \mathrm{qrad}\rho(t), \mathrm{qraddivU_0}(x) \epsilon L^2(Q),\ F,\ F' \epsilon L^1(0,T;L^2(\partial\Omega)) \qquad (21)$$

$$U_o \epsilon \overset{o}{W}{}_2^1(\Omega), U_1 \epsilon L^2(\Omega). \qquad (22)$$

Тогда существует вектор-функция U (x,t), которая соответствует условиям:

$$U \in L^\infty(0,T;\overset{o}{W}{}_2^1(\Omega),), \qquad (23)$$

$$U' \epsilon L^\infty(0,T;L^2(\Omega)) \cap L^2(0,T;L^p(\Omega))\ , \qquad (24)$$

и условиям (19), (20)

Доказательство. Для доказательства применим метода Фаэдо-Галеркина со специальным базисом [4]

Рассмотрим последовательность $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n, \dots$, которая обладает представленными свойствами: $\omega_i \epsilon \overset{o}{W}{}_2^1(\Omega),, \forall_i\ \ \forall_m \cdot \omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m$ линейно независимы.

Находим приближенное решение $U(t)$ нашей задачи в виде

$$U_n(t) = \sum_{i=0}^n c_{in}(t)\omega_i(x), \qquad (25)$$

где $c_{in}(t)$ определяются из системы

$$\varepsilon\mu\left(U_n''(t), \omega_j\right) - \left(\Delta U_n(t), \omega_j\right) + \mu(\sigma(|U_n'(t)|)U'(t), \omega_j) =$$

$$= -\mu\left(J_{\text{ст.}}, \omega_j\right) - \frac{1}{\varepsilon}\left(\int_0^t \mathrm{qrad}\rho(\tau)\,d\tau, \omega_j) - (\mathrm{qraddivU_0}, \omega_j)\right); \qquad (26)$$

$$j = 1,2,\dots,n.$$

Система (26) нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений пополняется начальными условиями

$$U_n(0) = U_{0n}\ , U_{0n} = \sum_{i=1}^n \alpha_{in}\omega_i \to U_0 \text{ в } \overset{o}{W}{}_2^1(\Omega), \quad \text{при } n \to \infty\ , \qquad (27)$$

$$U_n'(0) = U_{1n},\ U_{1n} = \sum_{i=1}^n \beta_{in}\ \omega_i \to U_1 \text{ в } L^2(\Omega) \quad \text{при } n \to \infty. \qquad (28)$$

Из (26)-(28) $U_n(t)$ определяется на отрезке, $[0, t_n], t_n > 0$ далее определим априорные оценки для $U_n(t)$ и $U'(t)$ где следует, что $t_n = T$

Умножим уравнение (26) которое отвечает индексу j, на $c'_{jn}(t)$ и просуммируем по j . Тогда получим

$$\varepsilon\mu\left(U_n''(t), U_n'(t)\right) - \left(\Delta U_n(t), U_n'(t)\right) + \mu\left(\sigma(|U_n'(t)|)U_n'(t), U_n'(t)\right. =$$
$$= -\mu(J_{ст.}, U_n')(t)) - \frac{1}{\varepsilon}\left(\int_0^t \mathrm{qrad}\rho(\tau)d\tau, U_n'(t)\right) - (\mathrm{qraddiv}U_0, U_n'(t)), \qquad (29)$$

Откуда

$$\frac{1}{2}\frac{d}{dt}\left[\varepsilon\mu\|U_n'(t)\|^2_{L^2(\Omega)} + \|\nabla U_n(t)\|^2_{L^2(\Omega)}\right] + \mu\int_\Omega \sigma(|U_n'(t)|)U_n'^{\,2}(t)dx =$$
$$= \left[-(\mu J_{ст.} + \frac{1}{\varepsilon}\int_0^t \mathrm{qrad}\rho(\tau)d\tau + \mathrm{qraddiv}U_0), U_n'(t)\right] + \int_{\partial\Omega} FU_n'(t)ds. \qquad (30)$$

К правой и левой частям (30) прибавим

$$\frac{1}{2}\frac{d}{dt}\left(\int_\Omega U_n^2(t)dx\right)$$

и интегрируя по t находим

$$\frac{1}{2}\left[\varepsilon\mu\|U_n'(t)\|^2_{L^2(\Omega)} + \|U_n(t)\|^2_{\overset{0}{W}{}^1_2(\Omega)}\right] + \mu\int_0^t\left(\int_\Omega \sigma(|U_n'(t)|)U_n'^{\,2}(t)dx\right)d\tau = \frac{\varepsilon\mu}{2}\|U_{1n}\|^2_{L^2(\Omega)} + \frac{1}{2}\|U_{0n}\|^2$$
$$-$$
$$-\left[\left(\mu\int_0^t J_{ст.}(x,\tau)\,d\tau + \frac{1}{\varepsilon}\int_0^t\int_\Omega \mathrm{qrad}\rho(s)\,dsd\tau + \int_0^t \mathrm{qraddiv}U_0\,d\tau\right), U_n'(t)\right] + \qquad (31)$$
$$+ \int_{\partial\Omega} FU_n(t)ds - \int_0^t\int_{\partial\Omega} F' U_n(\tau)\,ds\,d\tau + \frac{1}{2}\int_\Omega U_n^2(t)dx - \frac{1}{2}\int_\Omega U_{0n}^2\,dx, \qquad (31)$$

где

$$\int_{\partial\Omega} FU_n'(t)ds = \int_{\partial\Omega}(FU_n)'\,ds - \int_{\partial\Omega} F'U_n ds.$$
$$\|U_n\|^2_{\overset{0}{W}{}^1_2(\Omega)} = \int_\Omega U_n^2\,dx + \|\Delta U_n(t)\|^2_{L^2(\Omega)}$$

В (31) подставляя $\sigma(|U'(t)|) \geq \alpha|U'(t)|^{p-1}, \alpha > 0, p \geq 1,$ используем абсолютную величину, находим

$$\frac{1}{2}\left[\varepsilon\mu\|U'_n(t)\|^2_{L^2(\Omega)} + \|U_n(t)\|^2_{\overset{0}{W}{}^1_2(\Omega)}\right] + \alpha\mu\|U'_n(t)\|^p_{L^p(\Omega)} \leq \frac{1}{2}\left[\varepsilon\mu\|U_{1n}\|^2_{L^2(\Omega)} + \|U_{0n}\|^2_{\overset{0}{W}{}^1_2(\Omega)}\right. +$$
$$+\mu\left|\left(\int_0^t J_{ст.}(x,\tau)d\tau, U_n'(t)\right)\right| + \frac{1}{\varepsilon}\left|\left(\int_0^t\int_\Omega \mathrm{qrad}\rho(\tau)dsd\tau, U_n'(\tau)\right)\right| + \left|\left(\int_0^t \mathrm{qraddiv}U_0\,d\tau), U_n'(t)\right)\right| +$$
$$+\left|\int_{\partial\Omega} FU_n(t)ds\right| + \left|\int_0^t\int_{\partial\Omega} F'(U_n(\tau)dsd\tau\right| + \frac{1}{2}\left|\int_\Omega U_n^2(t)dx - \int_\Omega U_{0n}^2\,dx\right| \qquad (32)$$

Оценивая члены правой части (32) в отдельности, применяя теорему вложения Соболева [7] в результате получается:

$$\left|\int_0^t U'(\tau)J_{ст.}(x,\tau)d\tau\right| \leq \frac{1}{2}\int_0^t \|U'(\tau)\|^2_{L^2(\Omega)}\,d\tau + \frac{M}{2}\int_0^t \|J_{ст.}(x,\tau)\|^2_{L^2(Q)}d\tau \qquad (33)$$

$$\left|\int_0^t\int_\Omega U'(\tau)\mathrm{grad}\rho(s)dsd\tau\right| \leq \frac{1}{2}\int_0^t \|U'(\tau)\|^2_{L^2(\Omega)}d\tau + \frac{M}{2}\int_0^t \|\mathrm{qrad}\rho(\tau)\|^2_{L^2(Q)}d\tau \qquad (34)$$

$$\left|\int_0^t\int_\Omega U'(\tau)\mathrm{qraddiv}U_0 dsd\tau\right| \leq \frac{1}{2}\int_0^t \|U'(\tau)\|^2_{L^2(\Omega)}d\tau + \frac{M}{2}\int_0^t \|\mathrm{qraddiv}U_0\|^2_{L^2(Q)}d\tau \qquad (35)$$

$$\left|\int_{\partial\Omega} FU(t)dx\right| \leq \frac{1}{2}\|F\|^2_{L^2(\partial\Omega)} + \frac{1}{2}\|U\|^2_{L^2(\partial\Omega)} \leq \frac{1}{2}\|F\|^2_{L^2(\partial\Omega)} + \frac{M}{2}\|U\|^2_{\overset{0}{W}{}^1_2(\Omega)} \qquad (36)$$

$$\left|\int_0^t \int_{\partial\Omega} F' U(\tau) ds d\tau\right| \le \frac{1}{2}\int_0^t \|F'(\tau)\|^2_{L^2(\partial\Omega)} d\tau + \frac{M}{2}\int_0^t \|U(\tau)\|^2_{\overset{0}{W}{}^1_2} d\tau \quad (37)$$

$$U(x,t) = U(x,0) + \int_0^t U'(x,\tau) d\tau$$

$$\int_\Omega U^2(x,t)\,dx - \int_\Omega U^2(x,0)\,dx \le \|U_0\|^2_{L^2(\Omega)} + 2t\int_0^t \|U'(\tau)\|^2_{L^2(\Omega)} d\tau \quad (38)$$

В силу (33)-(38) неравенство (32) принимает вид:

$$\|U'_n(t)\|^2_{L^2(\Omega)} + \gamma\|U_n(t)\|^2_{\overset{0}{W}{}^1_2(\Omega)} \le c + k\int_0^t \left[\|U'_n(\tau)\|^2_{L^2(\Omega)} + \gamma\|U_n(\tau)\|^2_{\overset{0}{W}{}^1_2(\Omega)}\right] d\tau \quad (39)$$

где

$$c = \varepsilon\mu\|U_{1n}\|^2_{L^2(\Omega)} + \|U_n\|^2_{\overset{0}{W}{}^1_2(\Omega)} + \frac{1}{2}\int_0^t \|J_{\text{ст.}}(x,\tau)\|^2_{L^2(Q)} d\tau + \frac{1}{2}\int_0^t \|q\,\mathrm{rad}\rho(\tau)\|^2_{L^2(Q)} d\tau +$$

$$+\frac{1}{2}\int_0^t \|q\,\mathrm{rad}\,\mathrm{div}U_0\|^2_{L^2(Q)} d\tau + \|F\|^2_{L^2(\partial\Omega)} + \int_0^t \|F'(\tau)\|^2_{L^2(\partial\Omega))} d\tau + \|U_0\|^2_{L^2(\Omega)}$$

$$k = \varepsilon + \frac{1}{\varepsilon^2\mu} + \frac{1}{\varepsilon\mu} + \frac{2t}{\varepsilon\mu}, M = 1, \quad \gamma = \frac{1}{2\varepsilon\mu}$$

С учётом обобщения неравенства Гронуолла - Белманна [6] из (39) получаем оценку

$$\|U'_n(t)\|^2_{L^2(\Omega)} + \gamma\|U_n(t)\|^2_{\overset{0}{W}{}'_2(\Omega)} \le c\exp t(k+\gamma) \quad t\epsilon[0,T]$$

при всех $t\epsilon[0,T]$.

Отсюда вытекает что

$$\|U'_n(t)\|^2_{L^2(\Omega)} + \gamma\|U_n(t)\|^2_{\overset{0}{W}{}'_2(\Omega)} \le \mathrm{const} \quad (40)$$

не зависит от n.

Обращаясь вновь к (32) находим

$$\frac{1}{2}\left[\varepsilon\mu\|U'_n(t)\|^2_{L^2(\Omega)} + \|U_n(t)\|^2_{\overset{0}{W}{}'_2(\Omega)}\right] + \alpha\mu\|U'_n(t)\|^p_{L^p(Q)} \le \mathrm{const}. \quad (41)$$

Итак, $t_n = T$ неравенство (41) означает, что при $n \to \infty$

$$U_n \text{ ограничены в } L^\infty(0,T;\overset{0}{W}{}'_2(\Omega),)$$

$$U'_n \text{ ограничены в } L^\infty(0,T;L^2(\Omega)) \cap L^p(0,T;L^p(\Omega)) \quad (42)$$

При (42) укажем такую последовательность U_k , что

$$U_k \to \text{слабо в } L^\infty(0,T;\overset{0}{W}{}^1_2(\Omega),), \quad (43)$$

$$U'_k \to U \text{ слабо в } L^\infty(0,T;L^2(\Omega)) \text{ и слабо в } L^p(Q). \quad (44)$$

$$\sigma(|U'_k|U'_k \to \chi \text{ слабо в } L^{p'}(Q), \ \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = 1 \quad (45)$$

Однако из (.42) следует, что U_nограничены в $L^2(0,T;\overset{0}{W}{}'_2(\Omega),)$, а U'_n – в $L^2(0,T;L^2(\Omega))$ где обнаруживаем, что U_nотносится к ограниченному множеству в $W^1_2(\Omega)$.

Известно из теоремы Релиха - Кандрашова [2], что внедрение $W^1_2(\Omega)$ в $L^2(\Omega)$ компактно (46)

Таким образом, последовательность $U_k \to U$ сильно в $L^2(Q)$ и почти всюду (47) и наконец, поскольку $|U'_n|^{\rho-1}U'_n$ ограничены в $L^{p'}(0,T;L^{p'}(\Omega))$, то можно еще предположить что

$$|U'_k|^{\rho-1}U'_n \to \chi \text{ слабо в } L^{p'}(0,T;L^{p'}(\Omega)), \quad (48)$$

$$\chi = |U'|^{\rho-1}U' \quad (49)$$

В результате равенство (49) соответствует (47)-(48) и следующей лемме [5]

Лемма 1. Пусть Q – ограниченная область в $R^3_x \times R_t$, V_k и V - такие функции из $L^2(\Omega)$, $1 < q < \infty$, что

$$\|V_k\|_{L^q(\Omega)} \le C, \quad V_k \to V \quad \text{п.в.в. } Q$$

Тогда $V_k \to V$ слабо в $L^2(Q)$.

Теорема 2. (единственность). Пусть выполнены условия теоремы 1. и, кроме того,

$$(\sigma(|U' - \sigma(|V'|)V', U' - V') \ge 0, \forall\, U, V \quad (50)$$

Отсюда следует, что задача (18)-(20), имеет лишь одно единственное решение.

Доказательство. Пусть U_1, U_2 – два решения задачи (18) - (20).

Тогда разность $\omega = U1 - U2$ удовлетворяет уравнению

$$\varepsilon\,\mu\omega'' - \Delta\omega + \mu[\sigma(|U_1'|)U_1' - \sigma(|U_2'|)U_2'] = 0 \tag{51}$$

$$\omega(x,0) = 0, \quad \omega'(x,0) = 0,$$

Умножим обе части равенства (51) на ω', обнаруживанием

$$\varepsilon\mu(\omega'',\omega') - (\Delta\omega,\omega') + \mu\int_\Omega \left[\sigma\left(\left|U_1'\right|\right)U_1' - \sigma\left(\left|U_2'\right|\right)U_2'\right](U_1' - U_2')dx = 0$$

Отсюда

$$\frac{1}{2}\frac{d}{dt}\left[\varepsilon\mu\|\omega'(t)\|^2_{L^2(\Omega)} + \|\omega(t)\|^2_{\overset{0}{W}{}^1_2(\Omega)}\right] + \left(\frac{1}{2}\frac{d}{dt}\left(\int_\Omega \omega^2(t)dx\right)\right) + \tag{52}$$

$$+\mu\int_\Omega \left[\sigma\left(\left|U_1'\right|\right)U_1' - \sigma\left(\left|U_2'\right|\right)U_2'\right](U_1' - U_2')dx = 0$$

где $\|\omega(t)\|^2_{\overset{0}{W}{}^1_2(\Omega)} = \int_\Omega \omega^2(t)dx = +\|\nabla\omega\|^2_{L^2(\Omega)}$

Учитывая (50), находим

$$\varepsilon\mu\|\omega'(t)\|^2_{L^2(\Omega)} + \|\omega(t)\|^2_{\overset{0}{W}{}^1_2(\Omega)} \le 0$$

Следовательно, $\omega = 0$.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ахманов С.А., Хохлов Р.В. Проблемы нелинейной оптики. – М.: Наука. – 1964.
2. Бадалов Ф.Б. Методы решения интегральных и интегро-дифференциальных уравнений наследственной теории вязкоупругости. – Ташкент: Мехнат. – 1987.
3. Березовский А.А., Кравченко А.Н. О нелинейных краевых задачах электромагнитного поля. – Киев: Изд-во АН УССР, 1963. – 72 с.
4. Березовский А.А. О некоторых нелинейных краевых задачах математической физики. В кн.: Прикладная математика и математическая физика. – М.: Наука, 1966. – С. 186-199.
5. Березовский А.А. Лекции по нелинейным краевым задачам математической физики. В 2-х т. – Киев: Ин-т математики АН УССР, 1974. – 444 с.
6. Курбанов И. Существование электромагнитного поля в пластине с памятью // Методы исследования дифференциальных и функционально-дифференциальных уравнений. – Киев: Ин-т математики АН УССР, 1990. – С. 46-50.
7. Ладыженская О.А. Смешенная задача для гиперболического уравнения. – М.: Гостехиздат, 1953. – 345 с.
8. Лионс Ж.-Л. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач. – М.: Мир. – 1972. – 587 с.
9. Лионс Ж.-Л., Мадженес Э. Неоднородные граничные задачи и их приложения. – М.: Мир. – 1971. – 372 с.
10. Соболев С.Л. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1966. – 493 с.
11. Мартынюк А.А., Лакшмикантам В., Лила С. Устойчивость движения: метод интегральных неравенств. – Киев: Думка, 1989. – 271 с.
12. Никольский В.В. Вариационные методы для внутренних задач электродинамики. – М.: Наука, 1967. – 458 с.
13. Нетребко В.П., Лучников М.А. Метод последовательных приближений в задачах нелинейной теории вязкоупругости // Прикл. мех. –1981. Т. 17. – №3. – С. 23-30.
14. Плотницкий Т.А. О разрешимости некоторых задач электродинамики проводящих сред // Линейные краевые задачи математической физики. – Киев: Ин-т математики АН УССР, 1973. – С. 52-68.
15. Плотницкий Т.А. О разрешимости нелинейных краевых задач электродинамики проводящих сред // Нелинейные краевые задачи электродинамики проводящих сред. – Киев: Ин-т математики АН УССР, 1976. – С. 139-148.
16. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1966. – 569 с.
17. Трикоми К. Дж. Интегральные уравнения. – М.: Из-во иностр. лит., 1960. – 297 с.
18. Улитко А.Ф. О некоторых особенностях постановки задач электроупругости //Современные проблемы механики и авиации. – М.: Машиностроение, 1982. – С. 290-300.
19. Фикера Г. Теорема существования в теории упругости. – М.: Мир, 1974. – 159 с.
20. Филатов А.Н., Шарова Л.В. Интегральные неравенства и теория колебания линейных упругих сред. – Ташкент: Фан. – 236 с.

Дар мақола ҳалли системаи муодилаҳои $\mathrm{rotH} = \frac{\partial D(E)}{\partial t} + J(E)$, $\mathrm{rotE} = -\frac{\partial B(H)}{\partial t}$, $\mathrm{divD}(E) = \rho$, $\mathrm{divB}(H) = 0$, бо шартҳои канории $E_\tau|_{\partial\Omega} = 0$ на $\partial\Omega \times]0, T[$ ва шарти ибтидоии $E(x, 0) = E_0(x)$, $H(x, 0) = H_0(x), x \in \Omega$, ки дар ин ҷо $\Omega \in R^3$ - соҳа буда, E, H- векторҳои функсияҳои ҷустуҷӯшаванда мебошад, нишон дода шудааст.

Ин масъалаи ғайрихаттии материалӣ бо шартҳои иловагии $D(E) = \varepsilon E$, $B(H) = \mu H$, $J(E) = \sigma(|E|)E + J_{ст.}$ мавриди таҳқиқ қарор гирифтааст, ки дар ин ҷо E – вектори шиддати майдони электрикӣ, H – вектори шиддати майдони магнитӣ, $\varepsilon -$ коэффисиенти гузаронандагии диэлектрикӣ, μ - коэффитсиенти гузаронандагии магнитӣ, B – вектори магнитии индуксия, D – вектори электрикии индуксия, $J_{ст.}$ - зичии қувваи ҷараёни беруна мебошад.

Бо ёрии гузориш ин муодилаҳо ба шакли муодилаи интегралӣ оварда шуда, ҳалли муодила дар шакли U(x,t) ҷустӯҷӯ карда шудааст. Ҳангоми исбот аз ду теорема ва як лемма истифода шудааст. Теоремаи якум, мавҷудияти ҳал ва теоремаи дуюм ягонагии ҳалли системаи муодилаҳоро исбот намудааст. Барои мавҷудияти ҳалли ягона аз ҳолати баръакс мавҷудияти ду ҳал U_1, U_2 оварда шуда, $w = U_1 - U_2$ фарқи ин ҳалҳо нишон дода шудааст. Ба истифодаи табдилдиҳиҳо исбот шудааст, ки $w = 0$ мебошад.

Аз ин бармеояд, ки $U_1 = U_2$ – яъне ҳалли ягона мебошад. Дар ҷараёни исбот аз нобаробарии умумикардашудаи Грануолла - Белманн ва теоремаи Релиха-Кондрашова истифода шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: теорема, вектор-функция, баҳодиҳии афзалиятнок, шартҳои канорӣ ва ибтидоӣ, масъалаи канорӣ, муодилаи материалӣ, ҳалли умумикардашуда, фазо, нобаробарии ғайрихаттии Грануолла – Белманн.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Кибориён Бобоҷон Кибор, номзади илмҳои физикаю математика, дотсенти кафедраи технологияи информатсионӣ ва методикаи таълими информатикаи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.

СУЩЕСТВОВАНИЯ И ЕДИНСТВЕННОСТЬ РЕШЕНИЙ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ

В работе рассмотрено системы уравнений удовлетворяющую уравнениям $\mathrm{rotH} = \frac{\partial D(E)}{\partial t} + J(E)$, $\mathrm{rotE} = -\frac{\partial B(H)}{\partial t}$, $\mathrm{divD}(E) = \rho$, $\mathrm{divB}(H) = 0$, с граничному условию $E_\tau|_{\partial\Omega} = 0$ на $\partial\Omega \times]0, T$ и начальному условию $E(x, 0) = E_0(x)$, $H(x, 0) = H_0(x), x \in \Omega$, где Ω - область в R^3, E, H – искомые вектор – функции. Задача рассмотрена с учетом нелинейных материальных уравнений $D(E) = \varepsilon E$, $B(H) = \mu H$, $J(E) = \sigma(|E|)E + J_{ст.,}$

Здесь E – вектор напряженности электрического поля, H – вектор напряженности магнитного поля, ε – диэлектрической проницаемость, μ – магнитная проницаемость, B, D – векторы магнитной и электрической индукции, $J_{ст.,}$ - плотность стронного тока.

С помощи постановки приведены для нахождения *U(x, t)* в форме интегрального уравнений, вторая теорема, доказывает единственность решения. Для доказательства единственности были использованы существование двух решений, тогда рассмотрены $\omega = U_1 - U_2$ и после нескольких преобразований доказано, что в ходе доказательства использованы обобщенные неравенства Грануолла-Белманна и теоремы Релиха – Кондрашова для компактностей вложения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: теорема, вектор-функция, априорная оценка, граничные и начальные условия, краевая задача, материальное уравнение, обобщенные решения, пространство, нелинейное неравенство Грануолла-Белманна.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Кибориён Бободжон Кибор, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационной технологии и методики преподавании информатики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава.

THE EXISTENCE AND UNIQUENESS OF SOLUTIONS TO BOUNDARY VALUE PROBLEMS

The paper considers systems of equations satisfying the equations $\mathrm{rotH} = \frac{\partial D(E)}{\partial t} + J(E)$, $\mathrm{rotE} = -\frac{\partial B(H)}{\partial t}$, $\mathrm{divD}(E) = \rho$, $\mathrm{divB}(H) = 0$, c boundary condition $E_\tau|_{\partial\Omega} = 0$ на $\partial\Omega \times]0, T$ and the initial condition $E(x, 0) = E_0(x)$, $H(x, 0) = H_0(x), x \in \Omega$, where Ω - area in R^3, E, H – the required vector - functions. The problem is considered taking into account nonlinear material equations $D(E) = \varepsilon E$, $B(H) = \mu H$, $J(E) = \sigma(|E|)E + J_{ст.,}$

Here E is the vector of the electric field, H is the vector of the magnetic field, ε is the dielectric constant, μ is the magnetic permeability, B, D are the vectors of magnetic and electric induction, J_ (st.,) Is the line current density.

With the help of the statement are given for finding U (x, t) in the form of integral equations, the second theorem is the only solution proved. To prove the uniqueness, the existence of two solutions was used, then ω = U_1-U_2 were considered and after several transformations it was proved that in the course of the proof the generalized Granwall – Belmann inequalities and the Reelich-Kondrashov theorem for compactness embeddings were used.

KEY WORDS: theorem, vector functions, a priori estimate, boundary and initial conditions, boundary value problems, constitutive equations, generalized solutions, space, nonlinear Granwall – Belmann inequalities.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Kiboriyon Bobojon Kibor, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technology and Methods of Teaching Computer Science of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКОН ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ЖИДКИМИ СРЕДАМИ МЕТОДОМ ЭПР СПИНОВЫХ МЕТОК

Исломов С.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава

В процессе производства полимерный материал подвергается различным физико-химическим воздействиям с целью направленного изменения структуры, получения качественных изделий. К подобным физико-химическим воздействиям в технологии производства целлюлозы и её производных относится очистка от примесей, этерификация, отделка, мерсеризация, пластификация и ориентационная вытяжка полимера [1, с. 5].

Эти технологические процессы сопровождаются взаимодействием целлюлозы с различными химическими реагентами. Основными реагентами при этом являются водный раствор едкого натрия, сероуглерод, растворы минеральных кислот, растворы сернистого натрия или сульфита натрия, гипохлорит, перекись водорода, хлорит натрия, уксусный ангидрид, ледяная уксусная кислота (при очистке целлюлозы от примесей и её мерсеризации; получение вискозных, медно-аммиачных и ацетатных волокон), вода, глицерин, диэтиленгликоль, мочевина, лактат кальция (при пластификации) [2, с. 163-164].

В связи с этим крайне важно иметь представление о взаимозависимости между физико-химическими воздействиями в процессе формирования структур, строением макромолекул, внутри и межмолекулярными взаимодействиями, обусловливающими надмолекулярную структуру полимера. Другими словами, количественная оценка микроструктуры полимеров (средние отличительные признаки и свойства некоторого ансамбля отдельных изолированных реальных молекул) в процессе различных физико-химических воздействий на них выдвигается в ряд центральных проблем исследования [3, с. 188-190].

В исследовании микроструктуры макромолекул наряду с методами ИК-спектроскопии, спектроскопии комбинационного рассеяния света, ЯМР высокого разрешения и другими методами широкое применение нашел метод ЭПР спиновой метки [4-6].

В настоящей работе методом ЭПР спиновой метки исследована взаимодействия хлопковых волокон сорта 4-42 с водой и уксусной кислотой.

Хлопковые волокна сорта 4-42 модифицировали пятичленной цианурхлоридной спиновой меткой. Способ введения метки в матрицу целлюлозы, подготовка образцов к исследованию, условия регистрации спектров электронного парамагнитного резонанса описаны в [7-8].

Исследование механических свойств волокон проводили при температуре 25^0С с постоянной скоростью возрастания нагрузки в образце на приборе Журкова [9]. Образцы для испытания на прочность подготавливались с помощью прибора Жукова в виде ленточек определенного веса (0,5 мг) с длиной рабочей части 10 мм [10, с. 95]. Каждое значение прочности волокон является средним значением из не менее десяти испытаний. Образцы для экспериментов по температурной зависимости спектров ЭПР пластифицировали водой и уксусной кислотой в количестве 50% от сухой массы образца.

Результаты механической прочности волокон приведены в таблице 1. Как видно из представленных данных, при пластификации хлопковых волокон водой их прочность возрастает на 18% по сравнению с сухими волокнами. При пластификации волокон уксусной кислотой наблюдается противоположный эффект, т.е. их прочность уменьшается на 29%.

Таблица 1

Механическая прочность хлопковых волокон сорта 4-42 в сухом и пластифицированном водой и уксусной кислотой состоянии

Образец	*Прочность,* $\frac{н}{мм^2}$	*Прочность в % от прочности в сухом состоянии*
Сухие волокна	*314±26*	-
Волокна, пластифицированные водой	*372±21*	*118*
Волокна, пластифицированные уксусной кислотой	*223±23*	*71*

В работе [11, с. 72] относительно причины этого факта, отмечается, что при действии органических реагентов происходит вытеснение влаги из волокна, так как в отличие от вискозного волокна хлопковое волокно в мокром состоянии обладает (благодаря особенностям морфологической структуры) более высокой прочностью.

На рис. 1 представлены спектры ЭПР хлопковых волокон в сухом состоянии и в среде воды и ледяной уксусной кислотой (50% от сухой массы образца). На рис. 2 приведены температурные зависимости параметра расстояния между внешними экстремумами спектров ЭПР $2A_{zz}$. В работе [12] установлено, что по температурной зависимости $2A_{zz}$ можно оценить пластифицирующую способность пластификаторов. Анализ этих кривых показывает, что в области температур ≥25°С температурная зависимость параметра $2A_{zz}$ образцов хлопковых волокон, пластифицированных водой и уксусной кислотой, имеют практически одинаковую скорость изменения с возрастанием температуры, причем эта скорость заметно больше по сравнению с сухим образцом. По-видимому, увеличение прочности хлопковых волокон, пластифицированных водой, можно объяснить пластифицирующим действием воды, которое приводит к более равномерному распределению нагрузки между макромолекулами в испытуемых волокнах. Механизм уменьшения прочности хлопковых волокон, пластифицированных уксусной кислотой рассматривается ниже.

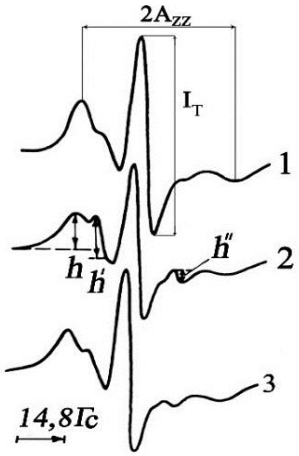


Рис. 1. Спектры ЭПР спин-меченых хлопковых волокон в сухом состоянии (1) и в среде воды (2) и уксусной кислоте (3) при температуре 60°С.

Рис. 2. Температурная зависимость параметра $2A_{ZZ}$ спектров ЭПР спинмеченых образцов хлопкового волокна в сухом состоянии (1) и в среде воды (2) и уксусной кислоты (3)

Согласно современной кинетической теории разрушения твердых тел в разрушении полимеров большой вклад имеют дефектные области, в которых происходит интенсивное молекулярное движение [13, с .276]. На этой основе можно предположить, что уменьшение механической прочности хлопковых волокон, пластифицированных уксусной кислотой вероятно связано с тем, что под воздействием уксусной кислоты в волокнах число дефектных участков макромолекул увеличивается.

Как установлено в работе [4] относительная доля дефектных областей внутри которых совершается быстрое молекулярное движение с временем корреляции $\tau_c \leq 10^{-8}$с описывается эмпирическим параметром h'/h.

Таблица 2

Относительная доля быстровращающих спин-меток h'/h хлопковых волокон сорта 4-42 при различной температуре

Температура, °С	h'/h	
	Волокна, пластифицированные водой	*Волокна, пластифицированные уксусной кислотой*
60	*1,09*	*1,12*
80	*1,26*	*1,26*
100	*1,53*	*1,41*
120	*1,72*	*1,64*

Как видно из данных, приведенных в таблице 2 во всем диапазоне изменения температуры от 60 до 120°С хлопковые волокна, пластифицированные водой и уксусной кислотой, имеют практически равное количество долей рыхлой фазы (структурных дефектов). Этот результат свидетельствует о том, что уменьшение прочности хлопковых волокон при обработке уксусной кислотой не связано с дефектами структуры, так как при одном и том, же количестве рыхлой фазы прочность хлопковых волокон, пластифицированных водой повышается.

В ходе экспериментов по температурной зависимости спектров ЭПР трех исследованных образцов хлопковых волокон, наше внимание привлекла на первый взгляд неважная деталь: величина сигналов ЭПР спин-меток хлопковых волокон, пластифицированных уксусной кислотой в области температур $\geq 60^{o}$C постепенно уменьшались в интенсивности, чего не наблюдается для других исследованных образцов.

На рис. 3. представлены результаты, характеризующие стабильность сигнала ЭПР спин-меток сухих и пластифицированных водой и уксусной кислотой хлопковых волокон в интервале температур от 40 до 120°С, где I_o – интенсивность (высота пика) центрального компонента спектра ЭПР спиновых меток при температуре 40°С, I_T - интенсивность центральной компоненты спектра ЭПР спиновых меток при температуре опыта

$T \geq 60^{o}C$, $\frac{I_T}{I_o} \cdot 100\%$ - относительная интенсивность сигналов ЭПР спиновых меток при температурах от 60 до 120°С. Как видно из рисунка интенсивность сигнала ЭПР спин-меток сухих и пластифицированных водой хлопковых волокон в интервале температур 40-120°С не изменяется. Что касается волокон, пластифици-рованных уксусной кислотой интенсивность сигнала ЭПР спин-меток в области температур $\geq 60^{o}C$ линейно падает и при температуре 120°С составляет 70% от её величины при 40° С.

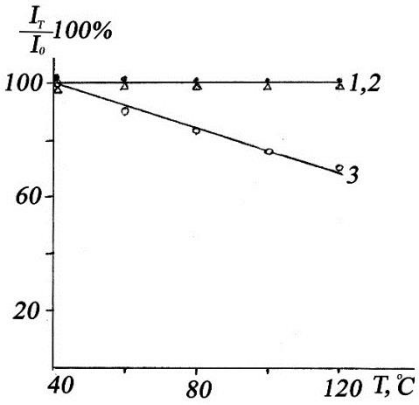


Рис. 3. Температурная зависимость относительной интенсивности сигналов ЭПР $\frac{I_T}{I_o} \cdot 100\%$ *спин-меченых хлопковых волокон в сухом состоянии (1) и в среде воды (2) и уксусной кислоты (3)*

Согласно литературным данным нитроксильные радикалы, введенные в полимерах стабильны в области температур 150-180°С. В чистых растворителях, в которых реакция отрыва атома водорода нитроксиль-ным радикалом затруднена и взаимодействия с другими активными центрами не происходит нитроксильные радикалы стабильны до температуры 200-220°С [6, с. 37]. Поэтому можно считать, что под воздействием уксусной кислоты происходит деструкция макромолекул хлопковых волокон, в результате которого образуются свободные радикалы $\dot{R}$, вызывающие гибель спин-меток по следующей реакции [14]:

$$\rangle N - \dot{O} + \dot{R} \rightarrow \ N \rangle - O - R$$

Таким образом, взаимодействие хлопковых волокон с уксусной кислотой приводит к разрушению их надмолекулярной структуры с образованием свободных радикалов, что станет причиной уменьшения их механической прочности.

Работа выполнена в Физико-техническом институте имени С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Садов Ф.И., Корчагин М.В., Матецкий А.И. Химическая технология волокнистых материалов. – М.: Легкая индустрия, 1968. – 782 с.
2. Папков С.П., Файнберг Э.З. Взаимодействие целлюлозы и целлюлозных материалов с водой. – М.: Химия, 1976. – 231 с.
3. Рот Г.К., Келлер Ф., Шнайдер Х. Радиоспектроскопия полимеров. – М.: Мир, 1987. – 380 с.
4. Лихтенштейн Г.И. Метод спиновой метки в молекулярной биологии. – М.: Наука, 1974. – 256 с.
5. Метод спиновых меток. Теория и применение. Под. ред. Л. Берлинера. – М.: Мир, 1979. – 639 с.
6. Вассерман А.М., Коварский А.Л. Спиновые метки и зонды в физикохимии полимеров. – М.: Наука, 1986. – 244 с.
7. Юсупов И.Х., Бободжанов П.Х., Марупов Р. и др. // Высокомол. соед., 1984. Т. 26(А). – №2. – С. 369-373.
8. Исломов С., Бободжанов П.Х., Марупов Р. и др. // Cell. Chem. and Tech., 1986. V. 20. – №3. – P. 277-278.
9. Журков С.Н., Абасов С.А. Температурная и временная зависимость прочности полимерных волокон // Высокомол. соед., 1961. Т. 3. – №3. – С. 441-449.
10. Немченко Э.А., Новиков Н.А., Новиков С.А., Филиновская Е.Ф. Свойства химических волокон и методы их определения. – М.: Химия, 1973. – 215 с.

11. Роговин З.А. Химия целлюлозы. – М.: Химия, 1972. – 519 с.
12. Исломов С., Марупов Р., Лихтенштейн Г.И. // Cell. Chem. and Tech., 1989. V. 23. – №1. – P. 13-21.
13. Регель В.Р. Слуцкер А.И. Томашевский Е.А. Кинетическая природа прочности твердых тел. – М.: Наука, 1974. – 560 с.
14. Кузнецов А.Н. Метод спинового зонда. – М.: Наука, 1976. – 209 с.

ТАҲҚИҚИ ДИНАМИКАИ МОЛЕКУЛАВИИ НАХҲОИ ПАХТА ҲАНГОМИ ТАЪСИРИ МУТАҚОБИЛ БО МУҲИТҲОИ МОЕЪ БО МЕТОДИ ЭПР НИШОНАҲОИ СПИНӢ

Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқи таъсири мутақобилаи нахҳои пахтаи навъи Акала 4-42 бо об ва кислотаи атсетат баён карда шудааанд. Санҷишҳои механикӣ нишон доданд, ки мустаҳкамии нахҳои пахтаи дорои 50% об аз массаи хушки намуна нисбат ба мустаҳкамии нахҳои хушк 18% меафзояд. Ҳангоми ба нахҳои пахта илова кардани 50% кислотаи атсетат бошад, мустаҳкамии онҳо 29% паст мешавад. Афзоиши мустаҳкамии нахҳои пахтаи дорои 50% об бо зиёдшавии ёзандагии онҳо дар таҳти таъсири об фаҳмонида мешавад, ки дар натиҷаи он бори таъсиркунанда дар байни макромолекулаҳои нахҳои санҷишшаванда мунтазам тақсим шуда мемонад. Оид ба сабаби пастшавии мустаҳкамии нахҳои пахтаи дорои 50% кислотаи атсетат муқаррар карда шудааст, ки таъсири мутақобилаи нахҳои пахта бо кислотаи атсетат ба вайроншавии макроструктураи нахҳо ва ҳосилшавии радикалҳои озод оварда мерасонад, ки боиси пастшавии мустаҳкамии онҳо мегардад.

КАЛИДВОЖАҲО: методи ЭПР, нишонаҳои спинӣ, нахҳои пахта, пластификатсия бо об, пластификатсия бо кислотаи атсетат, мустаҳкамии механикӣ, радикалҳои озод.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Исломов Сафарҳоҷа, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи методикаи таълими технологияи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 989-02-44-92.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКОН ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ЖИДКИМИ СРЕДАМИ МЕТОДОМ ЭПР СПИНОВЫХ МЕТОК

В статье изложены результаты исследования взаимодействия хлопковых волокон сорта Акала 4-42 с водой и уксусной кислотой. Механические испытания показали, что прочность хлопковых волокон, пластифицированные водой в количестве 50% от сухой массы образца увеличивается на 18% по сравнению с прочностью сухих волокон. Пластификация этих же волокна уксусной кислотой уменьшает их прочность на 29%. Увеличения прочности хлопковых волокон, пластифицированных водой, объясняется пластифицирующим действием воды, которое приводит к более равномерному распределению нагрузки между макромолекулами в испытуемых волокнах. Относительно причины уменьшения прочности хлопковых волокон, пластифицированных уксусной кислотой установлено, что взаимодействие хлопковых волокон с уксусной кислотой приводит к разрушению их надмолекулярной структуры с образованием свободных радикалов, что станет причиной уменьшения их механический прочности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: метод ЭПР, спиновые метки, хлопковые волокна, пластификация водой, пластификация уксусной кислотой, механическая прочность, свободные радикалы.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Исломов Сафарходжа, кандидат технических наук, доцент кафедры методики преподавания технологии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992)989-02-44-92.

INVESTIGATION OF THE MOLECULAR DYNAMICS OF COTTON FIBERS IN INTERACTION WITH LIQUID MEDIA BY THE METHOD OF EPR SPIN TAGS

The article presents the results of a study of the interaction of cotton fibers of the Akala 4-42 variety with water and acetic acid. Mechanical tests have shown that the strength of cotton fibers plasticized with water in an amount of 50% of the dry weight of the sample increases by 18% compared to the strength of dry fibers. Plasticizing the same fibers with acetic acid reduces their strength by 29%. The increase in the strength of cotton fibers plasticized with water is explained by the plasticizing effect of water, which leads to a more uniform distribution of loading between macromolecules in the tested fibers. Regarding the reason for the decrease in the strength of cotton fibers plasticized with acetic acid, it was found that the interaction of cotton fibers with acetic acid leads to the destruction of their supramolecular structure with the formation of free radicals, which will cause a decrease in their mechanical strength.

KEY WORDS: EPR method, spin marks, cotton fibers, water plasticization, acetic acid plasticization, mechanical strength, free radicals.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Islomov Safarhoja, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Methods of Teaching Technology of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992)989-02-44-92.

АКУСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАСТИ РАССЛАИВАНИЯ РАСПЛАВОВ В СИСТЕМАХ Ga-Cd И Ga-Pb

Нуров К.Б.
Таджикский государственный педагогический университет имени С. Айни
Рустами Тагаймурод
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава
Джураев Т.Дж.
Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими

Изучение расслаивания бинарных металлических и полупроводниковых систем в жидком состоянии имеет важное значение для углубления знаний о природе фазовых переходов. Эта проблема применительно к непрозрачным электронным расплавам (расплавы металлов, полуметаллов и полупроводников) до последнего времени не была окончательно решена.

Очень большое количество работ посвящено изучению физических свойств как вязкости, теплопроводности и электропроводности жидких металлов и полупроводников, а также изучению их рентгеновскими и нейтронно-графическими методами. Полезную информацию о строении расплавов можно получить также из ультразвуковых данных - скорости распространения и поглощения ультразвука.

Для исследования явления расслаивания и изучение структуры в прозрачных жидкостях широко используется оптический метод. Различие показателей преломления в расслаивающихся жидкостях, и вытекающая отсюда специфика распространения света позволяет визуально наблюдать границу между ними. Непрозрачные жидкости (металлические и полупроводниковые) лишены столь эффективного метода исследования, как оптический. Однако, общность законов волновых процессов позволяет использовать распространение не только электромагнитных волн, но и других типов волн в частности упругих. Упругие волны обладают даже большими возможностями, чем свет при изучении атомной структуры и микронеоднородности, а также при изучении расслаивания жидкостей, поскольку все реальные жидкие среды всегда «прозрачны» в акустическом смысле и не всегда в оптическом. Упругие волны отличаются еще и тем, что скорость их распространения сильно зависит от инерционных свойств составляющих среду частиц и, следовательно, от концентрации компонентов. Учитывая, что скорость распространения ультразвука в настоящее время измеряется с точностью до 10^{-4}, можно эффективно использовать эту характеристику распространения упругих волн для прецизионного исследования жидкостей (включая область расслаивания).

Для исследования расслаивания жидкостей и самого процесса расслаивания нужен метод, позволяющий измерять скорость ультразвука в каждом из существующих слоев, более того, на различных расстояниях от границы между слоями. Таким методом является импульсно-фазовый (акустический), позволяющий работать на проходящей волне и изменять акустическую базу [1].

Функциональная блок-схема установки для систематических исследований ультразвуковых свойств расплавов металлов и полупроводников представлена на рисунке 1.

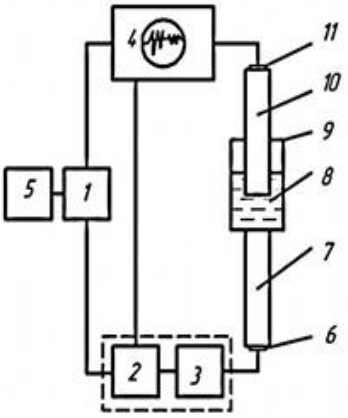


Рис. 1. Функциональная блок-схема установки для исследований ультразвуковых свойств расплавов металлов и полупроводников в жидких состояниях.

Высокочастотный электрический сигнал с генератора синусоидальных сигналов (Г4-102А) 1 поступает на устройство 2, где из непрерывных синусоидальных колебаний формируется прямоугольные импульсы с высокочастотным заполнением определенной длительности и

частоты следования. Импульсы эти усиливаются усилителем 3, поступают на излучающий пьезоэлемент 6, преобразованные в упругие колебания, в виде ультразвуковых волн проходят через нижний звукопровод 7 в расплав 8, размещающийся в контейнере 9. Далее упругие волны принимаются верхним звукопроводом 10 и вновь преобразовываются в электрические колебания приемным пьезэлементом 11. После этого электрический сигнал поступает на один из входов осциллографа (С1-70) 4 с дифференциальным блоком усиления.

На второй вход осциллографа подается непрерывный сигнал той же частоты от задающего генератора 1. В дифференциальном блоке усиления происходит суммирование этих сигналов, что позволяет наблюдать их интерференцию при изменении фазы в импульсном сигнале, которое осуществляется перемещением верхнего звукопровода относительно нижнего на кратное число длин волн ультразвука в расплаве металлов и полупроводников. Частота измеряется электронным частотомером 5 (Ч3-34А).

На рис. 2 представлена схема измерительной ячейки для определения скорости распространения ультразвука в расслаивающемся расплаве и характер изменения скорости по высоте.

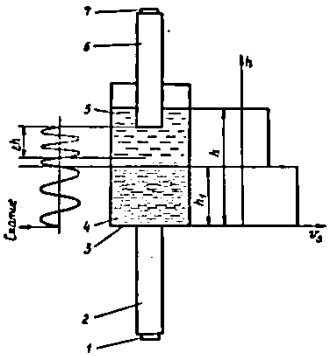


Рис. 2. Схема измерительной ячейки для определения скорости распространения ультразвука в расплаве и характер ее изменения по высоте расплава при наличии расслоения на две жидкие фазы.

Перемещая верхний подвижной звукопровод при помощи микрометрического винта на расстояние Δh=nλ, получаем возможность зафиксировать значение скорости распространения ультразвука на участке Δh.

Последовательно зондируя расплав путем перемещения верхнего звукопровода можно установить изменение скорости распространения ультразвука по высоте исследуемого расплава и обнаружить скачок ее при переходе через фазовую границу между областями 4 и 5. На рис. 2 слева схематически показано, как в расплаве от нижнего до верхнего звукопровода распространяется синусоидальная плоская волна, длина которой в нижнем слое больше, чем в верхнем. Пространственное распределение фаз волны имеет стационарный характер, т.е. в любой момент времени, кратный периоду колебания n$\boldsymbol{\tau}$ в плоскости, расположенной на произвольном расстоянии от дна контейнера, реализуется одна и та же фаза волны.

При перемещении верхнего звукопровода вниз на расстояние nλ (в данном случае n=2) на экране осциллографа с дифференциальным блоком усиления на второй вход, которого подается когерентный синусоидальный сигнал от того же генератора, который вырабатывает и зондирующее расплав напряжение, наблюдается n погасаний суммарного сигнала. Регистрируя общее перемещение Δh=nλ и задавая частоту f, скорость ультразвука находим по соотношению $V_s = f\frac{\Delta h}{n}$, которое тождественно очевидной формуле $V_s = f \cdot \lambda$. Поскольку длина волны, определяемая как $\lambda = \frac{\Delta h}{n}$, есть составляющая толщины расплава Δh, то и скорость v_s относится именно к этому объему расплава. Зондируя расплав в области расслаивания при различных температурах, можно обнаружить исчезновение или появление границы между слоями, т.е. зафиксировать температуру начала расслаивания, а также, используя значения скорости распространения ультразвука в первом и во втором слоях при каждой данной температуре, можно построить зависимость v_s выше области расслаивания у сплавов определенного состава и про экстраполировать ее до пересечения с кривой зависимости v_s вдоль купола расслаивания. Точки пересечения соответствуют температурам начала расслаивания сплавов определенных составов. В результате получаем всю необходимую информацию о координатах фигуративных точек, образующих кривую моновариантного равновесия жидкость-жидкость на Т-х диаграмме состояния.

Таким образом, граница между слоями выявляется эффективно, чем при визуальном наблюдении в прозрачных расслаивающихся жидкостях.

Разработанная нами методика для исследования области расслаивания и изучении области микронеоднородности металлических и полупроводниковых расплавов является модификацией [1], для более высокотемпературных расплавов металлов и полупроводников до 2000 К [2-3]. Основные особенности методики исследования расслаивающихся расплавов металлов и полупроводников ультразвуковым методом описаны в [4].

Используя методику [2-3], мы провели детальные исследования температурной зависимости скорости распространения ультразвука в расплавах бинарных систем Ga-Cd и Ga-Pb различных концентраций.

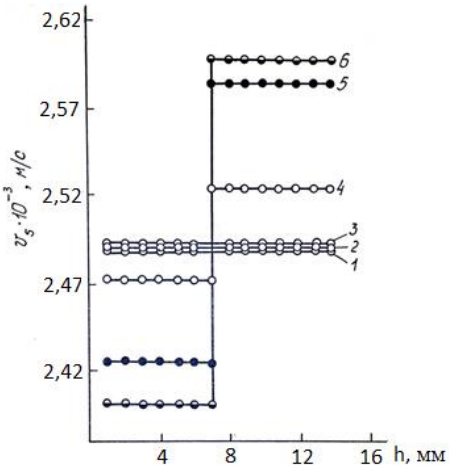


Рис.3 Изменение скорости распространения ультразвука по высоте при различных температурах в расслаивающихся расплаве исходного состава $Ga_{52.83}Cd_{47.17}$. 1-6 соответствуют температурам 571, 568, 566, 564, 558, 553К

На рис. 3 приведены ϑ_s- h характеристики для расплавов исходного состава 47,17 ат.% кадмия в системе Ga-Cd. Образцы сплавлялись непосредственно в кварцевой измерительной ячейке с использованием исходных компонентов чистотой не хуже 99,999 ат.% основного компонента. Измерения проводили в атмосфере высокочистого аргона. На рис. 3 линии 1,2 и 3 параллельны оси h. Это свидетельствует о том, что расплавы при данных температурах (соответственно 571,568 и 566 К) представляют собой гомогенную жидкость, поскольку скорость распространения ультразвука не зависит от ее столба (влиянием гидростатического давления на скорость распространения ультразвука в лабораторных условиях можно пренебречь). Но уже при температуре 564 К (кривая 4 на рис.3 характеристики ϑ_s- h представляют собой ступенчатые линии. Это свидетельствует о том, что расплав при данной температуре расслоился на две фазы, которые разделились в гравитационном поле на верхний и нижний слои в соответствии с их плотностями. Следующие ϑ_s-h характеристики, отвечающие более низким температурам (кривые 5 и 6 на рис. 3) отличаются тем, что разница $\Delta\vartheta_s$ между нижним и верхним слоями увеличилась. Очевидно, это свидетельствует об увеличении концентрационного разрыва между растворами в слоях, в результате чего ϑ_s-h характеристика имеет еще большую разницу $\Delta\vartheta_s$ между слоями.

Незначительное уменьшение температуры, буквально на 0,3 К, в системе Ga-Cd приводит к сильному уменьшению амплитуды рабочего сигнала, которое обычно наблюдается при затвердевании образца. Это дает основание считать температуру 553 К температурой монотектики.

Из рис. 3 следует, что ступеньки ϑ_s-h характеристики 4-6 фиксируются с большой точностью на одной и той же высоте, равной примерно середине высоты столба жидкости. Тот факт, что граница между слоями при изменении температуры от момента расслаивания до монотектики удерживается в одном положении, свидетельствует только о перераспределении атомов компонентов без изменения соотношения объемов фаз. Следовательно, данный состав является критическим. Далее, поскольку температура расслаивания фиксируется достаточно четко, то температурную характеристику 4 (рис. 3) следует считать близкой к критической. Исследуя ϑ_s-h характеристики для расплавов других исходных концентрациий, очевидно, можно построить весь купол расслаивания на диаграмме состояния. Для этого по данным исследований ϑ_s-h характеристик строим концентрационно-температурную зависимость скорости распространения ультразвука. На рис. 4 представлена такая зависимость для системы Ga-Cd.

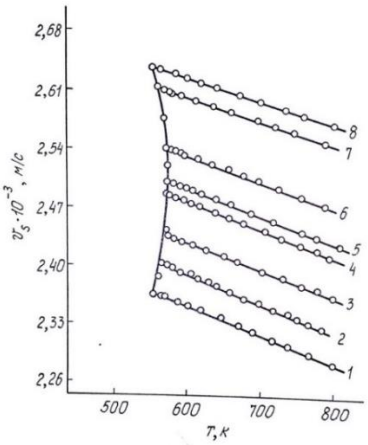


Рис.4. Концентрационно-температурные зависимости скорости ультразвука в расплавах различных исходных составов бинарной системы Ga-Cd. Политермы 1-8 соответствуют составам 20,30,40, 50,52.83,60,70 и 74 ат. % галлия

Низкотемпературные концы политермы 1-8, соответствующие расплавам исходных концентраций 20; 30; 40; 50; 52,83; 60; 70; 74 ат.% Ga, образуют общую огибающую, которая представляет изменение скорости распространения ультразвука вдоль купола расслаивания. Ранее авторы работы [5-7] при изучении расплавов систем Ga-Te, Ga-Tl, и Ga-Bi обнаружили аномалии политерм скорости распространения ультразвука вблизи температур расслаивания, усиливающиеся при приближении к критическому составу.

Кроме того, в [6-7] были обнаружены и аномально высокие значения коэффициента затухания ультразвука, также усиливающиеся с приближением к критической точке. В данном же случае, как видно по рисункам, никаких аномалий на политермах скорости распространения ультразвука не просматривается. Все политермы линейно спадают с температурой, начиная от температур расслаивания. Аномальное затухание ультразвука при частотах до 5 МГц также не обнаружено. В соответствии с выводами работ [6-7] эти экспериментальные факты говорит о том, что в данной системе нет выраженного развития крупномасштабных флуктуаций плотности и концентрации в расплавах. Если они и есть, то возможно, в интервале менее 1К от температур расслаивания.

Проведенные нами исследования расплавов системы Ga-Cd показывают, что по поведению ультразвуковых свойств во многом сходны с системой Ga-Pb. В рамках развития точки зрения, выдвинутой в работах [5-7], сходство это исходит из общности природы расплавов, а именно, из характера химической связи между атомами. Тот факт, что в системах Ga-Cd и Ga-Pb не обнаружены аномалий скорости распространения и затухания ультразвука с приближением к критической точке расслаивания, свидетельствует о несущественности доли ковалентных связей, которые должны были бы наряду с металлическими связями представлять межатомные связи в расплавах (в силу наличия полуметаллического компонента Ga с существенной долей ковалентных связей в расплавах компонентов по отдельности).По видимому, в системе Ga-Cd металлический компонент Cd в расплавах данной системы препятствует локализации электронов в ковалентных связях, и расплавы системы Ga-Cd по существу является металлическими. Поэтому расплавы данной системы фактически микрооднородны.

Результаты проведенных исследований (рис. 4) дают полную экспериментальную информацию, на основе которой можно с уверенностью построить области расслаивания расплавов, на диаграммах фазовых равновесий изученных систем. На рис. 5 представлены результаты такого построения для системы Ga-Cd.

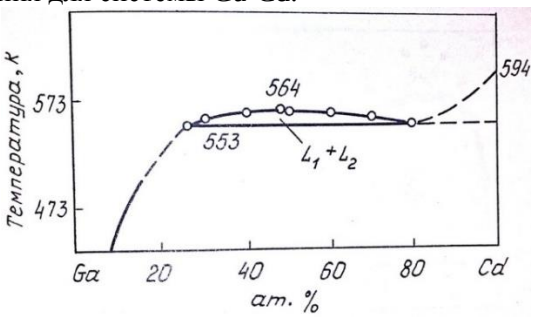


Рис. 5. Фрагмент диаграммы фазовых равновесий системы Ga-Cd, иллюстрирующий положение кривой моновариантного равновесия в сочетании с монотектической горизонталью.

В системе Ga-Pb этим методом были проведены исследование температурной зависимости (ϑs -h)- характеристик в расплавах, содержащих 0,4; 10; 20; 37,94; 40; 50; 60; 70; 80; 90 ат.% свинца.

Эксперимент показал, что при T> $T_{кр}$ все политермы имеют отрицательный наклон к оси температур. Такое изменение скорости распространения ультразвука при T>$T_{кр}$ вполне объяснимо, так как выше $T_{кр}$ имеется однородный раствор. Никаких аномалий на политермах не обнаружены. Они линейно спадают с температурой начиная от температур расслаивания.

На основе проведенных исследований кривая моновариантного равновесия жидкость-жидкость в системе Ga-Pb приведена на рис. 6 в виде фрагмента диаграммы фазовых равновесий.

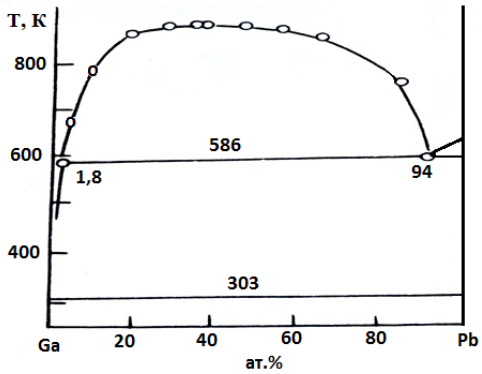


Рис. 6. Фрагмент диаграммы фазовых равновесий системы Ga-Pb, иллюстрирующий положение кривой моновариантного равновесия в сочетании с монотектической горизонталью.

Из рис. 5-6 следует, что области расслаивания имеют большую протяженность по оси концентрации. Однако высота области расслаивания (разница между критической и монотектической температурами) в системе Ga-Cd на порядок меньше, чем в системе Ga-Pb.

Показано, что с использованием ультразвукового метода исследованы и уточнены область расслаивания в системах Ga-Cd и Ga-Pb, построены кривые моновариантного равновесия, ограничивающая указанную область. Установлены координаты критической точки: для системы Ga-Cd температура - 564К, состав - 52,83 ат.% Ga., для системы Ga-Pb температура - 880 К., состав - 37,94 ат.% Pb.

Таким образом, исследование скорости распространения ультразвука является эффективным и надежным методом построения кривых моновариантного равновесия жидкость-жидкость в высокотемпературных расплавах бинарных металлических, полуметаллических и полупроводниковых систем.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Глазов, В.М. и др. Аппаратура и методика для исследования акустических свойств электронных расплавов / В.М. Глазов, В.И. Тимошенко, С.Г. Ким // Заводская лаборатория. – 1985. Т. 51. – №3. – С. 22-26.
2. Глазов, В.М. и др. Исследование расслаивания расплавов в системе Sb-Se акустическим методом / В.М. Глазов, С.Г. Ким., К.Б. Нуров // Известия АН СССР, Неорганические материалы. – 1990. Т. 26. – №3. – С. 526-529.
3. Ходжаев, Ф.К., Нуров К.Б. Исследование области расслаивания в системе Cu-Pb импульсно-фазовым методом / Ф.К. Ходжаев, К.Б. Нуров // Вестник Южно-Уральского Госуниверситета, Серия металлургия. – 2019. – Т. 19. – №4. – С. 4-9.
4. Нуров К.Б. Основные особенности методики исследования расслаивающихся расплавов металлов и полупроводников // Вестник ТНУ. – Душанбе, 2015. – №1/4 (168). – С. 127-130.
5. Глазов, В.М., Ким С.Г. Изучение закритических явлений в расслаивающихся расплавах систем Ga-Te и In-Te акустическим методом / В.М. Глазов, С.Г. Ким // Журнал физическая химия. -1987. Т. 61. – №8. – С. 2171-2178.
6. Регель, А.Р. и др. Акустические исследования структурных изменений при нагреве расплавов полупроводников и полуметаллов / А.Р. Регель, В.М. Глазов, С.Г. Ким // Физика и техника полупроводников. – 1986. Т. 20. – №8. – С. 1353-1376.
7. Глазов, В.М., Ким С.Г. Акустические исследования расслаивания и закритических явлений в электронных расплавах / В.М. Глазов, С.Г. Ким // Докл. АН СССР. – 1986. Т. 290. – №4. – С. 873-876.

ТАҲҚИҚИ АКУСТИКИИ СОҲАИ БА ҚАБАТҲО ҶУДОШАВИИ ГУДОХТАҲО ДАР СИСТЕМАҲОИ Ga-Cd ВА Ga-Pb

Ба қабатҳо ҷудошавии гудохтаҳои системаҳои Ga-Cd ва Ga-Pb бо усули акустикӣ омӯхта шудааст. Диаграммаҳои ҳолати системаҳо дар минтақаи ба қабатҳо ҷудошавии онҳо сохта ва дақиқ карда шудаанд. Ҳарорат ва консентратсияи буҳронӣ ёфта шудаанд. Ҳодисаҳои буҳронӣ, ки дар рафтори аномалии политермҳои суръати паҳншавӣ ва сустшавии ултрасадо зоҳир мешаванд, ошкор карда нашуданд. Дар асоси таҷрибаҳо хулоса карда шуд, ки тағйирёбии микёси калони консентратсия дар диапазони ҳароратӣ бештар аст. Дар ҳарорати аз 1 К баландтар ба қабатҳо ҷудошавӣ суст мешавад.

КАЛИДВОЖАҲО: усули акустикӣ, ба қабатҳо ҷудошавии гудохтаҳо, ҳарорати буҳронӣ, таркиби буҳронӣ, суръати ултрасадо, диаграммаи ҳолат.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Нуров Қурбонали Бозорович, номзади илмҳои химия, дотсенти кафедраи физикаи таҷрибавии Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С. Айнӣ. Тел.: (+992) 93-823-65-65; e-mail: nurov-58@mail.ru

Рустами Тағоймурод, саромӯзгори кафедраи физикаи умумии Донишгоҳи давлатии Бохтар. Тел.: (+992) 886-66-68-66; e-mail; rustamzoda-93@mail.ru

Ҷӯраев Тухтасун Ҷӯраевич, доктори илмҳои химия, профессори кафедраи металлургияи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акад. М.С. Осимӣ. Тел.: (+992) 919-94-89-24; e-mail: mcm45@mail.ru

АКУСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАСТИ РАССЛАИВАНИЯ РАСПЛАВОВ В СИСТЕМАХ Ga-Cd И Ga-Pb

Акустическим методом изучено расслаивание расплавов систем Ga-Cd и Ga-Pb. Построены и уточнены диаграммы состояния систем в области расслаивания расплавов. Найдены критические температуры и концентрации. Закритические явления, выражающиеся в аномальных поведениях политерм скорости распространения и затухания ультразвука, не обнаружены, на основании чего сделан вывод о слабом развитии крупномасштабных флуктуаций концентрации в температурном интервале более 1 К выше температур расслаивания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: акустический метод, расслаивание расплавов, критическая температура, критический состав, скорость ультразвука, диаграмма состояния.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Нуров Курбонали Бозорович, кандидат химических наук, доцент кафедры экспериментальной физики Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни. Тел.: (+992) 93-823-65-65; e-mail: nurov-58@mail.ru

Рустами Тагаймурод, ст. преподаватель кафедры общей физики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 886-66-68-66; e-mail; rustamzoda-93@mail.ru

Джураев Тухтасун Джураевич, доктор химических наук, профессор кафедры металлургии Таджикского технического университета имени акад. М.С. Осими. Тел.: (+992) 919-94-89-24; e-mail: mcm45@mail.ru

ACOUSTIC INVESTIGATION OF THE REGION OF EXAMINATION OF MELTS IN Ga-Cd AND Ga-Pb SYSTEMS

The delamination of melts of the Ga-Cd and Ga-Pb systems has been studied using the acoustic method. State diagrams of systems in the region of melt separation have been constructed and refined. Found critical temperatures and concentrations. Supercritical phenomena, which are expressed in the anomalous behavior of the polytherms of the propagation velocity and attenuation of ultrasound, were not detected, on the basis of which it was concluded that the development of large-scale fluctuations of concentration in a temperature range of more than 1 K above the delamination temperatures was weak.

KEY WORDS: acoustic method, separation of melts, critical temperature, critical composition, ultrasound velocity, state diagram

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Nurov Qurbonali Bozorovich, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Experimental Physics of Tajik State Pedagogical University named after S. Aini. Phone: (+992) 93-823-65-65; e-mail: nurov-58@mail.ru

Rustami Tagaymurod, Art. Lecturer, Department of General Physics of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 886-66-68-66; e-mail; rustamzoda-93@mail.ru

Juraev Tukhtasun Juraevich, Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Metallurgy of Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi. Phone: (+992) 919-94-89-24; e-mail: mcm45@mail.ru

КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ КОЭФФИЦИЕНТОМ АДСОРБЦИИ И КОЭФФИЦИЕНТОМ НАБУХАНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ ТРЁХКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ (КК, МСУНТ И N_2H_4)

Ойматова Х.Х.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава

Целью данной работы является исследование корреляции между коэффициентной адсорбции и коэффициентом набухания смесей тернарных систем (кремниевых кислот, многослойной углеродной нанотрубки и нанопорошка гидразина) до нагревания и анализировать его поведение.

Гидразин – это химическое вещество, которое плавится при 2°С [1] и кипит при 113,5°С (760 мм рт. ст.). Принятые значения критической температуры и критического давления, равные соответственно 380°С и 145 атм, основаны на данных, которые приведены в работе Лобри де Брюи, опубликованной в 1896 г.

В большинстве соединений кремний проявляет степень окисления -4, +2, +4. При низких температурах химически инертен. На воздухе покрывается тонкой плёнкой оксида, в атмосфере кислорода окисляется при нагревании свыше 400°С. Со фтором взаимодействует в обычных условиях, с остальными галогенами, азотом, углеродом - при нагревании. В воде, кислотах (за исключением смеси $HF + HNO_3$) не растворяется. Щёлочи переводят кремний в соли кремниевых кислот с выделением водорода [2].

Многослойная углеродная нанотрубка (сокр. МСУНТ) - это аллотропная модификация углерода, представляющая собой полую цилиндрическую структуру диаметром от десяти до нескольких десятков нанометров и длиной от одного микрометра до нескольких сантиметров (при этом существуют технологии, позволяющие сплетать их в нити неограниченной длины [3]), состоящие из одной или нескольких свёрнутых в трубку графеновых плоскостей.

В данной работе мы исследовали взаимосвязи между коэффициентом адсорбции и коэффициентом набухания смесей тернарных систем кремниевой кислоты, многослойной углеродной нанотрубки и нанопорошка гидразина, а также проверили и обобщили экспериментальные данные по этим параметрам. Для исследования корреляции между коэффициентом адсорбции и коэффициентом набухания нами использованы данные, полученные по экспериментальной установке, изобретённой профессором Сафаровым М.М. и его учениками [4]. Экспериментальные данные по коэффициенту адсорбции и коэффициенту набухания приведены в таблице 1.

Таблица 1

Экспериментальные данные по коэффициенту адсорбции и коэффициенту набухания смесей тернарных систем кремниевой кислоты, многослойной углеродной нанотрубки и нанопорошка гидразина при температуре 295К.

Время t (час)	*Образец №1*							
	Коэффициент адсорбции Г, моль/кг				*Коэффициент набухании γ, %*			
	0,2	*0,4*	*0,6*	*0,8*	*0,2*	*0,4*	*0,6*	*0,8*
0,5	*1,39*	*14,12*	*26,79*	*39,39*	*8,56*	*5,03*	*3,51*	*2,58*
1,0	*2,15*	*14,82*	*27,55*	*40,15*	*4,67*	*2,41*	*1,83*	*1,41*
1,5	*2,85*	*15,51*	*28,18*	*40,78*	*4,28*	*2,41*	*1,52*	*1,17*
2,0	*3,36*	*16,08*	*28,69*	*41,1*	*3,11*	*1,97*	*1,22*	*0,59*
2,5	*3,61*	*16,27*	*28,88*	*41,29*	*1,56*	*0,66*	*0,46*	*0,35*
3,0	*3,61*	*16,27*	*28,88*	*41,29*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
3,5	*3,61*	*16,27*	*28,88*	*41,29*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*

Как видно из таблицы 1 коэффициент адсорбции смесей тернарных систем со временем и с увеличением массы линейно увеличивается, а коэффициент набухания с ростом времени и с увеличением массы уменьшается. Можно сказать, что в течение 3 часов коэффициент адсорбции увеличивается на 61,5%, а с ростом массы, на 96,5%. В течение 3 часов коэффициент набухания уменьшается на 100%, а с ростом массы коэффициент набухания уменьшается на 70%. Используем данные таблицы 1 и построим график зависимости коэффициента адсорбции от коэффициента набухания.

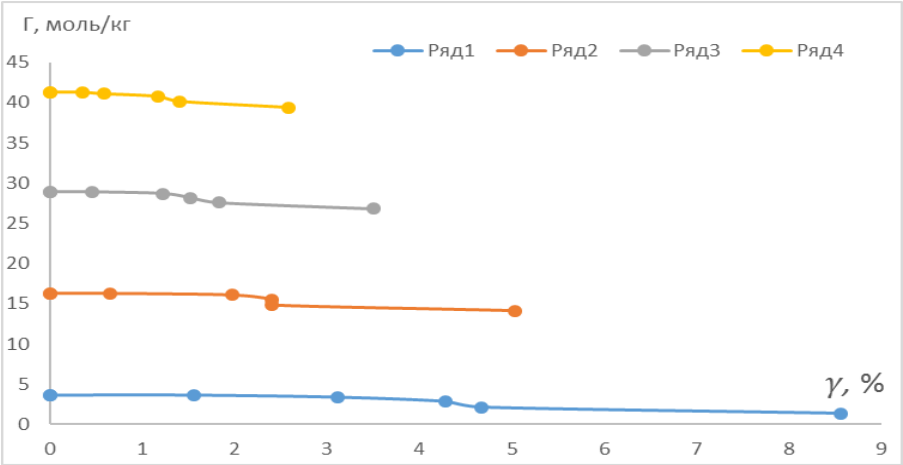


Рисунок 1. Зависимость коэффициента адсорбции от коэффициента набухания исследуемых тернарных систем (КК, МСУНТ и нанопорошка гидразина) до нагревания: Ряд 1 - зависимость коэффициента адсорбции от коэффициента набухания при массе 0,2 г; Ряд 2 - зависимость коэффициента адсорбции от коэффициента набухания при массе 0,4 г; Ряд 3 - зависимость коэффициента адсорбции от коэффициента набухания при массе 0,6 г; Ряд 4 - зависимость коэффициента адсорбции от коэффициента набухания при массе 0,8 г;

Как видно из рисунка 1, при увеличении коэффициента адсорбции коэффициент набухания смесей трёхкомпонентных систем уменьшается. А также из этого рисунка можно сделать вывод, что с увеличением массы исследуемых смесей тернарной системы коэффициент набухания уменьшается, а коэффициент адсорбции увеличивается.

Для получения уравнения корреляции между коэффициентами адсорбции и коэффициентом набухания изучаемых образцов нами использована следующая функциональная зависимость [5-7]:

$$\frac{\Gamma}{\Gamma_0} = f\left(\frac{\gamma}{\gamma_0}\right) \qquad (1)$$

где Г – коэффициент адсорбции при коэффициенте набухания γ; Γ_0–коэффициент адсорбции при коэффициенте набухания γ_0 тернарных систем кремниевой кислоты, МСУНТ и нанопорошка гидразина.

Выполнимость зависимости (1) для смесей тернарных систем кремниевой кислоты, МСУНТ и нанопорошка гидразина от массы образца показана на рисунке 2. Видно, что экспериментальные данные хорошо укладываются вдоль общей прямой, которая описывается уравнением:

$$\Gamma = \left[A\left(\frac{\gamma}{\gamma_0}\right) + B\right]\Gamma_0, \qquad \frac{\text{моль}}{\text{кг}} \qquad (2)$$

Как видно из рисунка 2 с уменьшением относительного коэффициента адсорбции, относительный коэффициент набухания исследуемых образцов увеличивается по линейному закону [5].

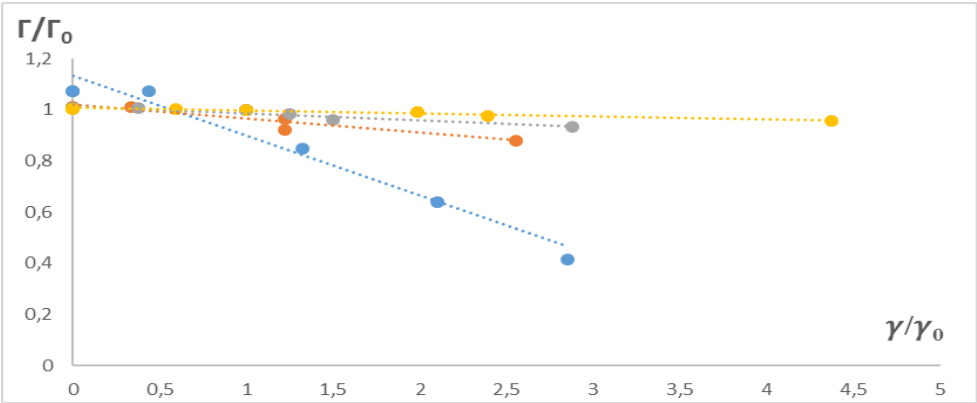


Рисунок 2. Зависимость относительного коэффициента адсорбции от относительного коэффициента набухания смесей тернарных систем кремниевой кислоты, МСУНТ и нанопорошка гидразина, увлажненного в питьевой воде.

Анализ значений Γ_0 для исследуемых веществ показал, что они являются функцией концентрации носителей (рисунок 3):

$$\Gamma_0 = 63046m - 9{,}6279, \ \frac{\text{моль}}{\text{кг}} \quad (3)$$

Из уравнения (2) с учетом уравнения (3) для расчета коэффициента адсорбции исследуемых объектов в зависимости от коэффициента набухания получим:

$$\Gamma = \left[\mathrm{A}\left(\frac{\gamma}{\gamma_0}\right) + \mathrm{B}\right](63046m - 9{,}6279), \ \frac{\text{моль}}{\text{кг}} \quad (4)$$

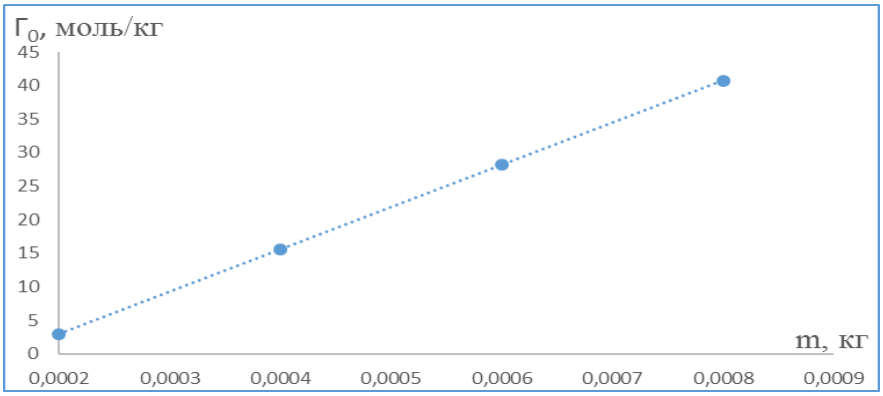


Рисунок 3. Зависимость коэффициента адсорбции от массы смесей тернарных систем кремниевой кислоты, МСУНТ и нанопорошка гидразина.

С помощью уравнений (4) можно вычислить удельную теплоемкость C_P в зависимости от коэффициента набухания при различных массах смеса тернарных систем.

В уравнениях (2) и (4) А и В являются коэффициентами эмпирического уравнения, значение которых представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значения коэффициентов А и В уравнения (2) и (4)

Коэффициенты / *Масса, кг*	*A*	*B*	*R²*
0,0002	*-0,2338*	*1,1324*	*0,8447*
0,0004	*-0,0542*	*1,0205*	*0,849*
0,0006	*-0,0267*	*1,0118*	*0,9083*
0,0008	*-0,011*	*1,0079*	*0,9455*

Проверка уравнения (4) показала, что оно с общей относительной погрешностью 0,7-10% описывает коэффициент адсорбции исследуемых объектов в интервале времени 0-3,5 часов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Paul, H. Mohr. The Hydrazine- Woter System/ Paul H. Mohr., L. F. Audrieth // The Journal of Physical and Colloid Chemistry. - 1949. – № 6 (59). – С. 901-906.
2. Ойматова, Х.Х. Влияние нанопорошка гидразина на изменение внутренней энергии в тернарной системе многослойной углеродной нанотрубки и кремниевой кислоты / Ойматова Х.Х., Сафаров Ш.Р., Рафиев С.С., Собиров Дж.Ф., Сафаров М.М., Мухаммадалии К. // Вестник Филиала МГУ имени М. В. Ломоносова в г. Душанбе (научный журнал). – №3(2)-2018. – С. 83-93.
3. Нанотрубка, углеродная. thesaurus.rusnano.com.
4. Сафаров М.М., Джураев Д.С., Холиков М.М., Тагоев С.А., Ризоев С.Г., Зарипова М.А., Мирзомамадов А.Г., Норов З.Ю., Абдуназаров С.С., Махмадиев Б.М., Тиллоева Т.Р. Способ и устройства для определения коэффициента адсорбции ферримагнитных наночастиц в зависимости от температуры при атмосферном давлении // Патент Республики Таджикистан. № TJ 824, 2016. – 7 с.
5. Сафаров, Ш.Р. Получение эмпирических уравнений для расчета изменения энтальпии тернарных систем /Ш.Р. Сафаров, Х.Х. Ойматова, М.А. Зарипова, Дж.Ф. Собиров, М.Т. Тургунбаев / Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные задачи математики и её преподавания», посвященная 20-летию изучения и развития естественных, точных дисциплин и математики в области науки и образования (2020-2040гг.) и к 70-летию заслуженного работника Таджикистана профессора А.С. Сатторова. – Бохтар, 2020. – С. 59-61.
6. Собиров, Дж. Ф. Эмпирические уравнения для расчета изобарной удельной теплоемкости теллурида германия / Дж.Ф. Собиров, М.М. Сафаров / Международная конференция «Фазовые переходы, критическое и нелинейное явление в конденсированной среды». Сборник трудов. – Махачкала-Россия. - 2019. – С. 66-69.
7. Сафаров, Ш.Р. Получение эмпирических уравнений для расчета плотности тернарных систем / Сафаров Ш.Р., Ойматова, Х.Х. Зарипова М.А. Сафаров, М. М. / Материалы Республиканской

научно-практической конференции (с международным участием). «Теплоэнергетика и теплофизические свойства веществ». – Душанбе, 2021. – С. 183-187.

МУНОСИБАТИ БАЙНИ КОЭФФИСИЕНТИ АДСОРБСИЯ ВА КОЭФФИСИЕНТИ ДАБДАБАНОК БАРОИ ОМЕХТАҲОИ МЕХАНИКИИ СИСТЕМАХОИ СЕҶУЗЪА (КС, ННКБ ВА N_2H_4)

Дар мақола таҳлили коррелятсионии натиҷаҳои таҷрибавии коэффитсиенти адсорбсия ва коэффитсиенти варамкунии системаҳои сеҷузъа дар асоси хокаҳои кислотаи силисий (СС), нанонайчаҳои карбонии бисёрқабат (ННКБ) ва нанохокаи гидразин (N_2H_4) пеш аз гармкунӣ пешниҳод карда шудааст. Таҳқиқоти коррелятсионии байни коэффитсиенти адсорбсия ва коэффитсиенти варамкуниро барои таҳлили ҳолати система дар ин ё он раванди муайян истифода бурдан мумкин аст. Инчунин ин алоқамандӣ яке аз маводи таркибӣ дар фазаи сахт бо афзоиши массаи системаҳои сеҷузъа вобаста аз вақти намнок кардан баҳисоб рафта, аҳамияти калони илмӣ ва амалӣ дорад.

КАЛИДВОЖАҲО: коэффитсиенти адсорбсия, коэффитсиенти варамкунӣ, системаи сегона, кислотаи силисий, нанонайчаҳои карбонии бисёрқабата, нанохокаи гидразин, масса, вақт, коррелятсия.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛИФ: Ойматова Ҳоҷармо Холмуродовна, дотсенти кафедраи физикаи умумии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 93-591-23-61; e-mail: oymatova123@list.ru

КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ КОЭФФИЦИЕНТОМ АДСОРБЦИИ И КОЭФФИЦИЕНТОМ НАБУХАНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ ТРЁХКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ (КК, МСУНТ И N_2H_4)

В работе приводятся корреляционный анализ результатов экспериментального значения коэффициента адсорбции и коэффициента набухания тернарных систем на основе порошков кремниевой кислоты (КК), многослойной углеродной нанотрубки (МСУНТ) и нанопорошка гидразина (N_2H_4) до нагревания. Исследования корреляции между коэффициентом адсорбции и коэффициентом набухания можно использовать для анализа состояний системы в том или ином процессе, а также такая связь является технически важным композиционным материалом в твердой фазе при увеличении массы тернарных систем в зависимости от времени увлажнения и имеет большое научное и прикладное значение.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: коэффициент адсорбции, коэффициент набухания, тернарная система, кремниевая кислота, многослойная углеродная нанотрубка, нанопорошок гидразина, масса, время, корреляция.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Ойматова Ходжармо Холмуродовна, доцент кафедры общей физики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 93-591-23-61; e-mail: oymatova123@list.ru

CORRELATION BETWEEN THE ADSORPTION COEFFICIENT AND THE SWELLING COEFFICIENT FOR MECHANICAL MIXTURES OF THREE-COMPONENT SYSTEMS (SA, MWCNT AND N_2H_4)

The paper presents a correlation analysis of the results of the experimental value of the adsorption coefficient and the swelling coefficient of ternary systems based on powders of silicic acid (SA), multilayer carbon nanotube (MWCNT) and hydrazine nanopowder (N_2H_4) before heating. Studies of the correlation between the adsorption coefficient and the swelling coefficient can be used to analyze the states of the system in a particular process, and such a relationship is technically important composite material in the solid phase with an increase in the mass of ternary systems depending on the moistening time and is of great scientific and applied importance.

KEY WORDS: adsorption coefficient, swelling coefficient, ternary system, silicic acid, multilayer carbon nanotube, hydrazine nanopowder, mass, time, correlation.

INFORMATION ABOUT AUTHOR: Oimatova Hogarmo Kholmurodovna, associate professor at the department of general physics of Bjkhtar State Unversity named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 93-591-23-61; e-mail: oymatova123@list.ru

УДК 621.86.064

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕМПФИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ

Зувайдов М.М.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава
Икромзода И.Л., Саидов Х.К.
Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими

Для Таджикистана, свыше 93% территории которого занимают горы, и где представлен практически весь спектр опасных природных бедствий, среди которых землетрясения, обвалы, оползни, сели, сход ледников, эрозия почвы и другие, решение вопросов снижения риска стихийных бедствий имеют чрезвычайно важное значение.

Сильные и катастрофические землетрясения представляют собой самое полное и серьезное испытание для людей, зданий и сооружений, инфраструктуры городов, потенциально неустойчивых структур горных пород на склонах, на площадях в сотни и даже тысячи квадратных километров. За последние 100 лет на территории Таджикистана произошли такие катастрофические и сильные землетрясения как Каратагское 1907 г., Сарезское 1911 г., Гармское 1941 г., Файзабадское 1943 г., Гиссарское 1989 г., Рогунское 2002 г. и др., унесшие десятки и сотни человеческих жизней и нанесшие огромный материальный ущерб экономике республики в виде разрушения зданий и сооружений, вывода из строя инфраструктуры населенных пунктов и др.

Согласно карты сейсмического районирования 50% от всей территории республики расположено в 9-ти балльной сейсмической зоне, 38% - в 8-ми балльной и 12% - в 7-ми балльной.

Применение системы сейсмоизоляции в сложных горно-геологических условиях, в районах сейсмичностью 7-9 баллов, к которым относится территория Таджикистана, колебания грунта и инженерных сооружениях при землетрясениях зависит от рельефа местности и, особенно от грунтового сложения направления пластов. Поэтому вполне логично для расположения сооружений выбирать участки, где сейсмические волны наименее всего проявят свои разрушительные воздействия и создадут наименьшие напряжения в сооружениях.

Для обеспечения безопасной эксплуатации и сохранности зданий и сооружений во время сейсмического воздействия применяются различные системы сейсмоизоляции (ССИ). Известно, что есть два основных типа сейсмозащиты – различного рода упругие и упруго-демпферные опоры и кинематические опоры (рисунок 1). Анализ зарубежного опыта показывает, что системы сейсмоизоляции широко применяются для сейсмозащиты мостов, культурных центров, больниц, крупных официальных зданий, стадионов, платформ для добычи нефти на шельфе и т.д. [1-3].

Рисунок 1. Примеры различных типов упругих и упруго-демпферных опор.

Одним из самых эффективных методов сейсмоизоляции является установка в конструкции здания резинометаллических опор.

В настоящее время из направлений сейсмоизоляции, получившим довольно широкое распространение в Англии, Франции, США и Новой Зеландии, является использование резинометаллических опор, устанавливаемых между несущими конструкциями здания и фундамента. Первоначально такие опоры нашли широкое применение при конструировании сейсмостойких опор мостов, а затем с некоторой доработкой стали применяться и для сейсмоизоляции зданий. Так, опоры системы GAPEC (Франция) имеют слоистую конструкцию и состоят из попеременно чередующихся стальных листов и неопрятна. Для предотвращения чрезмерной осадки зданий под нагрузкой от собственного веса опоры выполняют жесткими в вертикальной плоскости. В то же время они обладают малой жёсткостью в горизонтальной плоскости (в 100 раз меньше ее жёсткости в вертикальной плоскости), чтобы обеспечить возможность упругого бокового перемещения. Опоры обладают высокой прочностью при сжатии, растяжении и кручении благодаря упругим свойствам неопрятно. В результате ряда принятых мер срок службы опоры, по данным авторов этой конструкции, достигает приблизительно 50 лет. Данный тип сейсмоизолирующих опор был использован при строительстве школьного трёхэтажного крупнопанельного здания размером в плане 77,5х30,5м в г. Ламбеск (Франция). Система сейсмозащиты предусматривала устройство 152 сейсмоизоляторов.

Устройство системы сейсмоизоляции с помощью резинометаллических опор не требует применения специальных конструкций зданий, однако предусматривает выполнение определённых правил при проектировании. Опоры устанавливают под колоннами или в местах пересечения несущих стен. При отсутствии подземного помещения резинометаллические опоры

устанавливают на отдельно стоящие фундаментные плиты, постоянное расстояние между которыми во время возможного землетрясения обеспечивается достаточно жёсткими соединительными фундаментными балками. При наличии подземного этажа опоры размещают на капители колонн подземной части здания, также соединённые между собой жёсткими фундаментными блоками.

Для ограничения вертикальных и горизонтальных перемещений резинометаллических опор при землетрясении около каждой из них устанавливают железобетонные ограничители, занкеренные в фундаменте. Ограничители, рассчитанные на восприятие полной статической нагрузки, на здание. Рекомендуемый зазор между верхним обрезом ограничителя и нижней поверхностью плиты перекрытия составляет 1,5 см. Расстояние между опорой и ограничителем должно быть менее максимального расчётного перемещения здания. Число устанавливаемых сейсмоизолирующих опор под одним несущим элементом может приниматься и от одной до четырёх в зависимости от места их расположении.

Специалисты Новой Зеландии считают, что более эффективными являются резинометаллические опоры, в конструкциях которых предусмотрены поглотители колебаний в виде вертикального цилиндрического свинцового сердечника (рис. 2). Наличие такого сердечника обеспечивает высокую жесткость в вертикальном направлении. У этих опор сопротивление сдвигу лучше, чем у опор без сердечника, и более эффективное поглощение энергии сейсмических колебаний; при сильных сейсмических воздействиях в свинцовом сердечнике возникают большие пластические деформации и интенсивно поглощается энергия колебаний. Применение в опоре свинцового сердечника позволяет увеличить в 3-5 раз затухание колебаний, повышая при этом сопротивление опоры ветровому воздействию.

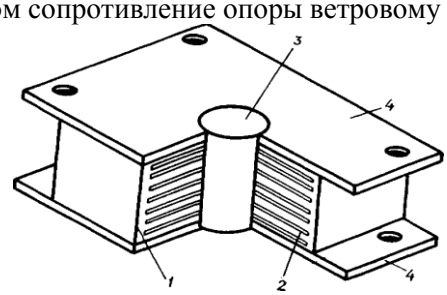


Рисунок 2. Конструктивная схема резинометаллической опоры со свинцовым сердечником (Новая Зеландия): 1 - каучук (резина); 2 - внутренний стальной лист; 3 - свинцовый сердечник; 4 - опорный стальной лист.

Следует отметить, что эта система является наиболее экономичной системой сейсмоизоляции, существующей в настоящее время. Однако исследования показали, что в некоторых случаях возможно нарушение свинцового сердечника. В связи с этим ведутся по подбору заменяющего свинец материала для изготовления сердечников (например, проводились исследования с применением песка).

Выводы: Данный метод позволяет: производить расчёт здания в упругой постановке, учитывая при этом нелинейные свойства опор, уменьшить требования к вычислительным мощностям ПК, получить достаточно достоверные результаты расчета.

ЛИТЕРАТУРА:

1. СП 14.13330.2011. Строительство в сейсмических районах. – М: Минрегион России, 2011.
2. Айзенберг Я.М. Сейсмоизоляция высоких зданий // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2007. – №4. – С. 41-43.
3. Поляков В.С., Килимник Л.Ш., Черкашин А.В. Современные методы сейсмозащиты зданий. – М.: Стройиздат, 1988.
4. Смирнов В.И. Применение инновационных технологий сейсмозащиты зданий в сейсмических районах // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2009. – №4. – С. 16-21.
5. Смирнов В.И., Никитина В.А. Демпфирование как элемент сейсмозащиты сооружений // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2007. – №4. – С. 44-47.

ИСТИФОДАИ ТАҶҲИЗОТИ ДЕМПФЕРӢ БАРОИ БАЛАНД БАРДОШТАНИ ЗИЛЗИЛАТОБОВАРИИ БИНО

Дар мақола мисолҳои усулҳои такягоҳи резинию-металӣ дар минтақаҳои зилзиланокиашон7-9 балл оварда шудааст, ки имконияти паст намудани сарбории зилзиланокиро якчанд маротиба вобаста аз шароити муайяни майдонҳо ва ҳалли конструктивии бино ва инчунин паст намудани арзиши сохтмон оварда шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: резинию металлӣ, такягоҳ, ҷудокунии сейсмикӣ, спектри муқобилият, лапиш, заминчунбӣ, таъсири сейсмикӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Зувайдов Маҳмадулло Маҳмасолиевич, омӯзгори кафедраи сохтмони Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 918-19-86-56.

Икромзода Икром Латиф, магистранти соли 2-юми кафедраи иншооти гидротехникӣ ва ҳифзи захираҳои обии Донишоҳи техникии Точикистон ба номи ак. М.С. Осимӣ.

Саидов Хусрав Қисматуллоевич, магистранти соли 2-юми кафедраи иншооти гидротехникӣ ва ҳифзи захираҳои обии Донишоҳи техникии Точикистон ба номи ак. М.С. Осимӣ.

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕМПФИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ

В статье приведены примеры методы резинометаллических опор, в районах сейсмичностью 7-9 баллов, которые позволяет снижать сейсмические нагрузки в несколько раз в зависимости от конкретных условий площадки и конструктивного решения здания, следовательно, и снижает стоимость строительства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: резинометаллическая опора, сейсмоизоляции, спектр реакции, колебания, землетрясения, сейсмическое воздействие.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Зувайдов Махмадулло, предподаватель кафедры строительства Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 918-19-86-56.

Икромзода Икром Латиф, магистрант 2-го курса кафедры гидротехнических сооружений и охраны водных ресурсов Таджикского технического университета имени ак. М.С. Осими.

Саидов Хусрав Кисматуллоевич, магистрант 2-го курса кафедры гидротехнических сооружений и охраны водных ресурсов Таджикского технического университета имени ак. М.С. Осими.

THE USE OF A DAMPING DEVICE FOR IMPROVING EARTHQUAKE RESISTANCE OF BUILDINGS

The article describes the methods of rubber bearings in areas seismicity of 7-9 points, which makes it possible to reduce the seismic load several times, depending on specific site conditions and structural design of the building, thus reducing the cost of construction.

KEY WORDS: rubber mounts, seismic, response spectrum, vibrations, earthquake, seismic action.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Zuvaydov Mahmadullo, lecturer at the Department of Civil Engineering of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 918-19-86-56

Ikromzoda Ikrom Latif, 2nd year master student of the department of hydraulic structures and protection of water resources of the Tajik Technical University named after ak. M.S. Osimi.

Saidov Khusrav Qismatulloevich, 2nd year master student of the department of hydraulic structures and protection of water resources of the Tajik Technical University named after ak. M.S. Osimi.

УДК: 624.15

ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ КОМБИНИРОВАННЫХ ФУНДАМЕНТОВ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНО СПРЕССОВАННЫМИ ГРУНТОВЫМЫ ОСНОВАНИЯМИ

Алимардонов А.М., Рахимов С., Назирзода М.
Таджикский технический университет имени М. Осими

Высокие темпы строительства различных объектов в Таджикистане показывает, что от подготовки основания зависит их надежность и устойчивость. Данная проблема усуглубляется высокой сейсмической активностью республики и проявлением дополнительных деформаций в виде сейсмических просадок.

Предварительное напряжение грунта возникает при спрессовке, в результате, которого происходит полное или частичное стеснение деформаций впоследствие осуществления воздействия усилий.

Подготовка уплотненного грунта дает возможность дополнительно несущей способности, или повышает сдвигоустойчивость, однако уменьшает сжимаемость и водонепроницаемость. Устойчивость грунта характеризуется высокой прочностью, низкой сжимаемостью и фильтрационной способности, сохранностью структуры при изменении влажности режима.

Значительная часть районов и городов республики Таджикистан, построена на территориях со слабыми пылевато-глинистыми водонасыщенными грунтами. Следует отметить, что в таких условиях достаточно сложной инженерной задачей является устройство фундаментов высотных зданий, зданий повышенной этажности и особенно их комплексов, отвечающих нормам и требованиям разумных экономических затрат, основанных на использовании традиционных технологий и представленной номенклатуры изделий заводской готовности, например, свай.

В связи с этим актуальной задачей является изучение взаимодействия системы «фундамент – грунтовое основание», максимально использующей принцип включения в работу каждого элемента, что приводит к повышению надежности сооружения, снижению материальных и

трудовых затрат на производство работ, сокращению сроков строительства подземной части и снижению ущерба для окружающей среды.

Фундаментами, отвечающими данному принципу, для высотных зданий повышенной этажности следует считать комбинированные ленточные свайные фундаменты с предварительной опрессовкой грунтового основания, выполняемой за счет нагнетания в пролетную часть под давлением растворной смеси. Применение их в указанных выше условиях улучшает строительные свойства и уменьшает сжимаемость грунтов в активной зоне, что увеличивает несущую способность свай, создает остаточное напряженное состояние в основании, снижающее его деформируемость, а также сокращает материалоемкость за счет экономии бетона и арматуры.

Потребности в комбинированных фундаментах возникает, когда осадки плитного фундамента превышают предельно допускаемые по действующим строительным нормам значения, а передача всей нагрузки через сваи слишком затратна. Эффективным является проектирование комбинированного фундамента, которые будет обеспечивать безопасные деформации основания, максимальное использование сопротивления грунтов под плиткой частью фундамента и несущей способности свай.

В настоящее время комбинированные фундаменты применяются по всему миру. Выполенен целый ряд научных исследований теоретического и экспериментального характера: работы Александровича В.Ф., Ашихмина О.В., Бабанова В.В., Готман Н.З., Глушкова И.В., Мангушева Р.А., Шашкина К.Г., Фадеева Л.Б. и др. а в Германии профессорами Катценбахом Р. и Кёнигом Г. были разработаны рекомендации по проектированию комбинированных фундаментов.

Эффективными фундаментами в условиях сильнонагруженных слабых грунтовых оснований следует считать комбинированные ленточные свайные фундаменты с предварительной опрессовкой грунтового основания, можем выполять за счет нагнетания под давлением растворной смеси (рис. 1).

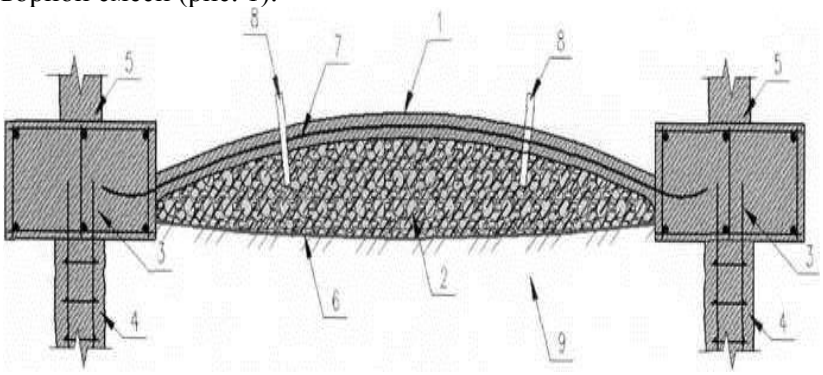


Рис. 1. Фрагмент КЛСФ с предварительной опрессовкой грунтового основания: 1 - пологая армированная оболочка; 2 - искусственное основание с нагнетенным раствором (после твердения раствора - плита переменной жёсткости); 3 - ленточный ростверк; 4 - свая; 5 - несущие стены; 6 - пленка; 7 - армирующая сетка оболочки; 8 - перфорированный инъектор; 9 - предварительно напрягаемое естественное основание.

Комбинированный ленточный свайный фундамент состоит из плит переменной жесткости (2), ограниченных перекрестно расположенными ростверками (3), объединяющими несущие сваи (4).

В процессе заполнения искусственного основания через перфорированные инъекторы (8) цементным раствором под давлением (опрессовка), происходит вовлечение в работу оболочек (1) и естественного грунтового основания (9) под оболочечной чатью. При этом оболочка (1) натягивается, грунтовое основание нагружается гидростатическим давлением, за счет чего происходит его предварительное напряжение. Подъем оболочки при создании давления в области минерального основания ограничен закреплением ее в ростверке (3), который в свою очередь заанкерен в вертикальной плоскости сваями (4) или загружен вышележащими этажами (5). После твердения нагнетаемого раствора армированная оболочка (1) положительной или нулевой Гауссовой кривизны, устроенная по криволинейной поверхности искусственного основания (2) из щебня или другого минерального материала, преобразуется в плиту переменной жесткости (2).

Вопросами состояния грунтового основания при преднапряженном состоянии занимались А.С.М. Абдул Малек, М.Ю. Абелев, А.А. Бартоломей, О.С. Вертынский, Ю.К. Зарецкий, А.А.

Землянский, В.В. Знаменский, Ю.В. Паумкина, О.И. Рубцов, З.Г. Тер-Мартиросян, О.А. Шулятьев, П . Brandl, И.О. Poulos и др.

Производства работ устройств фундаментов предусматривается строгой последовательности. Первая стадия - планировка грунтового естественного и искусственного оснований, устройство ленточных свайных фундаментов и объединяющих их пологих цилиндрических железобетонных оболочек. Вторая стадия - спрессовка под давлением подоболочечного пространства цементным раствором. И третья стадия - статическое нагружение фундамента сооружением (рис. 2).

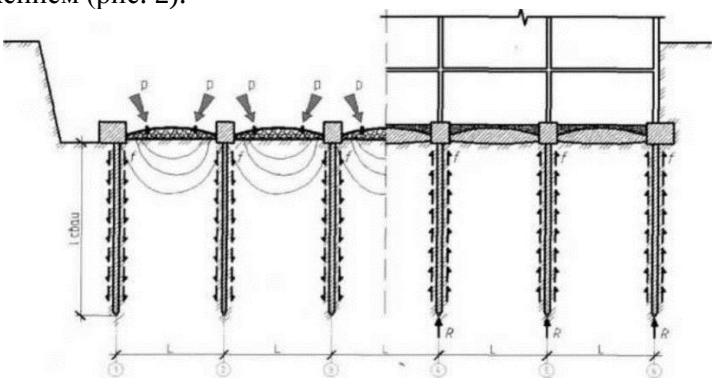


Рис. 2. Стадийность производства работ: технологическая стадия (слева): эксплуатационная стадия (справа).

Следует отметить, что отличия предлагаемых фундаментов от комбинированных заключается в том, что сваи устраняют дефицит жесткости основания и расположены не под всей площадью здания с определенным шагом в двух направлениях, а строго под силовыми линиями нагружения. Плита переменной жесткости обладает меньшей метериалоемкостью, а расположение всей рабочей арматуры по линии главных растягивающих напряжений позволяет эффективно воспринимать изгибающие моменты и поперечные силы после приложения на фундамент внешних нагрузок.

Вывод: Резултаты использования метода спресовки грунтового основания существенно улучшает строительные свойства грунтов в пролетной части и уменьшает их сжимаемости в активном слое; создает дополнительное обжатие боковым давлением свай, что приводит к увеличению их несущей способности и, соответственно, уменьшает количества; при передаче части эксплуатационной нагрузки изменить характер деформирования грунтов основания в соответствии с модулем нагрузки E_0; использование типовых свай заводской готовности за счет регулирования нагрузки, предаваемой на сваи величиной предварительного напряжения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Рузиев, А. Строительная геотехника и геотехнология. Часть 1. Геотехнические испытания и расчеты / А. Рузиев. – Душанбе: ЗАО «Реалайн», 2014. – 245 с.
2. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83).
3. Степанов, М.А. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / М.А. Степанов. – Тюмень, 2015. – 24 с.
4. Степанов, М.А. Экспериментальные исследования взаимодействия свайно-оболочечных фундаментов с предварительно уплотняемым грунтовым основанием / Я.А. Пронозин., М.А. Степанов // Сборник материалов ВНТК «Механика грунтов в геотехнике и фундаментостроении». – Новочеркасск: ЮРГТУ НПИ. - 2012. – С. 243-250.
5. Степанов, М.А. Обоснование использования свайно-оболочечных фундаментов с предварительно напряженным грунтовым основанием / З.Г. Тер-Мартиросян, Я.А Пронозин, М.А. Степанов // Основания, фундаменты и механика грунтов. Сер.: Механика грунтов, 2012. – №4. – С. 2-5.

ТАЪСИРИ БАЙНИ ҲАМДИГАРИИ ТАҲКУРСИҲОИ ОМЕХТА БО АСОСҲОИ ХОКИИ ПЕШАКӢ ФИШУРДАШУДА

Мақола ба масъалаҳои тадқиқи баҳамтаъсиррасонии асосҳои хокии фишурдашуда бо таҳкурсиҳои тасмашакли мехсутунӣ бахшида шудааст. Ҳолати ҳозиразамони бунёди таҳкурсиҳо дар асосҳои хокии суст боркардашуда дар натиҷаи таҳқиқоти олимони ватанӣ ва хоричӣ таҳлили худро ёфтааст.

КАЛИДВОЖАҲО: таъсири мутақобила, таҳкурсиҳои омехта, зичкунӣ, хок, асос.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Алимардонов Алишер Менгалиевич, унвонҷӯи кафедраи асос, таҳурсӣ ва иншооти зерзаминии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи ак. М.С. Осимӣ.

Раҳимов Сунатулло, донишҷӯи курси 4-уми ихтисоси сохтмони саноатӣ ва граждании Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи ак. М.С. Осими.

Назирзода Муҳаммад, донишҷӯи курси 4-уми ихтисоси сохтмони саноатӣ ва граждании Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи ак. М.С. Осими.

ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ КОМБИНИРОВАННЫХ ФУНДАМЕНТОВ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНО СПРЕССОВАННЫМИ ГРУНТОВЫМЫ ОСНОВАНИЯМИ

Статья посвящена вопросам исследования взаимодействий предварительно спресованных грунтовых оснований с комбинированными ленточными свайными фундаментами. Проанализировано современное состояние строительства фундаментов в сильнонагруженных слабых грунтовых оснований по результатам исследований отечественных и зарубежных опытов инженеров геотехников и ученых.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: взаимодействия, комбинированные фундаменты, опрессовка, грунт, основания

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Алимардонов Алишер Менгалиевич, соискатель кафедры основания, фундаменты и подземные сооружения Таджикского технического университета имени ак. М.С. Осими.

Рахимов Сунатулло, студент 4-го курса по специальности промышленное и гражданское строительство Таджикского технического университета имени ак. М.С. Осими.

Назирзода Мухаммад, студент 4-го курса по специальности промышленное и гражданское строительство Таджикского технического университета имени ак. М.С. Осими.

PROCESSES OCCURRING DURING THE INTERACTION OF COMBINED FOUNDATIONS WITH PRECOMPRESSED GROUND BASES

The article is devoted to the study of the interactions of pre-compressed soil foundations with combined tape pile foundations. The current state of foundation construction in heavily loaded weak soil foundations is analyzed based on the results of research by domestic and foreign experiments of geotechnical engineers and scientists

KEY WORDS: interactions, combined, foundations, crimping, soil, foundations

INFORMATION ABOUT AUTHORS: Alimardonov Alisher Mengalievich, applicant of the department of foundations, foundations and underground structures of the Tajik Technical University named after ak. M.S. Osimi.

Rahimov Sunatullo, 4th year student majoring in industrial and civil construction of the Tajik Technical University named after ak. M.S. Osimi.

Nazirzoda Muhammad, 4th year student majoring in industrial and civil construction of the Tajik Technical University named after ak. M.S. Osimi.

УДК: 536.12.33

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА, ЗАНЯТОГО ОБСЛУЖИВАНИЕМ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ ±500 КВ

Джахонгири А., Рахматулоев А.З., Шарипов С.К., Сафарализода Б.С.
Институт энергетики Таджиистана

В целях обеспечения безопасности обслуживающего персонала от влияния электрических полей на их здоровье, которые возникают на ЛЭП напряжением ±500 кВ, в республике Таджикистан приняты и являются действующими и по сей день те же нормы и правила, что и приняты в Российской Федерации. Однако не все нормативы и правила были приняты к применению.

Нормативные требования, установленные относительно средств и способов защиты от вредного воздействия электрического поля утверждены РД №34.03.604 «Руководящие указания по защите персонала, обслуживающего распределительные устройства и воздушные линии электропередачи переменного тока напряжением ±400, 500, и 750 кВ, от воздействия электрического поля» [1; 5]; ГОСТом 12.4.154.-85 «Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры»; ГОСТом 12.4.156-87 «Комплект индивидуальный экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования и методы контроля».

Безопасность обслуживающего персонала, т.е. работника ВЛ, согласно принятым нормативным документам, должна быть предусмотрена еще на начальных стадиях проектирования ОРУ и ВЛ и их применении. Работы по защите персонала от вредного воздействия эксплуатации электроэнергетических объектов, в первую очередь, направлены на максимально возможную минимизацию напряженности возникающего на ЛЭП электрического поля в местах непосредственной работы персонала до установленных норм, также сокращения продолжительности нахождения рабочих в ОРУ при выполнении соответствующих ремонтно-строительных и надлежащих эксплуатационных работ. Также деятельность нормативов должна быть направлена на устранение негативного воздействия от возникающих электрических

разрядов (импульсного тока) в связи с контактированием рабочего с заземленными частями оборудований и устройств, также должна быть направлена на исключение влияния электрических разрядов, которые могут возникать при контактировании рабочего с изолированным оборудованием, меры, предупреждающие протекание тока через человека и возможного воспламенения.

Согласно требования, предусмотренным [3-5] при облуживании воздушных линий транспорта электроэнергии сверхвысокого напряжения в Российской Федерации и в Республике Таджикистан применяют следующие средства и методы защиты персонала от негативного воздействия возникающих электрических полей:

- средства индивидуальной защиты;
- увеличение высоты опор, или улучшение конструкции ВЛ;
- тросовые экраны;
- экранирование древесно-кустарниковым массивом;
- приборы индивидуального учета степени воздействия электрического поля промышленной частоты на организм человека;
- защита временем и др.

Далее проанализированы данные средства и способы защиты.

На рисунке 1. продемонстрирован экранирующие комплект защитной одежды, который служит в качестве средства индивидуальной защиты человека при совершении различных вариантов работ касательно обслуживания электрических оборудований, механизмов и устройств в зоне, находящейся под воздействием электрического поля [2; 4]. Представленные комплекты, предназначенные для индивидуальной защиты рабочего персонала, подразделяются наследующие виды в зависимости от рода выполняемой работы:

- для работ на потенциал земли, а ОРУ и ВЛ напряжением ±330…1000 кВ при напряжённости электрического поля не более ±60 кВ/м;
- для работ на потенциал проводов (с непосредственным касанием проводов, находящихся под напряжением) ВЛ напряжением ±110…1000 кВ.

Рисунок 1. Экранирующий комплект

Еще одним из требований к данной категории индивидуальных средств защиты является обеспечение удобства и комфортных условий в процессе работы с учетом температуры среды, в которой предстоит работать персоналу, которая варьируется от минус 25°С до плюс 25°С [4]. К тому же данное средство индивидуальной защиты не должно представлять никакой угрозы здоровью человека и не вызывать побочных действий, таких как аллергия, зуд, жжение и т.д. Однако следует отметить, что в силу жарких погодных условий Республики Таджикистан, связанных с климатическими особенностями местности, летом температура доходит до плюс 45°С-50°С, основная масса мероприятий касательно обслуживания воздушных линий электропередачи (в частности, расчистка трасы линий в труднодоступной местности, где она ведётся вручную, зачастую при повышенном уровне напряжённости электрического поля) персоналом выполняется без экранирующего защитного комплекта в силу возникновения дискомфорта. Снижение напряженности электромагнитного поля под ВЛ СВН обеспечивается путем увеличения высоты опор или модернизацией устройств ВЛ, которые направлены на усиление взаимного экранирования провода фаз [2].

Тем не менее этот способ создает дополнительные капитальные затраты, которые связаны с ростом металлических конструкций опор и вследствие этого не всегда имеется возможность реализовать. В научных трудах исследуются возможности экранирования электрических полей с использованием тросовых экранов: пассивных, активных и резонансы [2; 5].

Использованные методы по своим меркам очень дороги и приводит к дополнительным потерям мощности. Древесно-кустарниковый массив, который расположен под проводами ВЛ, имеет определенный экранирующий эффект [3].

Исследования, которые были проведены в Санкт-Петербургском государственном техническом университете, показали вероятность определения возникновения изменений напряженности электрического поля при разных вариантах размещения деревьев и кустарников под ВЛ [5].

На сегодняшний день самым эффективным мероприятием по устранению негативного влияния электрического поля, является ограничение во времени пребывания в зонах его воздействия. В соответствии [3] данное мероприятие выполняется путем применения карт

напряженности, разработаны и изготовлены на основе измерений напряженности электрического поля на высоте 1,8 м с помощью устройств типа NFM1, ПЗ 50, ИНЭП 50 и т.д., а как известно, напряженность электрического поля под ЛЭП не имеет постоянства. Например, погода ощутимо влияет на ее величину. В связи с этим карты действительны на момент снятия соответствующих показаний с приборов. Однако несмотря на это карты строятся с интервалом в 5м, искажая общую картину распределения напряженности поля, причем без учета рельефа местности в поперечном отношении ВЛ СВН.

Выполнив соответствующий анализ, мы пришли к заключению, что значительный объем ремонтно-строительных и эксплуатационных работ можно выполнять и без средств индивидуальной защиты, а вредность от влияния напряженности электрических полей на участках работ можно довести до установленного нормативами минимума путем сокращения времени пребывания на данных участках рабочим персоналом [1].

Для этих целей применяют прибор, который состоит из частей установленной между каской и оголовьем, приемной части и USB-модуля, стобы обеспечить беспроводное подключение через приемник к компьютеру для контроля, соответствующего нормативом пребывания времени. Более детально описание и функциональные особенности прибора «Поле 10» и принцип применения представлены в [5].

Заметим, что как таковой данный прибор не выпускается серийно. Его использование проводят путем тестирования.

Проанализировав способ безопасности персонала, занятого обслуживанием линий напряжением ±500кВ, отметим, что применительно к условиям Республики Таджикистан наиболее допустимым является метод защиты временем.

Тем не менее, для его материализации необходимо спланировать и организовать другой подход, чем тот, который составлен на кафедре «Безопасность жизнедеятельности» Южно-Уральского государственного университета - прибор учета приведенного времени [1].

Кроме того, в Республике Таджикистан для снижения напряжённости при разработке ЛЭП, стараются выбрать трассу по горам, а не на населённых пунктам.

Выводы. В целях обеспечения безопасности обслуживающего персонала от влияния электрических полей на их здоровье, которые возникают на ЛЭП напряжением ±500 кВ, в республике Таджикистан приняты и являются действующими и по сей день те же нормы и правила, что и приняты в Российской Федерации. Однако не все нормативы и правила были приняты к применению.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сибикин, Ю.Д. Охрана труда и электробезопасность / Ю.Д. Сибикин. – М.: ИП РадиоСофт, 2014. – 448 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Охрана труда и электробезопасность / Ю.Д. Сибикин. – М.: РадиоСофт, 2011. – 408 с.
3. Сибикин, Ю.Д. Охрана труда и электробезопасность / Ю.Д. Сибикин. – М.: РадиоСофт, 2012. – 408 с.
4. Сибикин, Ю.Д. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: Academia, 2004. – 240 с.
5. Сибикин, Ю.Д. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий. Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: Academia, 2014. – 240 с.

МЕТОДҲОИ ҲИМОЯИ ҲАЙАТИ КОРГАРОН, КИ БО ХИЗМАТРАСОНӢ ДАР ХАТИ ШИДДАТАШ ±500 КВ МАШҒУЛАНД

Ҳимояи ҳайати коргарон аз таъсири майдонҳои электрикӣ дар хатҳои интиқоли энергия бо шиддати ± 500 кВ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон низ бо ҳамон меъёру қоидаҳое, ки дар Федератсияи Руссия ҳаст, ҳамон хел ҳимоя мешавад, танҳо на бо тарзи пурраaш (нақшаи 13).

Мутобиқ бо қоидаҳои мавҷуда ҳангоми хизматрасонии хатҳои ҳавоии интиқоли энергияи шиддати бениҳоят баланд дар Федератсияи Руссия ва дар Тоҷикистон бо воситаву усулҳои зерин ҳимояи ҳайати коргарон аз таъсири майдонҳои электрикӣ истифода бурда мешавад:

КАЛИДВОЖАҲО: бехатарӣ , коргар, хатти интиқол, усул, кӯҳҳо, ХИБ, ХХ, ШББ, ДКТ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Ҷаҳонгири Адулвоҳид, омӯзгори кафедраи автоматикунонии ҳаракатдиҳандаҳои барқии Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 777-07-65-39.

Раҳматулоев Ашӯралӣ Зокирович, номзади илмҳои техникӣ, мудири кафедраи автоматикунонии ҳаракатдиҳандаҳои барқии Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 93-150-17-58.

Шарифов Соатулло Қосимович, мумайизи калони Раёсати давлатии ташхиси ихтироот ва намунаҳои саноатии Маркази миллии патенту иттилооти Ҷумҳурии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 918-24-72-94.

Сафарализода Басонат Сафаралӣ, ассистенти кафедраи автоматикунонии ҳаракатдиҳандаҳои барқии Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 907-99-49-99.

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА, ЗАНЯТОГО ОБСЛУЖИВАНИЕМ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ ±500 КВ

В целях обеспечения безопасности обслуживающего персонала от влияния электрических полей на их здоровье, которые возникают на ЛЭП напряжением ±500 кВ, в Республике Таджикистан приняты и являются действующими и по сей день те же нормы и правила, что и приняты в Российской Федерации. Однако не все нормативы и правила были приняты к применению (рис. 13).

Согласно требования, предусмотренным при облуживании воздушных линий транспорта электроэнергии сверхвысокого напряжения в Российской Федерации и в Республике Таджикистан применяют следующие средства и методы защиты персонала от негативного воздействия возникающих электрических полей:

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: безопасность, персонал, линия передачи, способ, горы, ЛЭП, ВЛ СВН, ОРУ.

СВЕДЕНИЯ О АВТОРАХ: Джахонгири Адулвохид, преподаватель кафедры автоматизированных электроприводов Института энергетики Таджикистана. Тел.: (+992) 777-07-65-39.

Рахматулоев Ашурали Зокирович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой автоматизированных электроприводов Институт энергетики Таджикистана. Тел.: (+992) 93-150-17-58.

Шарифов Соатулло Касымович, главный эксперт Управления государственной экспертизы изобретений и промышленных образцов Национальной патентной информационной центре Республики Таржикистан. Тел.: (+992) 918-24-72-94.

Сафарализода Басонат Сафарали, ассистент кафедры автоматизированных электроприводов Института энергетики Таджикстана. Тел.: (+992) 907-99-49-99.

A METHOD FOR THE PROTECTION OF PERSONNEL ENGAGED IN THE MAINTENANCE OF OVERHEAD LINES WITH A VOLTAGE OF ± 500 KV HAS BEEN PROPOSED

For the first time, the dependence of the transmission of electrical energy by means of a DC overhead line with a voltage of ± 500 kV was investigated.

By calculation, the economic efficiency of the overhead power transmission line of direct current was established in comparison with the overhead line of alternating current when transmitting power over long distances.

An algorithm is proposed for repair work on overhead lines during the repair of defective insulators or defect in overhead lines without disconnecting mining overhead lines. At the same time, it was proposed to carry out repair work with the help of two electricians, one of whom goes to the wires of the overhead line, and the other is auxiliary personnel.

A method for the protection of personnel engaged in the maintenance of overhead lines with a voltage of ± 500 kV has been proposed.

KEY WORDS: Overhead power transmission line, phase section, slope, gorges, mountains, three-phase.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Jahongiri Adulvohid, Lecturer, Department of Automated Electric Drives of the Institute of Energy of Tajikistan. Phone: (+992) 777-07-65-39.

Rahmatuloev Ashurali Zokirovich, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Automated Electric Drives of the Institute of Energy of Tajikistan. Phone: (+992) 93-150-17-58.

Sharifov Soatullo Kasymovich, chief expert of the Department of State Examination of Inventions and Industrial Designs of the National Patent Information Center of the Republic of Tarjikistan. Phone: (+992) 918-24-72-94.

Safaralizoda Basonat Safarali, Assistant of the Department of Automated Electric Drives of the Energy Institute of Tajikistan. Phone: (+992) 907-99-49-99.

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ (70%масс. УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК) НА ИЗМЕНЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЖИДКОГО МЕТИЛБУТИЛКЕТОНА

Шарипов С.М.

Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава

Введение. Метилбутилкетон используют как растворитель для нитроцеллюлозных, полиакриловых, перхлорвиниловых лаков, в производстве линолеума, а также клеев, депарафинизации масел для смазки, краски для типографии, чернил, а также в качестве обмасливающего состава для парафинов (для того, чтобы удалить низкоплавкий парафин в их смесях). Также применяется для производства чернил и разбавителя в каплеструйной технологии печати при использовании каплеструйных принтеров.

Целью данного исследования является изучение коэффициента эффективной теплопроводности жидкого метилбутилкетона как в чистом виде, так и с добавкой 70% - углеродных нанотрубок (до 2г.) в интервале температур (от комнатной температуры до температуры кипения) и давлений (0,101) МПа.

Объект исследования. Жидкий метилбутилкетон, углеродные нанотрубки.

Экспериментальная установка. (Патент Республики Таджикистан № TJ 923, 2017).

Принцип работы установки и способ аналогичен с установкой, которая приведена выше в работе [1]. Разработанная установка и способ, которые нами описаны, приведены в работе [1].

Устройство состоит из емкости 1, выполненной из нержавеющей стали и содержащей исследуемый объект 2 - наножидкость. Емкость 1 посредством трубки 3 через краники K_1 и K_2 присоединена к полиэтиленовому мешочку 4, размещенному в прижимном сосуде 3, содержащем глицерин 6. Прижимной сосуд 5 при помощи трубки присоединен к грузопоршневому манометру 7 (МП-2500 или МП-600). К трубке, соединяющей емкость 1 и прижимной сосуд 5, через краники K_3 и K_4 посредством трубки присоединены вакуумный насос 8 и манометр М, который также присоединен к внутреннему сосуду 9 измерительной трубки, содержащей внешний сосуд 10, служащий в качестве рубашки, и внутри которого содержится термостатирующая среда 11 (воздух, вода или масло) [1]. По оси внутреннего сосуда 8 установлен нагревательный элемент 12, - натянута проволока из никеля, которая замыкает электрическую цепь: присоединена к последовательно соединенному источнику постоянного питания 13, постоянному резистору 14, амперметру А и вольтметру V, параллельно присоединенному к источнику питания 12 и резистору 13.

Экспериментальные результаты

В настоящее время теплопроводность химически чистого диметилбутилкетона (жидкий) изучена при различных температурах и давлениях авторами работ [2-4]. Авторами установлено, что эффективный коэффициент теплопроводности жидкого метилбутилкетона как в чистом виде, так и с добавкой наночастиц с ростом температуры уменьшается, а при повышении давления наблюдается рост теплопроводности наножидкостей на основе метилбутилкетона. На основе экспериментальных данных и закона соответствующего состояния получены аппроксимационные зависимости, с помощью которых можно вычислить теплопроводность наножидкостей на основе метилбутилкетона при различных температурах и давлениях. Ниже приведем некоторые данные по коэффициенту эффективной теплопроводности химически чистого жидкого метилбутилкетона при различных температурах и давлениях, полученным профессорами Маджидовым Х.М. и Сафаровым М.М., приведенных в работах [2; 4-5] (таблица 1).

Таблица 1

Коэффициент эффективной теплопроводности ($\lambda.10^3$,Вт/(м.К)) х.ч.жидкого метилбутилкетона при различных температурах и давлениях [2,4,5]

Температура ,К	*Давления*			
	($\lambda.10^3$,Вт/(м·К)) при р,МПа			
	0,1	*5*	*10*	*15*
280	*153*	*155*	*158*	*160*
320	*135*	*137*	*140*	*142*
360	*120*	*122*	*124*	*126*
400	*106*	*108*	*111*	*113*
440	*94,8*	*97,2*	*99,6*	*102*
480	*28,9*	*88,1*	*90,7*	*93,5*
520	*33,1*	*81,2*	*84,1*	*87,1*
560	*37,4*	*76,5*	*79,7*	*83,0*
600	*41,8*	*73,9*	*77,6*	*81,2*
640	*46,2*	*73,6*	*77,8*	*81,7*

В работе [5] обобщены результаты экспериментального исследования коэффициента эффективной теплопроводности жидкого метилбутилкетона и на его основе, используя закон термодинамического подобия получен ряд аппроксимационных зависимостей, некоторые из них приведены ниже. Расчетная формула для коэффициента эффективной теплопроводности метилбутилкетона в виде уравнения (1).

$$\lambda \cdot 10^3 = A_o + A_1 p + A_2 p^2, \text{ Вт/(м·К)} \quad (1)$$

Анализ значения A_o, A_1, A_2 показал, что они являются функцией температуры опыта, при котором измерен коэффициент эффективной теплопроводности жидкого метилбутилкетона. Выражение для расчета коэффициентов уравнения (1), т. е. A_o, A_1, A_2 имеют вид:

$$A_o = 334-0{,}829T + 6{,}49\ 10^{-4}T^2,\ Вт/(м{\cdot}К) \quad (2)$$

$$A_1 = 1{,}551-6{,}49\ 10^{-3}T+7{,}24\ 10^{-6}T^2,\ Вт/(м{\cdot}К),(\frac{Вт}{м\ К}\ Па) \quad (3)$$

$$A_2 = -0.0322+ 1{,}511\ 10^{-4}T-1{,}68\ 10^{-7}T^2,\ (\frac{Вт}{м\ К}\ Па^2) \quad (4)$$

Из уравнения (1), с учетом выражения (2-4), можно рассчитать коэффициент эффективной теплопроводности жидкого диметилбутилкетона (х.ч.) в интервале температуры (280-660)К и давления (0,1-50)МПа с погрешностью до 3%. Аппроксимационные зависимости (1) с учетом выражения (2-4), позволяет возможность рассчитать коэффициент эффективной теплопроводности метилбутилкетона в жидких и газообразных состояниях.

Как выше было отмечено, задачи данного исследования заключались в экспериментальном исследованим коэффициента эффективной теплопроводности растворов системы метилбутилкетона и 70% масс. УНТ при различных температурах и давлениях. Результаты расчетно-экспериментального значения коэффициента эффективной теплопроводности исследуемых растворов приведены в таблице 2. Надо отметить, что коэффициент эффективной теплопроводности растворов на основе диметилбутилкетона, также рассчитан на модели Максвелла.

Таблица 2

Коэффициент эффективной теплопроводности ($\lambda.10^3$, Вт/(м.К)) х.ч. жидкого метилбутилкетона с добавкой 1г. массовой концентрации (70% УНТ) при различных температурах и давлениях (наши данные)

Температура ,К	*Давления ($\lambda.10^3$,Вт/(м·К)) при р,МПа*			
	0,1	*5*	*10*	*15*
280	*157*	*160*	*163*	*174*
320	*139*	*142*	*146*	*148*
360	*124*	*127*	*130*	*134*
400	*111*	*113*	*117*	*119*
440	*99*	*102,2*	*105,6*	*110*
480	*-*	*93,2*	*96,7*	*101,5*
520	*-*	*86,4*	*90,1*	*94,2*
560	*-*	*81,5*	*85,4*	*89,0*
600	*-*	*78,9*	*83,7*	*87,2*
640	*-*	*78,0*	*82,8*	*87,0*

Как видно из значения, приведенного в таблицах 1 и 2, коэффициент эффективной теплопроводности х.ч. жидкого метилбутилкетона с добавкой 1% массовой концентрации (70%УНТ) при различных температурах и давлениях изменяется по различным закономерностям, в том числе и закон прямой линии, параболический и экспоненциальный законы. Добавки 1г. массовой концентрации (70%УНТ) с повышением температуры коэффициент эффективной теплопроводности при 0,1Мпа и при изменении температуры (280-440) К теплопроводности уменьшается на 56,8%, а для чистого метилбутилкетона 61,4%. При давлении р=5МПа, в данном интервале температуры 56,6%, а при р=15МПа это изменение будет равн 58,2%. Вклад наночастиц в жидком диметилбутилкетоне зависит от фазы (жидкой и газообразной), давления, температуры и концентрации нанонапольнителей, фракции наночастиц и др. факторов.

Заключение

Установлено, что добавки (70%УНТ) в жидком диметилбутилкетоне приводят к росту коэффициента эффективной теплопроводности жидкого диметилбутилкетона во всем интервале температуры и давления.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сафаров, М.М., Зарипова М.А., Гуломов М.М., Собиров Дж.Ф., Файзиев Б.Г., Давлатов Р.Дж., Хакимов Д.Ш., Рафиев С.С., Абдуллоев М.А., Раджабова Д.Ш., Раджабов А.Р. Устройства для определения коэффициента теплопроводности наножидкостей. Патент Республики Таджикистан. - № TJ 923. – Душанбе. - 2017. – 5 с.
1. Маджидов, Х., Сафаров М.М. Теплопроводность метилбутилкетона при различных температурах и давлениях // ДАН Тадж. ССР. Т.26. Душанбе, 1983. – №2. – С. 183-188.

2. Маджидов, Х., Сафаров М.М. Теплопроводность газообразных кетонов в зависимости от температуры // Теплофизика высоких температур. Т.21. – М., 1983. – №6. – С. 1229-1232.
3. Маджидов, Х.М. Теплопроводность метилбутилкетона // ИФЖ. - 1984. Т. XVII. – №2. – С. 256-262.
4. Справочник по теплопроводности жидкостей и газов / Н.Б.Варгафтик, Л.П.Филиппов, А.А.Тарзиманов, Е.Е.Тоцкий. – М.: Энергоатомиздат. -1990. – 352 с.

ТАЪСИРИ НАНОЗАРРАҲО (70%масс. НАНОНАЙЧАҲОИ КАРБОНӢ) БА ТАҒЙИРОТИ ГАРМИГУЗАРОНИИ МЕТИЛБУТИЛКЕТОНИ МОЕЪ

Дар ин мақола натиҷаи таҳқиқоти эксперименталии коэффитсиенти гармигузаронии самараноки метилбутилкетон ҳам дар шакли тоза ва ҳам омехтаи он бо миқдори муайяни нанозарраҳо (нанонайчаҳои карбонӣ) дар фосилаи ҳарорат (аз ҳарорати хона то ҳарорати ҷӯшиши метилбутилкетон) дар фишори атмосферии ба 0,101 МПа баробар пешниҳод гардидааст. Барои чен кардани коэффитсиенти гармигузаронии самараноки маҳлули метилбутилкетон ва нанонайчаҳои карбонӣ методи ресмони тафсон истифода бурда шуд. Хатои умумии нисбии ченкунии коэффитсиенти гармигузаронии самараноки наномоеъҳо дар эҳтимолияти боэътимоди α=0.95 ба 2,6 фоиз баробар гардид. Аз рӯи натиҷаҳои таҳқиқоти эксперименталӣ коэффитсиенти гармигузаронии самараноки наномоеъҳои омӯхташаванда (метилбутилкетон+нанозарраҳо) ва қонуни млнандии термодинамикӣ вобастагии аппроксималӣ ба даст оварда шуд, ки он имкон медиҳад, бидуни гузаронидани озмоиш вобастагии ҳароратии коэффитсиенти гармигузаронии самараноки маҳлулҳои таҳқиқшаванда бо хатоии 2,5% муқаррар карда шавад.

КАЛИДВОЖАҲО: коэффитсиент гармигузаронии самаранок, метилбутилкетони моеъ, методи ресмони тафсон, нанозарраҳо, системаҳо, нанонайчаҳои карбонӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Шарипов Сафарбой Муродалиевич, унвонҷӯи кафедраи физикаи умумии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. E-mail. safarboy1994@mail.ru

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ (70%масс. УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК) НА ИЗМЕНЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЖИДКОГО МЕТИЛБУТИЛКЕТОНА

В работе приводятся результаты экспериментального исследования коэффициента эффективной теплопроводности жидкого метилбутилкетона как в чистом виде, так и внедренных в некотором количестве наночастиц (углеродных нанотрубок) в интервале температуры (от комнатной температуры до температуры кипения метилбутилкетона) при атмосферном давлении (0,101) МПа. Для измерения коэффициента эффективной теплопроводности растворов метилбутилкетона и наноразмерного (углеродных нанотрубок) применен метод нагретой нити. Общая относительная погрешность измерения коэффициента эффективной теплопроводности наножидкостей при доверительной вероятности α=0,95 равна 2,6%. По результатам экспериментальных исследований коэффициент эффективной теплопроводности изучаемых наножидкостей (метилбутилкетон+наночастицы) и закона термодинамического подобия получены аппроксимационные зависимости, позволяющие, не проводя эксперимент, определить температурную зависимость коэффициента эффективной теплопроводности исследуемых растворов с погрешностью 2,5 %.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: коэффициент эффективной теплопроводности, жидкий метилбутилкетон, метод нагретой нити, наночастицы, системы, углеродные нанотрубки.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Шарипов Сафарбой Муродалиевич, соискатель кафедры общей физики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. E-mail. safarboy1994@mail.ru

INFLUENCE OF NANOPARTICLES (70 wt % CARBON NANOTUBES) ON CHANGES IN THERMAL CONDUCTIVITY OF LIQUID METHYL BUTYL KETONE

The paper presents the results of an experimental study of the effective thermal conductivity of liquid methylbutylketone both in pure form and embedded in a certain amount of nanoparticles (carbon nanotubes) in the temperature range (from room temperature to the boiling point of methylbutylketone) at atmospheric pressure (0,101) MPa. To measure the coefficient of effective thermal conductivity of solutions of methyl butyl ketone and nanoscale (carbon nanotubes), the heated filament method was used. The total relative error in measuring the effective thermal conductivity of nanofluids at a confidence level α=0,95 is 2,6%. Based on the results of experimental studies, the effective thermal conductivity coefficient of the studied nanofluids (methylbutyl ketone + nanoparticles) and the law of thermodynamic similarity, approximation dependences were obtained, allowing, without conducting an experiment, to determine the temperature dependence of the effective thermal conductivity coefficient of the studied solutions with an error of 2,5%.

KEY WORDS: effective thermal conductivity coefficient, liquid methyl butyl ketone, heated filament method, nanoparticles, systems, carbon nanotubes.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Sharipov Safarboy Murodalievich, applicant for the Department of General Physics of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. E-mail. safarboy1994@mail.ru

УДК: 669.018.22

ВЛИЯНИЕ ЦИРКОНИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦИНКОВО-АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ Zn5Al и Zn55Al

Ганиев И.Н., Алиев Дж.Н., Аминов Ф.М.
Таджикский технический университет имени ак. М.С. Осими

Введение. В различных отраслях и в быту все больше находят применение металлические материалы – сплавы на основе железа (стали и чугуны), цветные металлы (алюминий, медь, свинец, сурьма, цинк) и их сплавы, структура и свойства которых зависят от многих факторов: химического состава, методов добычи, термической обработки и т.п. Особенности металлов и сплавов складываются их внутренним составом – структурой. Чтобы изучать строения металлов и сплавов пользуются различными методами исследований: макроструктурный анализ, микроструктурный анализ, рентгеноструктурный анализ и др.

Особенно известным способом представляется микроструктурный анализ, который состоит в исследовании структуры металлов и сплавов с использованием микроскопов различного увеличения. Микроскоп способствует увидеть структуру металлических материалов – различные фазы, зерна, металлоидные включения и т.д., вдобавок провести их числящую оценку [1-3].

Сплавы на основе цинка и алюминия составляют основу многих защитных покрытий и коррозионностойких сплавов. В дальнейшем повышение коррозионной стойкости цинково-алюминиевых покрытий удаётся легированием третьим элементом. В некоторых ситуациях течение коррозионного развития приведет к наиболее тяжелым результатам, чем потеря большого количества металла. К весьма серьезным результатам, приводимым коррозией, относится снижение физико-механических свойств: пластичности, отражающей способности, твёрдости и т.п. Поэтому при расценивании ущербов от коррозии важен комплексный подход, содержащий изучение имеющихся результатов, приводимых ею [4].

В общедоступной научной литературе не имеются сведения о микроструктуре и механических свойствах цинково-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al с цирконием.

В данной работе представлены результаты исследования микроструктуры, твердости и прочности цинково-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al с цирконием в литом состоянии. Микроструктуры цинково-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al с цирконием исследовали на световом монокулярном микроскопе марки БИОМЕД-1 (Украина).

Экспериментальные результаты:

Для исследований в шахтной печи электрического сопротивления типа СШОЛ были получены сплавы из цинка марки Ц1 (ГОСТ 3640-94), алюминия марки А7 (ГОСТ 11069-2001) и его лигатуры с цирконием. Лигатуру алюминия с цирконием (2% Zr) предварительно синтезировали под давлением инертного газа в вакуумной печи. Содержание циркония в цинково-алюминиевых сплавах Zn5Al и Zn55Al составляло в мас%: 0,01; 0,05; 0,1; 0,5. Шихты взвешивали на аналитических весах АРВ-200 с точностью $0{,}1 \cdot 10^{-6}$ кг. Шихтовка проводилась с учетом угара металлов. Для получения сплавов электропечь сопротивления СШОЛ была нагрета до 800°С, плавились алюминий и цинк, а затем было введено алюминиево-циркониевая лигатура.

Для исследования микроструктуры из полученного расплава отливались образцы цилиндрической формы диаметром 10-16 мм и высотой 5-10 мм. Каждый образец предварительно отшлифовывали, обезжиривали спиртом и погружали в реактив 20%-ный водный раствор HF, время травления составляло от 15 до 30 с. После травления микрошлифы промывали в проточной воде и тщательно высушивали прижатием к чистой фильтровальной бумаге [5-6].

Микроструктуры цинково-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al с цирконием, представляют собой твердые растворы алюминия с включениями эвтектики (α-Al+Zn), количество и размер которой зависит от содержания легируюшего элемента в сплаве.

На рисунках 1 и 2 представлены микроструктуры цинково-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al с цирконием, мас%: 0,01; 0,05; 0,1; 0,5. Микроструктуры легированных цирконием (0,01...0,5 мас%) цинково-алюминиевых сплавов характеризуются мелкозернистой структурой по сравнению с микроструктурами исходных сплавов Zn5Al и Zn55Al. Коррозионное поведение сплавов определяется их фазовым и химическим составом. Фазовый состав, в свою очередь, зависит от структурообразования, точнее характера физико-химического взаимодействия компонентов сплава (эвтектика, интерметаллическое соединение, твердый раствор и т.д.).

Добавки циркония от 0,01 до 0,1 мас%, играя роль модификатора структуры, в значительной степени глобуляризуют и измельчают структуру исходных цинково-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al (рисунок 1 в, г, д, е, ё, ж; рисунок 2 в, г, д, е, ё, ж), которое приводит к повышению их механических свойств.

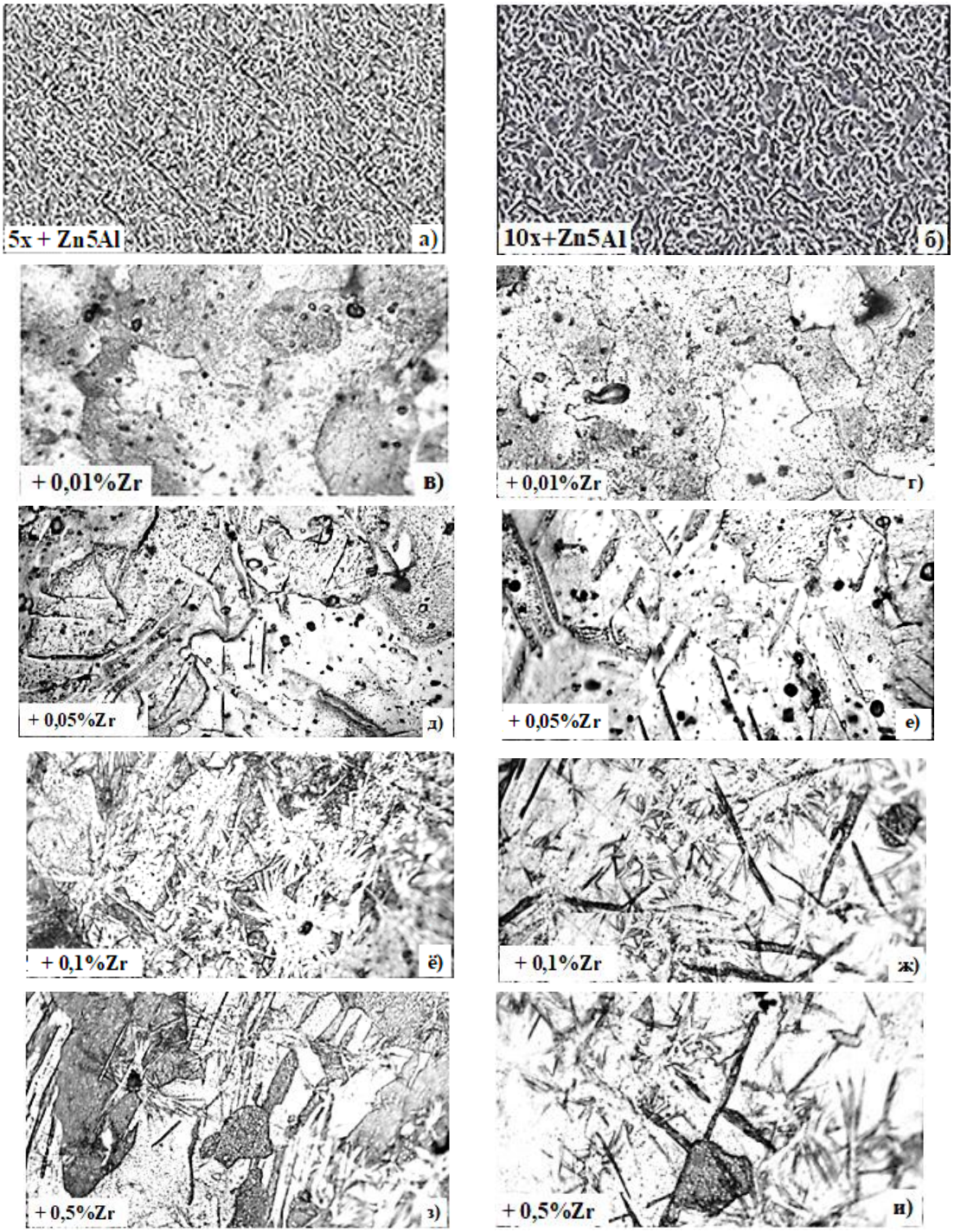
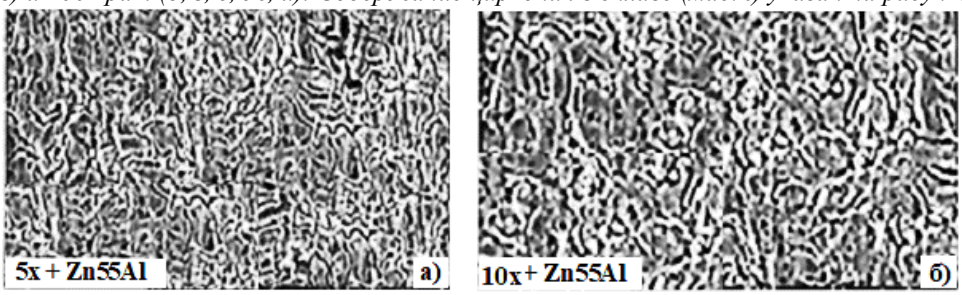


Рисунок 1. Микроструктуры цинково-алюминиевого сплава Zn5Al с цирконием при увеличении 50 крат (а, в, д, ё, з) и 100 крат (б, г, е, ж, и). Содержание циркония в сплаве (мас%) указан на рисунках (x=10).



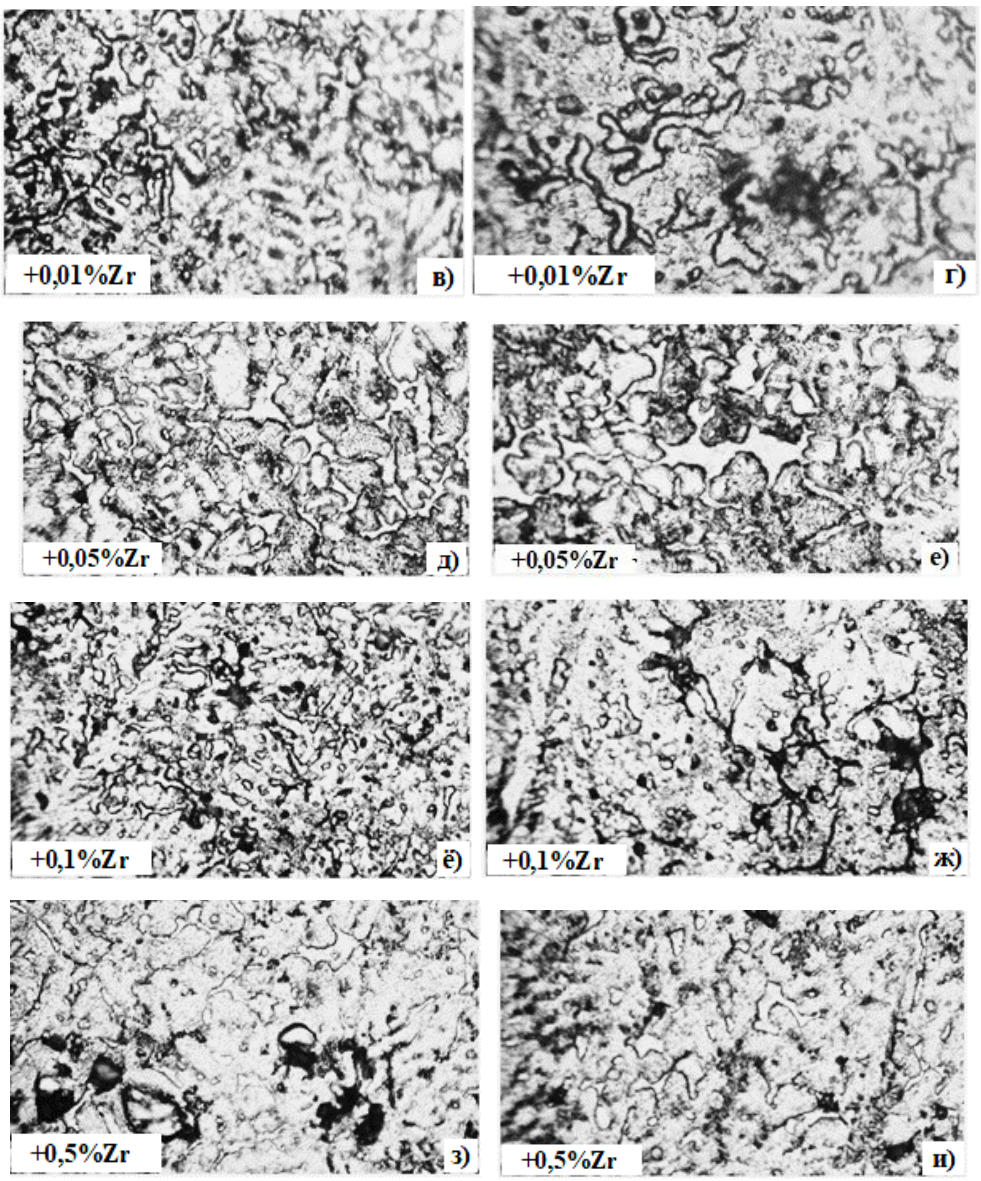


Рисунок 2. Микроструктуры цинково-алюминиевого сплава Zn55Al с цирконием при увеличении 50 крат (а, в, д, ё, з) и 100 крат (б, г, е, ж, и). Содержание циркония в сплаве (мас%) указан на рисунках

Добавки 0,5 мас% циркония являются неприемлемой, так как огрубляют микроструктуру исходных цинково-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al, к тому же при этом кристаллизуется из расплава интерметаллическая фаза неизвестного состава, с значительными игольчатыми выделениями (рисунки 1 з,и и 2з,и).

Среди наиболее важных характеристик среди прочностных является твердость материалов. Измерение на твердость относится к не инвазивным методам контроля, позволяющим в преодолевающем большинстве случаев использовать деталь по прямому направлению без специальных расходов.

Между твердостью и пластичностью металлов и различными механическими характеристиками (главным образом пределом прочности), которое определяется методом вдавливания действует численная взаимозависимость $\sigma_в = kH$, МПа, где H − твердость, k − коэффициент, который зависит от природы и структурного состояния металла (значение k для алюминиевых сплавов равно 0,25). Пользуясь подобными эмпирическими зависимостями, можно приближенно рассчитать прочность металла по результатам измерения твердости [7].

В таблице представлены результаты испытания указанных сплавов на твердость. Исследования проведены на приборе ТШ-2 [8].

Таблица

Твердость сплавов Zn5AI и Zn55AI, легированных цирконием

№ п/п	Состав сплавов, мас%	Нагрузка P, кг	Диаметр шарика D, мм	Диаметр отпечатка d, мм	Твёрдость HB, МПа	Расчетный предел прочности, $\sigma_в$, МПа
0	Zn5AI	250	10	2,8	454	136,2
1	Zn5AI + Zr 0,01%	250	10	2,3	582	174,6
2	Zn5AI + Zr 0,05%	250	10	2,3	637	191,0
3	Zn5AI + Zr 0,1%	250	10	2,1	700	210,0
4	Zn5AI + Zr 0,5%	250	10	2	772	231,6
0	Zn55AI	250	10	2,7	392	98,0
1	Zn55AI + Zr 0,01%	250	10	2,5	491	122,7
2	Zn55AI + Zr 0,05%	250	10	2,4	534	133,5
3	Zn55AI + Zr 0,1%	250	10	2,3	582	145,5
4	Zn55AI + Zr 0,5%	250	10	2,2	637	159,2

Наибольшее положительное воздействие на твердость исходных цинково-алюминиевых сплавов Zn5AI и Zn55AI оказывает добавки циркония 0,5 мас%.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что структура изученных сплавов состоит из твердого раствора алюминия и цинка. Также наблюдаются частицы фазы Al-Zn-Zr, образовавшихся в процессе кристаллизации сплавов. Количество и размер частиц второй фазы в конечном итоге влияют на механические свойства исходных сплавов. Повышение концентрации легирующего компонента – циркония более 0,5 мас% огрубляет микроструктуру, и она становится крупнозернистой. Твердость и прочность цинково-алюминиевых сплавов Zn5AI и Zn55AI с ростом концентрации легирующего компонента увеличиваются.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мальцев М.В. Металлография промышленных цветных металлов и сплавов. 2-е изд. – М: Металлургия. 1970. – 240 с.
2. Анисович, А.Г. Микроструктуры черных и цветных металлов / А. Г. Анисович, А.А. Андрушевич. – Минск: Белоруская навука, 2015. – 131 с.
3. Гоулдстейн Дж., Ньюбери Д., Эчлин П., Джой Д., Фиори Ч., Лифшин Ф. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ: в двух книгах. Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 303 с.
4. Алиев Дж.Н., Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Цинк-алюминиевые защитные покрытия нового поколения. Физико-химические свойства цинк-алюминиевых сплавов с щелочноземельными металлами. – Германия: Издательский дом LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2013. – 130 с.
5. Механические свойства металлов и сплавов и методы их определения: методические указания. / Сост. Т.Ю. Малеткина. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 2015. – 27 с.
6. Алиев Дж.Н. Твердость сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированного щелочноземельными металлами // Вестник Таджикского технического университета, 2014. – №4(28). – С. 88-91.
7. Алиев Дж.Н., Аминов Ф.М. Влияние добавок титана и циркония на твердость сплавов Zn5AI и Zn55AI / Материалы респ. научн. практич. конф. «Перспективы развития естественных наук» посвященной реализации «Программы развития естественных, математических и технических наук на 2010-2020 годы». Российско-Таджикский (Славянский) университет. – 2018. – С. 85-89.
8. Ганиев И.Н., Алиев Дж.Н., Нарзуллоев З.Ф. Влияние добавок железо и никеля на твердость сплавов Zn5AI и Zn55AI // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2018. – №1(41). – С. 85-91.

ТАЪСИРИ СИРКОНИЙ БА СОХТИ ТАРКИБӢ ВА ХОСИЯТҲОИ МЕХАНИКИИ ХӮЛАҲОИ РУҲӢ-АЛЮМИНИЙИ Zn5Al ва Zn55Al

Ҳиссаи асосии маводи гуногуни фулузиро, ки дар техника истифода бурда мешавад, хӯлаҳо ташкил медиҳанд. Далелҳое мавҷуданд, ки бо ёрии микротаҳлил муайян кардани шумора, навъ, андозаҳои фазаҳои алоҳида, ҷойгиршавии онҳо нисбат ба якдигар, ташкилдиҳандаҳои мавҷудбуда, микронуқсонҳо ва умуман, муоина кардани хосиятҳои металҳо ва хӯлаҳо имконпазир мебошад. Хосиятҳои металлҳо бо сохти таркибии онҳо муқаррар карда мешавад, яъне бо шакл ва элементҳои таркибӣ ва дар набати худ бо рақами фазавӣ муайян карда мешавад.

Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои таҳқиқоти сохти таркибӣ ва омӯзиши хосиятҳои механикии хӯлаҳои руҳӣ-алюминийи Zn5Al ва Zn55Al бо сирконий дида баромада шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: хӯлаҳои руҳӣ-алюминийи Zn5Al ва Zn55Al, сирконий, сохти таркибӣ, сахтӣ, мустаҳкамӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Ғаниев Изатулло Наврӯзович, доктори илмҳои химия, академики Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, профессори кафедраи технологияи истеҳсолоти химиявии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акад. М.С. Осимӣ. Тел.: (+992) 93-572-88-99; e-mail: ganiev48@mail.ru.

Алиев Ҷамшед Насридинович, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи масолеҳшиносӣ, мошинҳо ва таҷҳизотҳои металлургии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акад. М.С. Осимӣ. Тел.: (+992) 90-790-96-00; e-mail: jamshedaliev0672@gmail.com.

Аминов Фирӯз Миррахматович, муаллими калони кафедраи ҷузъҳои мошин ва мошинҳои сохтмонӣ-роҳсозии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акад. М.С. Осимӣ. Тел.: (+992) 91-869-08-44; e-mail: navruz68@mail.ru.

ВЛИЯНИЕ ЦИРКОНИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦИНКОВО-АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ Zn5Al и Zn55Al

Главной долей различных металлических материалов, которые используются в технике, составляют сплавы. Существует факт, что при помощи микроанализа есть возможность определить число, тип, размеры отдельных фаз, их взаимное расположение, состоящие включения, микродефекты, и вообще, освидетельствовать о свойствах металлов и сплавов. Свойства сплавов устанавливается их микроструктурой, т.е. формой и составом структурных элементов, которые, в свою очередь, устанавливается фазовым числом.

В данной статье рассмотрено результаты исследования микроструктуры и изучения механических свойств цинково-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al с цирконием.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: цинково-алюминиевые сплавы Zn5Al и Zn55Al, цирконий, микроструктура, твердость, прочность.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Ганиев Изатулло Наврузович, доктор химических наук, академик Национальной академии наук Таджикистана, профессор кафедры технологии химических производств Таджикского технического университета имени акад. М.С. Осими. Тел.: (+992) 93-572-88-99; e-mail: ganiev48@mail.ru.

Алиев Джамшед Насридинович, кандидат технических наук, доцент кафедры материаловедение, металлургические машины и оборудование Таджикского технического университета имени акад. М.С. Осими. Тел.: (+992) 90-790-96-00; e-mail: jamshedaliev0672@gmail.com.

Аминов Фируз Миррахимович, ст. преподаватель кафедры детали машин и строительно-дорожные машины Таджикского технического университета имени акад. М.С. Осими. Тел.: (+992) 91-869-08-44; e-mail: navruz68@mail.ru.

INFLUENCE OF ZIRCONIUM ON MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF ZINC-ALUMINUM ALLOYS Zn5Al and Zn55Al

The main share of various metallic materials used in technology is alloys. There is a fact that with the help of microanalysis it is possible to determine the number, type, size of individual phases, their mutual arrangement, consisting of inclusions, microdefects, and, in general, to consider the properties of metals and alloys. The properties of alloys are determined by their microstructure, i.e. the form and composition of structural elements, which, in a particular order, are set by the phase number.

This article discusses the results of studying the microstructure and studying the mechanical properties of zinc-aluminum alloys Zn5Al and Zn55Al with zirconium.

KEY WORDS: zinc-aluminum alloys Zn5Al and Zn55Al, zirconium, microstructure, hardness, strength.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Ganiev Izatullo Navruzovich, doctor of chemistry, academician of the National Academy of Sciences of Tajikistan, professor of the department of technology of chemical production at the Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi. Phone: (+992) 93-572-88-99; e-mail: ganiev48@mail.ru.

Aliev Jamshed Nasridinovich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of materials science, metallurgical machines and equipment at the Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi. Phone: (+992) 90-790-96-00; e-mail: jamshedaliev0672@gmail.com.

Aminov Firuz Mirrahimovich, senior lecturer of the department machine parts and road-building machines of the Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi. Phone: (+992) 91-869-08-44; e-mail: navruz68@mail.ru.

УДК: 669.17: 546.87

КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ Gd_5Bi_3 – Tb_5Bi_3

Назарзода Х.Х., Рахимов Х.А.
Институт энергетики Таджикистана
Абулхаев В.Д., Сайдалиев Б.Дж.
Институт химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана

Редкоземельные элементы образуют огромное число сплавов и соединений с другими элементами периодической системы Д.И. Менделеева. Сплавы и соединения РЗЭ обладают уникальными физическими свойствами, привликающими к ним большое внимание исследователей и открывшими им широкую дорогу в технику. Это определяется особенностями электронной структуры их атомов, а именно наличием постепенно заполняющиеся при переходе от лантана к лютнцию глубоко расположенной 4f-оболочки, которые способствуют развитию новых теоретических представлений [1].

Целью данной работы является исследовани кристаллохимических характеристик, некоторых электрофизических и магнитных свойств твердых растворов системы Gd_5Bi_3 – Tb_5Bi_3 в диапазоне температур 298 – 773К.

С привлечением РФА и МСА исследован процесс взаимодействия РЗЭ с висмутом и Gd_5Bi_3 с Tb_5Bi_3 при образовании твердых растворов $Gd_{5-x}Tb_xBi_3$ (x = 0.5÷4.5). Висмутиды РЗЭ состава Ln_5Bi_3 (Ln = Gd, Tb) получали по методике, разработанной в [2].

Для проведения исследования навеску массой 10-15 г, состоящей из РЗЭ, висмута в виде стружки и порошка сурьмы определенного стехиометрического состава, перемешивали, а затем спрессовывали и помещали в герметизированный молибденовый тигель. После этого тигель с навеской подвергали постадийному нагреванию с последующей выдержкой при определенных температурах. Поскольку значения температур плавления висмутидов Ln_5Bi_3 (Ln = Gd, Tb), близки, процесс взаимодействия РЗЭ с висмутом и Gd_5Bi_3 с Tb_5Bi_3 исследовали при одном и том же температурном и временном режиме, в диапазоне температур 573-1673 К и времени выдержки при этих температурах 3±1 ч.

Установлено, что в диапазоне температур 573-823 К продукты взаимодействия РЗЭ с висмутом состоят из моновисмутидов и свободных РЗЭ и по мере возрастания температуры доля моновисмутидов уменьшается. В диапазоне температур 973-1573 К зафиксировано образование висмутидов Gd_5Bi_3, Tb_5Bi_3 и твердых растворов $Gd_{5-x}Tb_xBi_3$ (x= 0.5÷4.5). При этом однофазные твёрдых растворов зафиксированнопри температуре 1673 К и времени выдержки 3±0.5 ч [3].

В таблице 1 приведены оптимальные условия синтеза твердых растворов системGd_5Bi_3 – Tb_5Bi_3прямым взаимодействием компонентов и фазовый состав продуктов взаимодействия РЗЭ с висмутом в диапазоне температур 573-1673.

Таблица 1

Оптимальные условия синтеза твердых растворов систем Gd_5Bi_3 – Tb_5Bi_3 прямым взаимодействием компонентов и фазовый состав продуктов взаимодействия РЗЭ с висмутом

Исходные компоненты	*Температура синтеза, ±50 К*	*Время выдержки, ч.*	*Фазовый состав продуктов взаимодействия РЗЭ с висмутом*
(5-x)Gd+xTb +3Bi x = 0.5÷4.5	*573*	*4±1*	*Gd, Tb, GdBi, TbBi*
	673	*4±1*	*Gd, Tb, GdBi, TbBi*
	823	*4±1*	*Gd, Tb, GdBi, TbBi*
	973	*3.5±0.5*	*GdBi, TbBi, Gd_5Bi_3, Tb_5Bi_3*
	1173	*3.5±0.5*	*Gd_5Bi_3, Tb_5Bi_3, $Gd_{5-x}Tb_xBi_3$*
	1373	*3±0.5*	*Gd_5Bi_3, Tb_5Bi_3, $Gd_{5-x}Tb_xBi_3$*
	1573	*3±0.5*	*Gd_5Bi_3, Tb_5Bi_3, $Gd_{5-x}Tb_xBi_3$*
	1673	*3±0.5*	*$Gd_{5-x}Tb_xBi_3$*

Микроструктурный анализ подтверждает результаты рентгенофазового анализа продуктов взаимодействия редкоземельных элементов с висмутом. Проведенные исследования показали, что твердых растворов *$Gd_{5-x}Tb_xBi_3$ (x= 0.5÷4.5)* можно получить двумя способами:

- непосредственным взаимодествием РЗЭ с висмутом;
- взаимодействием *Gd_5Bi_3* и *Tb_5Bi_3*.

На рисунке 1 приведены фотографии микроструктур продуктов взаимодействия гадолиния, тербия и висмута при образовании твердого раствора$Gd_3Tb_2Bi_3$.

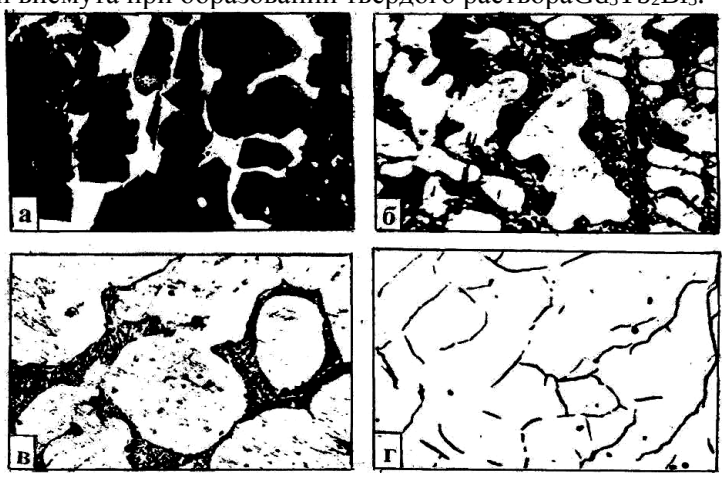


Рисунок 2. Микроструктура продуктов взаимодействия гадолиния, тербия с висмутом при темпратурах 1173 (а), х120, 1373 (б), х120, 1573 (в), х180, 1673 К (г), х110 и времени выдержки 3,5±0,5 ч.

Из рисунка 1 (а), видно, что продукт синтеза при 1173 К и времени выдержки 3,5±0,5 ч. трехфазен. Темная часть микроструктуры на фотографии включает две фазы - Gd_5Bi_3 (с микротвердостью 2250 ±100 МПа) и Tb_5Bi_3 (с микро-тведостью 2045±50 МПа). Светлая фаза - твердый раствор $Gd_3Tb_2Bi_3$ (с микротвердостью 3860±100 МПа). При повышении температуры от 1373 до 1573 К и времени выдержки 3,5±0,5 ч (рисунок 1, (б, в) доля фазы $Gd_3Tb_2Bi_3$ в продукте увеличивается, а доля фаз Gd_5Bi_3 и Tb_5Bi_3 уменьшается. При этом при 1673 К и времени выдержки 2,5±0,5 ч образуется однофазный твердый раствор $Gd_3Tb_2Bi_3$ (рисунок 1г). Темные полосы на микроструктуре –микротрещины, возникшие в процессе полировки образца [4].

Кристаллохимические характеристики синтезированных твердых растворов систем Gd_5Bi_3 - Tb_5Bi_3 приведены в таблице 2.

Таблица 2

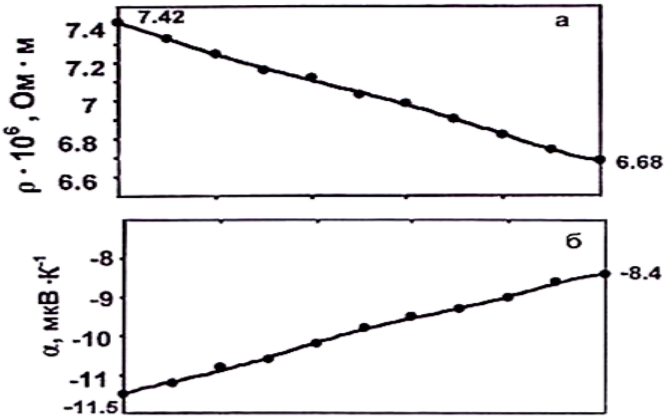
Кристаллохимические характеристики твердых растворов Систем Gd_5Bi_3 – Ln_5Bi_3. Сингония ромбическая типа Y_5Bi_3, пр. группа Pnma

Твердыерастворы	*Параметр элементарной ячейки, ±0,0005 нм*			*Плотность, кг/м3*	
	a	*B*	*c*	*экспер.*	*расчет.*
$Gd_{4,5}Tb_{0,5}Bi_3$	*0,8235*	*0,9612*	*1,2048*	*9846*	*9850*
Gd_4TbBi_3	*0,8230*	*0,9582*	*1,1983*	*9941*	*9946*
$Gd_{3.5}Tb_{1.5}Bi_3$	*0,8250*	*0,9576*	*1,2024*	*9892*	*9898*
$Gd_3Tb_2Bi_3$	*0,8224*	*0,9562*	*1,1902*	*10048*	*10052*
$Gd_{2.5}Tb_{2.5}Bi_3$	*0,8215*	*0,9538*	*1,1882*	*10110*	*10112*
$Gd_2Tb_3Bi_3$	*0,8222*	*0,9542*	*1,1824*	*10152*	*10155*
$Gd_{1.5}Tb_{3.5}Bi_3$	*0,8200*	*0,9512*	*1,1826*	*10230*	*10238*
$GdTb_4Bi_3$	*0,8218*	*0,9480*	*1,1932*	*10140*	*10145*
$Gd_{0.5}Tb_{4.5}Bi_3$	*0,8214*	*0,9478*	*1,1974*	*10120*	*10125*

Концентрационные зависимости удельного электросопротивления и термо-э.д.с. твердых растворов $Gd_{5-x}Tb_xBi_y$; (x= 0,5÷4,5), при комнатной температуре, коррелируют с диаграммой состояния системы Gd_5Bi_3 – Tb_5Bi_3, поскольку на кривые зависимости экстремальные точки не наблюдаются (рисунок 2а, 2б). Определено, что удельное электросопротивление твердых растворов $Gd_{5-x}Tb_xBi_y$, (x= 0,5÷4,5) в диапазоне концентраций 0-100 мол. % Tb_5Bi_3 изменяется в пределах 6,68÷7.42 $\cdot 10^{-6}$ Ом ·м, а термо-э.д.с. в пределах (-8,4) ÷ (-11,5) мкВ/К [5].

Результаты исследования электрофизических свойств твердых растворов систем Gd_5Bi_3–Tb_5Bi_3 показали, что им свойственна металлическая проводимость и электропроводность твердых растворов $Gd_{5-x}Tb_xBi_3$ (x=0,5÷4,5), близка к электропроводности исходных компонентов (Gd_5Bi_3 и Tb_5Bi_3), но меньше электропроводности РЗЭ, а также серебра, меди и алюминия ($6{,}80\cdot10^7$, $6{,}45\cdot10^7$, $4{,}0\cdot10^7$ $Ом^{-1}\cdot м^{-1}$) [6].

На металлическую природу полученных твердых растворов указывает и их концентрационные зависимости микротвердости. Кривая концентрационной зависимости микротвердости твердых растворов $Gd_{5-x}Tb_xBi_3$; (x = 0,5÷4,5), при комнатной температуре, показывает, что максимальная микротвердость приходится на твердый раствор, содержащий 40 мол % Tb_5Bi_3 (рисунок 2в) [7]. Согласно этому изменение значения микротвердости объясняется усилением жесткости кристаллической решетки.



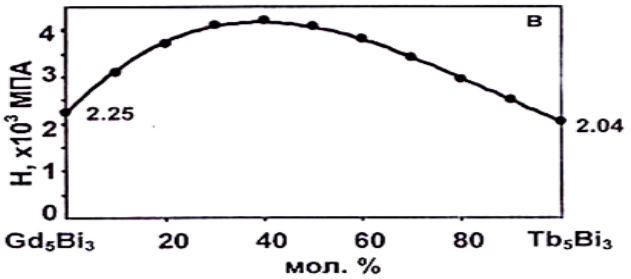


Рисунок 2. Концентрационные зависимости удельного электросопротивления (а), термо-э.д.с. (б) и микротвердости (в) твердых растворов систем Gd_5Bi_3-Tb_5Bi_3 при температуре 298 К.

Твердые растворы $Gd_{5-x}Tb_xBi_3$ (x = 0,5÷4,5**)** в диапазоне температур 298-773 К проявляют парамагнитные свойства. Температурная зависимость обратной величины молярной магнитной восприимчивости твердых растворов во всем диапазоне температур подчиняется закону Кюри-Вейсса **(**рисунок 3).

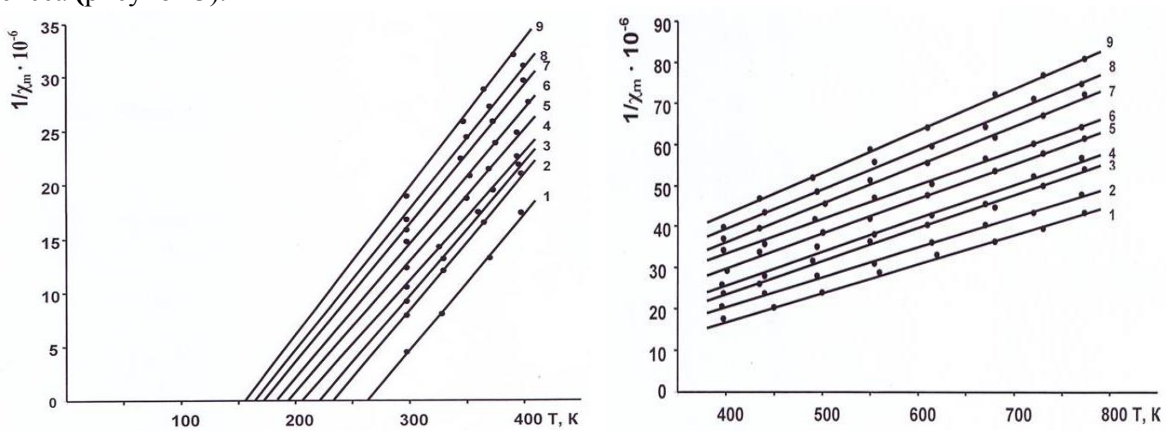


Рисунок 3. Температурная зависимость обратной молярной магнитной восприимчивости твердых растворов$Gd_{5-x}Tb_xBi_3$, содержащих 1-10, 2 -20, 3 -30, 4 -40, 5 -50, 6 -60, 7 -70, 8 -80 и 9 -90 мол. % Tb_5Bi_3 в диапазоне температур 298-773 К

Магнитные характеристики твердых растворов приведены в таблице 3.

Таблица 3

*Магнитные характеристики твердых растворов $Gd_{5-x}Tb_xBi_3$; (x = 0,5÷4,5**)***

Твердые растворы	*$\chi_м$ x 10^6 при 298 К*	*θ_p, К*	*$\mu_{эфф.}$ x 10^{24}, А·м²*
$Gd_{4,5}Tb_{0,5}Bi_3$	*225555,5*	*262*	*74,7*
Gd_4TbBi_3	*127424,2*	*232*	*76,0*
$Gd_{3,5}Tb_{1,5}Bi_3$	*108695,6*	*220*	*76,4*
$Gd_3Tb_2Bi_3$	*95238,2*	*204*	*78,4*
$Gd_{2,5}Tb_{2,5}Bi_3$	*81300.0*	*192*	*76,9*
$Gd_2Tb_3Bi_3$	*68493,2*	*184*	*73,2*
$Gd_{1,5}Tb_{3,5}Bi_3$	*63291,4*	*172*	*73,4*
$GdTb_4Bi_3$	*59523,8*	*162*	*74,6*
$Gd_{0,5}Tb_{4,5}Bi_3$	*52910,3*	*154*	*72,4*

Из таблицы следует, что с повышением концентрации гадолинияв твердых растворах наблюдается увеличение значений парамагнитных температур Кюри. При этом парамагнитная температура Кюри (θ_p**)** твердых расратворов $Gd_{5-x}Tb_xBi_3$ (x = 0,5÷4,5**)** меньше, чем θ_p Gd_5Bi_3, но превышают значения $\theta_p Tb_5Bi_3$[8]. Это объясняется тем, что с увеличением концентрации ионов гадолиния в твердых растворах $Gd_{5-x}Tb_xBi_3$ (x = 0,5÷4,5) их парамагнитная температура растет за счет обменного взаимодействия ионов по связи Gd – Gd.

Из результатов исследований следует, что в данной работе получены новые магнитные материалы – твердые растворы $Gd_{5-x}Tb_xBi_3$ (x=0,5÷4,5) в которых парамагнетизм устанавливается под действием косвенного обмена 4f-электронов через электроны проводимости, так называемым взаимодействием Рудермана-Киттеля-Кассуи-Иосиды (РККИ) [9].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Редкоземельные элементы, Технология и применение, под ред. Ф. Виллани, пер. с англ.– М., 1985. – 376 с.
2. Абулхаев В.Д. Синтез и физико-химические свойства сплавов и соединений редкоземельных элементов с сурьмой и висмутом: автореферат диссертация на соискание ученой степени доктора химических наук. – Душанбе, 1996. – 48 с.
3. Абулхаев В.Д., Рахимов, Х.А., Назаров Х.Х. Малый патент Республики Таджикистан, №TJ 671. Твердые растворы на основе висмутида гадолиния и висмутида тербия // Заявление №1400898 дата подачи заявления 20.06.2014 г. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан 18.02.2015 г.
4. Рахимов Х.А. Твердые растворы на основе висмутидов редкоземельных элементов иттриевой подгруппы: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Душанбе, 2018. – 125 с.
5. Рахимов Х.А., Абулхаев В.Д., Назаров Х.Х., Убайдов С.О., Ганиев И.Н. Электрофизические свойства висмутидов Ln_5Bi_3 (Ln=Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu) // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2014. Т. 57. – №5. – С. 386-390.
6. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 1981. – 679 с.
7. Глазов В.М., Вигдорович В.Н. Микротвердость металлов и полупроводников. – М.: Металлургия, 1969. – 248 с.
8. Рахимов Х.А., Абулхаев В.Д., Назарзода Х.Х. Диаграмма состояния и магнитные свойства твёрдых растворов системы Gd_5Bi_3 -Tb_5Bi_3 / Материалы международной научно-практической конференции «Независимость – основа развития энергетики страны», посвященной празднованию «День энергетики». – Бохтар, 2017. – С. 143-147.
9. Вонсовский С.В. Магнетизм. – М.: Наука, 1984. – 207 с.

ХОСИЯТҲОИ КРИСТАЛЛӢ, ЭЛЕКТРОФИЗИКӢ ВА МАГНЕТИКИИ МАҲЛУЛҲОИ САХТИ СИСТЕМАИ Gd_5Bi_3 - Tb_5Bi_3

Дар мақола хосиятҳои кристаллохимиявӣ, электрофизикӣ ва магнитии маҳлулҳои сахти системаи Gd_5Bi_3 - Tb_5Bi_3 оварда шудааст. Таҳқиқоти кристаллохимиявӣ нишон доданд, ки маҳлулҳои сахти ҳосилшуда бо компонентҳои ибтидоӣ изоструктурӣ буда, дар системаи орторомбии навъи Y_5Bi_3, гурӯҳи фазоии Pnma кристаллизатсия мешаванд. Муайян карда шуд, ки аз ҷиҳати гузаронандагии электрикӣ онҳо байни ноқилҳо ва нимноқилҳо мавқеи миёнаро ишғол мекунанд. Ҳарорати парамагнитии Кюрии маҳлулҳои сахт муайян карда шуданд.

КАЛИДВОЖАҲО: элементҳои нодирзаминӣ, висмутидҳо, маҳлулҳои сахт, синтез, рентгенофазавӣ, таҳлили микросохторӣ, муқовимати хоси электрикӣ, термо-э.д.с, гузаронандагии баркӣ, ҳарорати парамагнитӣ, қонуни Кюри-Вайс.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Назарзода Хайрулло Холназар, доктори илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи сохтмони гидротехникӣ ва фанҳои умумитехникии Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 918-74-85-22; e-mail: nazarov-h2013@mail.ru

Абулҳаев Владимир Джалолович, доктори илмҳои химия, профессор, ҷонишини директор оид ба илм ва маорифи Пажӯҳишгоҳи химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ. Тел.: (+992) 918-85-51-48; e-mail: abulkhaev-48@mail.ru

Раҳимов Хуршед Абдуллоевич, номзади илмҳои техникӣ, дотсент, декани факултети муҳандисӣ ва иқтисодиёти соҳавии Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 918-63-59-45; e-mail: khurshed.r69@gmail.com

Сайдалиев Баҳром Ҷӯраевич, унвонҷӯи Пажӯҳишгоҳи химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ. Тел.: (+992) 909-13-83-48; e-mail: saidalyev77@bk.ru

КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ Gd_5Bi_3 – Tb_5Bi_3

В статье приведены кристаллохимические характеристики, электрофизические и магнитные свойства твердых растворов системы Gd_5Bi_3 – Tb_5Bi_3. Кристаллохимические исследования показали, что полученные твердые растворы изоструктурны с исходными компонентами и кристаллизуются в ромбической сингонии типа Y_5Bi_3, пр. группа Pnma. Установлено, что по электрической проводимости они занимают промежуточные положения между проводниками и полупроводниками. Определена парамагнитная температура Кюри твердых растворов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: редкоземельные элементы, висмутиды, твердые растворы, синтез, рентгенофазовый, микроструктурный анализ, удельное электросопротивление, термо-э.д.с., электропроводность, парамагнитная температура Кюри. Закон Кюри-Вейсса.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Назарзода Хайрулло Холназар, доктор технических наук, доцент кафедры гидротехнического строительства и общетехнических дисциплин Института энергетики Таджикистана. Тел.: (+992) 918-74-85-22; e-mail: nazarov-h2013@mail.ru

Абулхаев Владимир Джалолович, доктор химических наук., профессор, заместитель директора по науке и образованию Института химии имени В.И. Никитина НАНТ. Тел.: (+992) 918-85-51-48; e-mail: abulkhaev-48@mail.ru

Рахимов Хуршед Абдуллоевич, кандидат технических наук, доцент, декан факультета инженерии и отраслевой экономики Института энергетики Таджикистана. Тел.: (+992) 918-63-59-45; e-mail: khurshed.r69@gmail.com

Сайдалиев Бахром Джураевич, соискатель Института химии им. В.И. Никитина НАНТ. Тел.: (+992) 909-13-83-48; e-mail: saidalyev77@bk.ru

CRYSTAL-CHEMICAL CHARACTERISTICS, ELECTROPHYSICAL AND MAGNETIC PROPERTIES OF SOLID SOLUTIONS OF THE Gd5Bi3 - Tb5Bi3 SYSTEM

The article presents the crystal chemical characteristics, electrophysical and magnetic properties of solid solutions of the Gd_5Bi_3 - Tb_5Bi_3 system. Crystal chemical researches have shown that the obtained solid solutions are isostructural with the initial components and crystallize in the orthorhombic system of the Y_5Bi_3 type, space group Pnma. It was found that in terms of electrical conductivity, they occupy intermediate positions between conductors and semiconductors. The paramagnetic Curie temperature of solid solutions was determined.

KEY WORDS: rare earth elements, bismuthides, solid solutions, x-ray phase, microstructural analysis, electrical resistivity, thermo-emf., electrical conductivity, paramagnetic Curie temperature, Curie-Weiss law.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Nazarzoda Khairullo Kholnazar, doctor of technical sciences, associate professor of the department of hydraulic engineering and general technical disciplines of the Institute of Energy of Tajikistan. Phone: (+992) 918-74-85-22; e-mail: nazarov-h2013@mail.ru

Abulhaev Vladimir Jalolovich, doctor of chemical sciences, professor, deputy director for science and education of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitina NANT. Phone: (+992) 918-85-51-48; e-mail: abulkhaev-48@mail.ru

Rahimov Khurshed Abdulloevich, candidate of technical sciences, associate professor, dean of the faculty of engineering and sectoral economics of the Energy Institute of Tajikistan. Phone: (+992) 918-63-59-45; e-mail: khurshed.r69@gmail.com

Saidaliev Bahrom Juraevich, applicant of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitina NANT. Phone: (+992) 909-13-83-48; e-mail: saidalyev77@bk.ru

ИЗМЕНЕНИЯ ЭНТАЛПИИ ОБРАЗОВАНИЙ И ЭНЕРГИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ БОРОГИДРИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ШЗМ МЕТАЛЛОВ ОТ ПОРЯДКОВОГО НОМЕРА

Исозода Д.Т.
Институт энергетики Таджикистана

Термодинамические свойства и энергия кристаллических борогидридов щелочных и щелочноземельных металлов изучены в работах [1-3]. Согласно этим работам, термодинамические значения и энергия кристаллических борогидридов изменяются в зависимости от типа и химических связей, от ковалентного до ионного для борогидридов щелочных и щелочноземельных металлов.

Термодинамические значения борогидридов щелочных и щелочноземельных металлов, изученные в работах [4], сильно отличаются от прежних, поэтому мы поставили задачу определить U_K-борогидридов щелочных и щелочноземельных металлов по значениям энтальпий образования и термохимическому радиусу этих соединений.

Для расчета определения U_K- борогидридов щелочных и щелочноземельных металлов по термохимическому циклу мы использовали изученные в работах [6] термодинамические характеристики соединения, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1

Термодинамические значения борогидридов IA групп

Соединение	*T°r Aim, ^*	*Устойчивость до T, °C*	*-AfH 298, кДж/моль [6]*	*AfG 298, кДж/моль [6]*
$LiBH_4$	*275*	*275*	*193,8*	*124,8*
	269	*380*		
	240			
$NaBH_4$	*505*	*565*	*189,0*	*119,7*
	498	*615*		
	429			
KBh_4	*590*	*640*	*238,6*	*140,0*
	595	*675*		

$RbBH_4$	-	*600*	*243,0*	*144,0*
$CsBH_4$	-	*600*	*241,0*	*140,0*
$FrBH_4$	-	-	*245,0*	*142,0*
$LiBH_4$	-	-	*210,6*	*126,9*
$NaBH_4$	-	-	*169,3*	*98,1*
KBH_4	-	-	*212,9*	*131,5*
$RbBH_4$	-	-	*208,0*	*157,0*
$CsBH_4$	-	-	*211,0*	*162,0*
FrBH4	-	-	*214,0*	*170,0*

Борогидриды Be, Mg в отличие от борогидридов щелочных и щелочноземельных металлов, которые имеют ионные соединения, проявляют разнообразные свойства.

Энергия решетки Be $(BH_4)_2$, - белое кристаллическое вещество с $Ц_{бл.}$ = 91,3 Си t_{vaw}. = 123°C [11] имеет $ДН_{ИСП.}$ =61,9 кДж/моль и $A_fH^0_{298}$=-107,8. рассчитанное Дымовой Т.Н. по уравнению А.Ф. Капустянского равна U_K=2598 кДж/моль [12].

Полученные методами дифракции электронов, рентгенографии, ИК и КР спектров на основе экспериментальных данных [11], борогидриды бериллия в твердой фазе имеют линейную конфигурацию.

В двух кристаллических модификациях существует борогидрид магния: а - с тетрагональной структурой (а=1,359 нм; с=1,651 нм) и б - кубической гранецентрированной структурой (а=1,55 нм).

Энтальпия образования газообразного борогидрид-иона $\Delta_f H^\circ_{298,BH4-}$ = -96,2±20 кДж/моль$^{-1}$ определили методом тензометрии [13, с. 51;14, с. 208; 15, с. 750-752].

Процесс термического разложения для борогидридов, элементов IA групп [6] выражается следующей схемой термолиза [5].

$$M(BH_4)_{n(T)} = MH_{n(T)} + nB_{(T)} + \frac{3}{2}nH_{2(г)} \qquad (1)$$

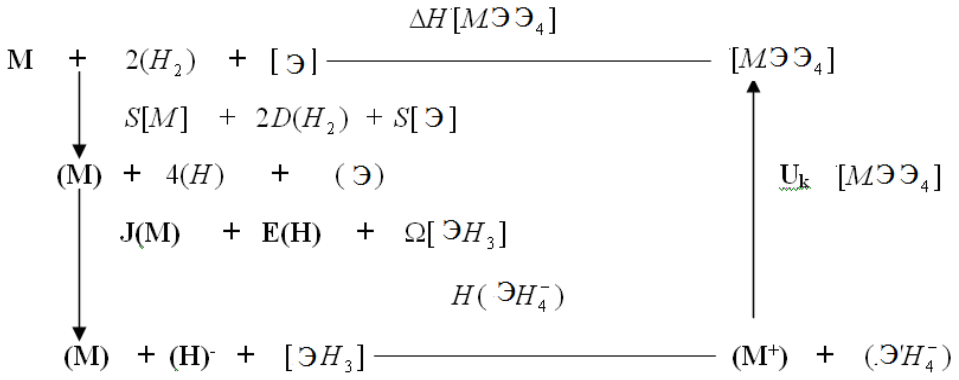
В зависимости от температуры, термолиз бинарного гидрида идет параллельно со схемой (1)

$$MH_{(T)} = M_{(ж)} + \frac{1}{2}H_{2(г)} \qquad (2)$$

Нами рассчитаны энергия решетки борогидридов щелочных и щелочноземельных металлов по уравнению А.Ф. Капустинского [4], для сравнения в таблице 1 приведены литературные данные.

$$U_k = 11200.5\,\frac{\sum n\,Z_k * Z_A}{r_k * r_A}\left[1 - \frac{0.345}{r_k * r_A} + 0.00435\,(r_k * r_A)\right] \qquad (3)$$

Результаты исследования данного процесса приведены в таблице 1. Энергия решетки ($И_к$) борогидридов, элементов IA и IIA групп (таблицы 2 и 3), также определены из термохимического цикла Борна-Габера с использованием величин $\Delta_f H^\circ_{298,BH4-}$ = -96,2±20 кДж/моль$^{-1}$



где М - элементы IA групп; ЭВ.

откуда: ЩМЭЩ = - АгН[мэн$_4$] + StM] + 2D(tf$_2$) + $S_{[3]}$ + $I_{(M)}$ + $E_{(H)}$ - Q_PH_3] = -AfH[МЗН$_4$] + {S[M] + I(M)} + \—(^{H}2) + ^{E}(н)\$^+$ Sp]-QpH$_3$] $^=$ ~ A^[мэн$_4$] + АН(м$^+$) + АН(н–) - Цэн$_3$]$^=$" Afn [мэн$_4$] + АН(м$^+$) + АНрн$_4$)

Таблица 2

Энтальпия образования и энергия решетки борогидридов щелочных металлов [5]

MBH_4	Радиус ион, $[Me^+]$ A^0	Термо-химич. радиус [ВЩ]	-Д(Н°298 КДЖМОЛЬ"1				Энергия кристаллической решетки, кДж моль"1				
			$[Me^+]$	MBH_4			По Альтшулеру [10]	По Дымовой [7]		Наши данные	
				Литератур-ные [8, 9]	Наши данные	(ВЩ)		По циклу	По урав. Капустинского	По урав. Капустинского	По Циклу
LiBbL,	0,78	2,3	-167,26	194,02	193,8	96,25	778,2	778,2	743,5	692,9	791,7
$NaBH_4$	0,98		-610,53	190,9	188,91		703	703	700,8	655,6	703,3
KBH_4	1,33		-514,51	228,86	238,61		665,3	644,3	636,8	599	656,9
$RbBH_4$	1,49		-491,29	236,8	243,01		648,5	627,6	608,4	576,4	638
CSBH4	1,65		-460,07	263,6	241,06		627,6	623	587,4	55,3	604,9

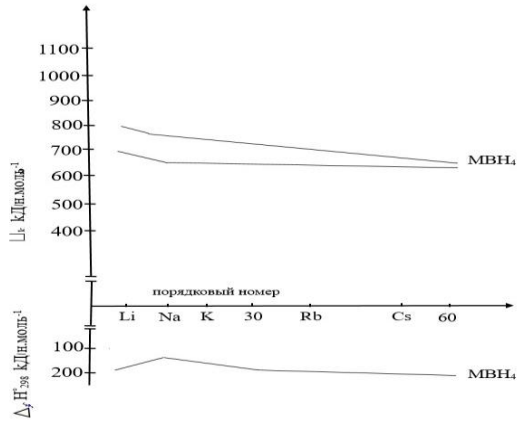


Рис. 2. Изменение U_K и AfH°298 боргидридов щелочных металлов от заряда ядра (порядкового номера) металлов [5].

Таблица 3

Термодинамические и энергетические свойства борогидридов НА группы

$M(BH4)_2$	Радиус ион, $[Me^+]A°$	Термохимич. радиус [ВЩ] $г_m$=A°	Энергия кристаллической решетки, кДж'моль"1			
			По Дымовой [12]		Наши данные	
			По урав. Капустинского	По циклу	По урав. Капустинского	По циклу
$Li(BH_4)_2$	0,314	2,3	2598,3	2895,3	2394,1	
$Mg(BH_4)_2$	0,780		2322,1	2351,4	2087,7	2366,5
$Ca(BH_4)_2$	1,051		2125,5	2071,1	1930,1	2056,1
$Sr(BH4)_2$	1,175		1995,8	1945,6	1868,8	2056,2
$Ba(BH_4)_2$	1,395		1886,9	1937,2	1769,1	1844,2

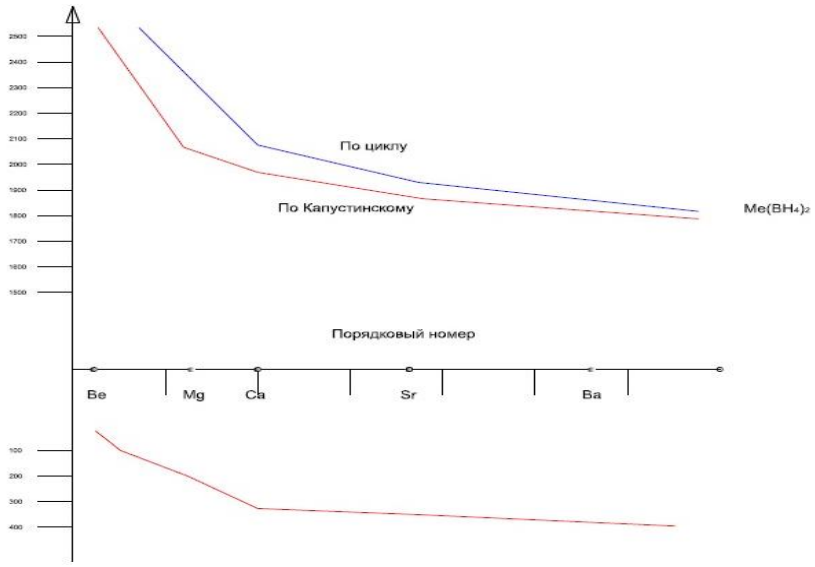


Рис. 3. Изменение U_K и AfH°298 боргидридов щелочноземельных металлов от заряда ядра (порядкового номера) металлов [5].

Согласно диаграмме U_K - энергия решетки комплексных борогидридов уменьшается с возрастанием порядкового номера элементов IA и IIA групп.

Расхождения, рассчитанные по уравнению Капустинского Uк и по термохимическому циклу Борна-Габера объясняется наличием определенной доли ковалентной связи в этих соединениях. По возрастанию порядкового номера элементов доля ковалентности уменьшается. Это обусловлено акцепторным и поляризующим действием малого катиона металла на анион BH_4^-.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мирсаидов У.М., Азизов О.А., Исозода Д.Т., Бадалов А. Моделированный, механохимический синтез гидридных соединений бора и алюминия и их энергетические, термодинамические характеристики. – Душанбе: Дониш, 2021. – 96 с.
2. Мирсаидов, У.М. Термическая устойчивость и термодинамические характеристики борогидридов металлов / У.М. Мирсаидов, Б.А. Гафуров, А. Бадалов. – Душанбе: Дониш, 2014. – 107 с.
3. Бадалов, А. Физико-химические свойства простых и комплексных гидридов элементов IA, IIA групп и редкоземельных металлов / А. Бадалов, М. Икрамов, У. Мирсаидов. – Душанбе: Дониш, 1994. – 195 с.
4. Капустинский А.Ф., Яцимирский К.Б. Энергия решетки солей, образованных ионами с восьмиэлектронной внешной оболочкой // Ж. общ. хим., 1956, т.26, вып. 4. – С. 941-949.
5. Исоев Д.Т. Термодинамические и энергетические характеристики комплексных боро- и алюмогидридов элементов IA и IIA групп. Дисс. кан. хим. наук. – Душанбе, 2000. – 125 с.
6. Икрамов М. Термическая устойчивость термодинамические характеристики борогидридов щелочных металлов. Дисс. канд. хим. наук. – Душанбе, 1991. – 110 с.
6. Гафуров Б. Термическая устойчивость и термодинамические характеристики борогидридов элементов ПА группы. Дисс. кан. хим. наук. – Душанбе, 1997. – 104 с.
7. Мирсаидов У., Дымова Т.Н. Борогидриды переходных металлов. – Душанбе: Донинш, 1985. – 124с.
8. Кузнецов В.А., Дымова Т.Н. Оценка стандартных энтальпий и изобарных потенциалов образования комплексных гидридов // Изв. АН СССР. Сер.хим. – 1971. – №2. – С. 260-264.
7. Aubrey B., Altschuller P. Lattece Energies and Related Thermodynamic Properties of the Alkali Metall Borohydrides and of the Borohydride Ion. // J. Amer. Chem. Soc, 1955, v. 77. – N21. – P. 5455-5457.
8. Коноплев В.Н., Мальцева Н.Н., Хаин В.С. Тетрагидробораты металлов ПА группы // Координ. химия, 1992, т. 18, вып. 12. – С. l 143-1166.
9. Дымова Т.Н. Энергия кристаллической решетки алюмо- и борогидридов металлов IA и ПА групп. // Изв. АН СССР, сер.хим., 1973. – №12. – С. 2662-2668.
10. Мирсаидов, У.М. Термическая усойчивость и термодинамические характеристики простих икомплексных гидридов редкоземелных металлов. / У.М. Мирсаидов, Б.А. Гафуров, А. Бадалов. – Душанбе: Дониш, 2014. – 84 с.
11. Суворов А.В. Термодинамическая химия парообразного состояния. – Л: Химия,1970. – С. 208.
12. Новиков Г.И., Суворов А.В. Мембраный нуль – манометр для измерения давления пара в широком интевале температур // Заводская лаборатория. – Металургиздат, 1959. Т. 25. – №6. – С. 750-752.

ҚОНУНИЯТҲОИ ТАҒЙИРЁБИИ ЭНТАЛПИЯИ ҲОСИЛШАВӢ ВА ЭНЕРГИЯИ ПАНҶАРАИ КРИСТАЛЛИИ БОРҲИДРИДҲОИ МЕТАЛЛҲОИ ИШҚОРӢ ВА ИШҚОРЗАМИНӢ АЗ РАҚАМИ ТАРТИБӢ

Дар мақола қонуниятҳои тағйирёбии хосиятҳои термодинамикӣ ва энергетикии борҳидридҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ оварда шудаанд. Қиматҳои маълум ё тозашудаи хосиятҳои термодинамикӣ ва энергетикии борҳидридҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ умумӣ карда мешаванд. Мукаррар карда шудааст, ки энергияи панҷараи борҳидридҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ ба рақами тартибии элементҳо вобаста аст. Вобастагии энтальпияи ҳосилшавӣ (-AfH°) ва энергияи панҷара (Iс)-и борҳидридҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ аз рақами тартибии элементҳо оварда шудаанд. Дар асоси натиҷаҳои бадастомада, ҳисобҳои вобастагии графикии тағйирёбии AfH°298 ва U_K борҳидридҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ аз рақами тартибӣ дар ҷадвалҳо нишон дода шудаанд.

КАЛИДВОЖАҲО: энергияи панҷараи кристаллӣ, борҳидридҳо, металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ, тензиметрия, энталпияи ҳосилшавӣ, қонуният.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Исозода Диловаршоҳ Тариқ, номзади илмҳои химия, дотсенти кафедраи илмҳои табиӣ-риёзии Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНТАЛПИИ ОБРАЗОВАНИЙ И ЭНЕРГИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ БОРОГИДРИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ШЗМ МЕТАЛЛОВ ОТ ПОРЯДКОВОГО НОМЕРА

В статье приведены закономерности изменения термодинамических и энергетических свойств борогидридов щелочных и ШЗМ металлов. Обобщены известные или уточнённые величины термодинамических и энергетических свойств борогидридов щелочных и ШЗМ металлов. Установлено, что и энергия решетки борогидридов щелочных и ШЗМ металлов зависят от порядкового номера элементов. Приведены зависимости энтальпии образования (-AfH°) и энергия решетки ($И_к$) борогидридов щелочных и ШЗМ металлов от порядкового номера элементов. На основании полученных результатов,

расчеты графической зависимости изменения U_K и AfH°298 боргидридов щелочных и ЩЗМ металлов от порядкового номера показаны в таблицах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: энергия кристаллической решетки, борогидриды, щелочных металлов, ШЗМ, тензометрия, энтальпия образования, закономерность.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Исозода Диловаршох Тарик, кандидат химических наук, дотсент кафедры естественно-математических наук Института энергетики Таджикистана

REGULARITIES OF CHANGE IN THE ENTHALPY OF FORMATION AND LATTICE ENERGY OF BOROHYDRIDES OF ALKALI METALS FROM THE ORDINAL NUMBER

The article presents the regularities of changes in the thermodynamic and energy properties of borohydrides of silk and alkali metals. The known or refined values of the thermodynamic and energetic properties of borohydrides of alkali metals and metal are generalized. It has been found that the lattice energy of borohydrides of alkali metals depends on the ordinal number of the elements. The dependences of the enthalpy of formation (-AfH °) and lattice energy (I_k) of borohydrides of alkali metals the ordinal number of the element of metals are given. Based on the results obtained, the graphical dependence of the change in U_K and AfH ° 298 of alkali borohydrides and metal borohydrides on the serial number was calculated.

KEY WORDS: energy of the crystal lattice, borohydrides, alkali metals, tensometry, enthalpy of formation, regularity.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Isozoda Dilovarshoh Tarik, candidate of chemical sciences, associate professor of the department of natural and mathematical sciences of the Institute of Energy of Tajikistan.

УДК: 547.426.251+547.426.21

СИНТЕЗ И РОСТОСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОБАЛЬТА С ЭФИРАМИ ГЛИЦЕРИНА И АМИНОКИСЛОТАМИ

Олимов М.А.
Таджикский национальный университет
Олимов Р.А.
Дангаринский государственный университет

Как известно, металлы (цинк, кобальт, железо) входят в состав активных центров металлопротеиназ (коллагеназы, эластазы, катепсина G), а также эндогенных ингибиторов протеиназа (цистатина, a_1-антитрипсина, a_2-макроглобулина). В то же время, избыток железа, марганца способен блокировать деградацию в лизосомах макрофагов, что сопровождается персистенцией вирусов и микробов, повышенной продукцией цитокинов и факторов роста [1].

Биологическое действие кобальта известно с 1948 г., когда учеными Рикесом и Смитом было установлено, что атом кобальта является центральным в молекуле витамина B_{12}. Максимальная концентрация кобальта в тканях равна около 100 мкг/кг. Общее содержание кобальта в организме взрослого человека составляет 5 мг. Человек с пищей ежедневно получает 5,63–7,94 мкг кобальта, из которых 73–97% усваивается [2].

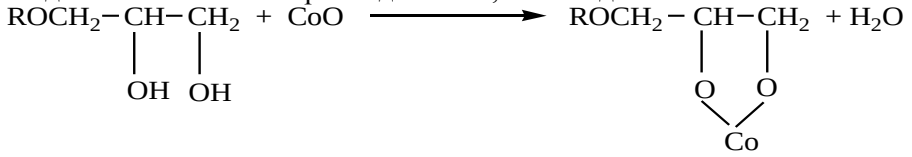
Средняя суточная потребность в кобальте составляет 60 мкг на 1 кг массы тела. Считают, что человек нуждается в кобальте только в виде цианокобаламина (витамин B_{12}). В некоторых странах соединения кобальта применяли в качестве пищевой добавки к пиву для стабилизации пены. Однако выяснилось, что такая добавка явилась причиной сердечных заболеваний у потребителей пива. Поэтому в настоящее время от использования соединений кобальта в виде пищевой добавки отказались.

В организме среднего человека (масса тела 70 кг) содержится около 14 мг кобальта. Суточная потребность составляет 0,007-0,015 мг, ежедневное поступление с пищей 0,005-1,8 мг. У жвачных животных эта потребность гораздо выше, например, у дойных коров - до 20 мг.

Соединения кобальта обязательно входят в состав микроудобрений.

Кобальт относится к числу микроэлементов, постоянно присутствующих в тканях растений и животных. Некоторые наземные растения и морские водоросли способны накапливать кобальт. Кобальт участвует в важнейших процессах организма - кроветворении, функциях нервной системы и печени, ферментативных реакциях.

С целью получения новых биологически активных соединений, нами [3-4] была изучена реакция взаимодействия 3-алкоксипропандиолов-1,2 с оксидом кобальта по схеме:



где: RO –C_2H_5O, н-C_3H_7O, н-C_4H_9O, н-$C_5H_{11}O$.

Изучение этого превращения в среде растворителей показало, что при температуре 140-220°С и соблюдении мольного соотношения α-моноэфиров глицерина и оксида кобальта 1:1 наблюдается удовлетворительное протекание процесса в течение 25-35 часов. В этих условиях выход целевого продукта составляет 67-71%.

Выявлено, что с увеличением объема алкильного радикала выход конечного продукта уменьшается. Предполагается, что положительный индукционный эффект алкильного радикала понижает реакционную способность гидроксильных групп моноэфиров глицерина.

Синтезированные глицераты кобальта (II) представляют собой кристаллические вещества с четкой температурой плавления, не растворимые в воде, количественно растворяются в ДМФА, ТГФ, диоксане.

Состав и строение полученных веществ охарактеризованы данными элементного анализа, ИК-спектроскопией. Чистота полученных соединений контролировалась методом ТСХ в системах этанол-пиридин (1:1), хлороформ - уксусная кислота-ацетон (5:1:1), проявитель - пары йода.

В ИК-спектре синтезированных веществ наблюдается исчезновение полосы поглощения в области 3500-3400 $см^{-1}$, характерной для ОН-групп исходного продукта, и появление новых полос поглощения в области 507-495 $см^{-1}$ характерных для (-О-Со-О-) группы.

Важнейшие константы полученных веществ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Важнейшие физико- химические константы глицератов кобальта

R	*Брутто формула*	*Выход %*	*T_n^0 С*	*% Со най./ выч.*	*Rf*		
					а	*б*	*в*
C_2H_5 –	*$C_5H_{10}O_3Co$*	*71*	*359-361*	*33,10 /33,33*	*0,56*	*0,39*	*0,73*
н-C_3H_7 –	*$C_6H_{12}O_3$ Co*	*69*	*369-371*	*30,60/30,89*	*0,54*	*0,36*	*0,69*
н-C_4H_9 –	*$C_7H_{14}O_3$ Co*	*68*	*373-375*	*28,76/28,78*	*0,53*	*0,35*	*0,65*
н-C_5H_{11}–	*$C_8H_{16}O_3$ Co*	*67*	*379-381*	*26,91/26,94*	*0,49*	*0,33*	*0,61*

Комплексные соединения биометаллов с такими лигандами, как аминокислоты и пептиды, представляют несомненный интерес в связи с тем, что они являются потенциальными биологически активными веществами [5-8].

Ряд препаратов на основе производных глицерина нашли применение для лечения сахарного диабета, гипертонической болезни, в качестве стимуляторов роста растений.

Нами [9] проведены исследования по выявлению физиологической активности некоторых глицератов кобалта.

Испытания проводились на семенах пшеницы, а проращивание осуществлялось в чашках Петри на фильтровальной бумаге при 25°С с использованием водных растворов глицератов кадмия в следующих концентрациях: 0,1%; 0,01%; 0,001%.

Полученные результаты приведены в табл. 2-3.

В качестве контроля были использованы дистиллированная вода, растворы гиббериллина (ГБ), индолиуксусной кислоты (ИУК) в качестве стимуляторов роста и гидразида малеиновой кислоты (ГМК) в качестве ингибитора прорастания. На 3-й, 5-й и 8-ой день проращивания проводились измерения проростков, корневой системы, а также подсчет числа междоузлий. Математическая обработка полученных результатов проводилась по Рокицкому [9]. ГОСТ 12038-84 «Методы определения всхожести».

Таблица 2

Влияние некоторых глицератов кадмия, на всхожесть и энергию прорастания семян пшеницы сорта «Шарора»

Испытуемые препараты	*Шифр*	*Концентрация, %*	*Всхожесть по дням, %*		
			3-й x±Sx	*5-й x±Sx*	*8-й x±Sx*
H_2O		*дист.*	*59,0±3,9*	*67,1±4,2*	*79,8±6,5*
ИУК		*0,001*	*67,3±1,4*	*73,3±2,5*	*77,0±5,7*
		0,01	*63,3±0,8*	*71,3±1,3*	*75,3±1,6*
		0,1	*53,3±2,8*	*59,3±2,0*	*67,5±3,3*
ГМК		*0,001*	*70,3±2,8*	*73,0±2,3*	*93,0±2,3*
		0,01	*67,5±1,8*	*71,3±4,3*	*89,6±2,6*
		0,001	*57,3±3,8*	*67,3±2,6*	*71,3±2,6*

ГБ		*0,01*	*47,5±2,9*	*53,0±3,2*	*69,5±1,3*
$C_5H_{10}O_3Co$	*О-1*	*0,001* *0,01* *0,1*	*73,7+1,1* *67,6+4,1* *53,3+1,9*	*79,5+6,3* *75,3+3,3* *69,6+1,9*	*87,3+2,2* *81,6+1,1* *73,2+2,9*
$C_6H_{12}O_3$ *Co*	*О-2*	*0,001* *0,01* *0,1*	*77,5+4,9* *65,3+2,1* *65,3+3,1*	*83,7+2,9* *79,5+0* *69,5+1,1*	*89,3+5,9* *85,5+8,3* *75,1+5,8*
$C_7H_{14}O_3Co$	*О-3*	*0,001* *0,01* *0,1*	*85,3+4,9* *80,0+1,9* *73,5+11*	*89,2+2,9* *83,1+1,1* *81,4+1,4*	*91,6+4,1* *87,2+3,9* *83,9+2,1*

Таблица 3

Влияние некоторых глицератов кадмия, на всхожесть и энергию прорастания семян пшеницы сорта «Навруз»

Испытуемые препараты	*Шифр*	*Концент рация, %*	*Всхожесть по дням, %*		
			3-й x±Sx	*5-й x±Sx*	*8-й x±Sx*
H_2O		*дист.*	*45,5+1,1*	*57,5+6,8*	*67,1+3,9*
ИУК		*0,001* *0,01* *0,1*	*33,3±1,4* *62,3±0,8* *65,3±2,8*	*43,3±2,5* *72,3±1,3* *76,3±2,0*	*56,0±5,7* *94,6±1,6* *78,0±3,3*
ГМК		*0,001* *0,01*	*82,3±1,8* *85,3±2,8*	*88,0±4,6* *96,0±2,3*	*90,6±2,6* *96,0±2,3*
ГБ		*0,001* *0,01*	*80,2±3,8* *62,5±2,6*	*87,3±2,6* *77,0±3,2*	*89,3±2,6* *98,6±1,4*
$C_5H_{10}O_3Co$	*О-1*	*0,001* *0,01* *0,1*	*69,7+6,6* *78,6+4,1* *75,3+1,9*	*85,4+6,3* *83,3+3,3* *78,5+1,9*	*87,5+2,2* *85,2+1,1* *83,2+2,9*
$C_6H_{12}O_3$ *Co*	*О-2*	*0,001* *0,01* *0,1*	*77,3+2,9* *78,1+2,9* *76,5+1,9*	*78,9+2,9* *80,3+3,9* *83,2+2,9*	*78,9+1,1* *83,1+2,6* *86,6+1,1*
$C_7H_{14}O_3$ *Co*	*О-3*	*0,001* *0,01* *0,1*	*80,4+2,0* *79,1+1,2* *73,1+11*	*83,1+1,9* *81,9+1,9* *75,5+3,0*	*85,2+1,1* *83,7+1,1* *83,1+1,6*

Из таблицы видно, что стимулирующее действие препарата наблюдается при слабых концентрациях, а ингибирующий эффект - при высоких концентрациях.

Целью данного сообщения, а также является синтез и изучение биологической активности координационных соединений общей формулой $[Co(NH_3)_3H_2O{\cdot}L]Cl_2$, где L – серин, аланин, глицил-валин и глицил-аспарагиновая кислота.

Свободные дипептиды были получены хлорангидридным методом через фталильные производные. Для примера на рис. 1. приведена схема синтеза дипептида H-Gly-Asp-OH.

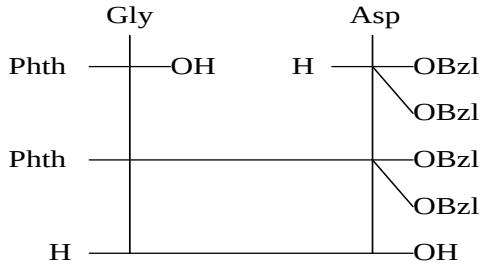


Рис. 1. Схема синтеза дипептида H-Gly-Asp-OH.

Синтез комплексных соединений проводили в водной среде при взаимодействии $CoCl_2{\cdot}6H_2O$ и свободного дипептида по следующей схеме:

$$CoCl_2{\cdot}6H_2O + NH_4OH + H_2O_2 \xrightarrow{\text{активированный уголь}} [Co(NH_3)_6]^{3+} + \text{H-Gly-Val-OH}$$

$$\xrightarrow{50-60^{ш}\,C} [Co(NH_3)_3{\cdot}(H_2O){\cdot}\text{H-Gly-Val-OH}]Cl_2$$

Катализатором реакции служил активированный уголь. Комплексы осаждали из раствора спиртом и сушили в пистолете Фишера над P_2O_5 до постоянного веса. Состав комплексов определяли элементным анализом на Co, общий азот, аммиак и хлорид-ион. Содержание

кобальта определяли спектрофотометрически на ФЭК-56М, светофильтр № 4, толщина слоя 1 см, свидетель – вода. Аммиак определяли после отгонки ацидометрическим титрованием. Общий азот определяли по методу Дюма. Содержание хлорид-ионов определяли титрованием по Фольгарду. Результаты элементного анализа полученных соединений приведены в табл. 4.

Таблица 4

Данные элементного анализа комплексных соединений Co(III) со свободными дипептидами

Соединение $[Co(NH_3)_3 \cdot (H_2O) \cdot L]Cl_2$ *(лиганд)*	*Найдено, %*				*Вычислено, %*			
	Co	*N (общ)*	NH_3	Cl^-	*Co*	*N (общ)*	NH_3	Cl^-
H-Ser-OH	*19,13*	*18,2*	*16,5*	*22,92*	*19,47*	*18,48*	*16,83*	*23,43*
H-Ala-OH	*20,0*	*19,32*	*17,4*	*24,36*	*20,48*	*19,51*	*17,77*	*24,73*
·H-Gly-Val-OH	*15,15*	*18,6*	*13,5*	*19,0*	*15,86*	*18,18*	*13,70*	*19,08*
H-Gly-Asp-OH	*15,0*	*17,83*	*13,20*	*18,1*	*15,24*	*18,04*	*13,14*	*18,28*

Данные элементного анализа подтверждают эмпирическую формулу комплексного соединения $[Co(NH_3)_3 \cdot (H_2O) \cdot L]Cl_2$.

Установлено, что комплексообразование в случае аминокислот происходит за счет аминогрупп и замещения водорода в СООН-группах, а в случае дипептидов – карбоксильной и иминогрупп С-концевой аминокислоты. На рис. 2 показана структура полученных координационных соединений.

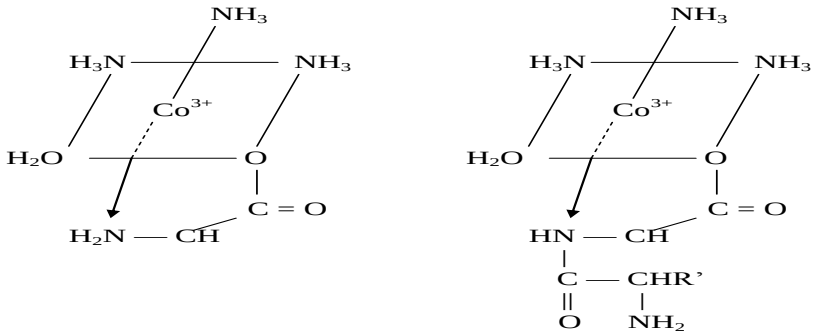


Рис. 2. Структура синтезированных координационных соединений.

Для выявления физиологических свойств синтезированных соединений было изучено их влияние на всхожесть (таблица 2) и рост (таблица 3) семян пшеницы, гороха и хлопчатника.

Влияние растворов хлористого кобальта и координационных соединений на всхожесть семян зависело от вида растения. Раствор хлористого кобальта оказывал незначительное стимулирующее влияние на семена гороха и хлопчатника на 3-й день эксперимента, которое исчезало на 6-й день. Такое же влияние на всхожесть семян пшеницы проявлялось только на 6-й день исследования при концентрации хлористого кобальта 0,1%. Растворы координационных соединений оказывали незначительное положительное влияние на всхожесть семян пшеницы, которое проявлялось на 6-й день исследования. Действие их на семена гороха было обратным: незначительное стимулирующее влияние проявлялось на 3-й день исследования и исчезало к 6-му дню опыта. На всхожесть семян хлопчатника растворы координационных соединений или не влияли, или оказывали ингибирующее действие.

Из данных таблицы 3, видно, что действие на различные части растения полученных соединений было различным. Раствор хлористого кобальта оказывал ингибирующее влияние на рост стебля и корня пшеницы, зависящее от концентрации раствора: чем меньше концентрация, тем меньше ингибирующее действие. Такое же действие на рост корня и стебля пшеницы оказывали координационные соединения кобальта с дипептидами. Действие координационных соединений с аминокислотами было отличным. На длину стебля и корня в концентрации 0,1% растворы обоих координационных соединений оказывали ингибирующее действие. Если координационное соединение кобальта с серином оказывало стимулирующее влияние на длину стебля, обратное концентрации комплекса, то на длину корня наибольшее стимулирующее влияние было отмечено при его концентрации 0,01%. Координационное соединение кобальта с аланином оказывало стимулирующее влияние на длину стебля в концентрации 0,01%, 0,001%, а на длину корня – в концентрации 0,001% [10-13].

Координационные соединения кобальта с аминокислотами не оказывали влияния на длину стебля гороха, а на длину корня в концентрации 0,1% оказывали отрицательное действие, в остальных – способствовали ее увеличению.

Раствор хлористого кобальта оказывал ингибирующее влияние на длину стебля и корня хлопчатника. Координационные соединения также в основном оказывали ингибирующее влияние на длину стебля и корня хлопчатника. Стимулирующее влияние оказывало только координационное соединение с дипептидом глицил-валин в концентрациях 0,01 и 0,001%.

Анализ результатов проведенного изучения биологической активности синтезированных комплексных соединений, показывает, что ингибирующее действие обусловлено наличием в составе комплексов иона кобальта, стимулирующее действие зависит от вида лиганда.

Таблица 5

Влияние комплексных соединений Co(III) на всхожесть семян пшеницы, гороха и хлопчатника, %

Соединение	*Конц., %*	*Пшеница*		*Горох*		*Хлопчатник*	
		3 день	*6 день*	*3 день*	*6 день*	*3 день*	*6 день*
Контроль (вода)		*81,1±4,0*	*82,2±5,2*	*78,8±7,8*	*95,5±1,1*	*15,5±7,8*	*91,1±4,9*
Хлористый кобальт	*0,1*	*77,7±7,7*	*84,4±7,3*	*95,5±2,2*	*98,7±1,1*	*15,8±1,1*	*81,1±5,5*
	0,01	*86,6±5,1*	*93,3±3,3*	*92,2±1,1*	*95,5±2,2*	*22,2±1,0*	*86,6±3,8*
	0,001	*83,3±1,9*	*86,6±1,9*	*92,2±2,9*	*96,6±0*	*24,4±4,0*	*82,2±6,7*
$[Co(NH_3)_3H_2O{\cdot}Ser]Cl_2$	*0,1*	*65,6±5,9*	*87,7±2,9*	*73,3±6,9*	*98,9±1,1*	*23,3±8,4*	*86,6±4,1*
	0,01	*86,6±3,1*	*96,6±0*	*85,5±9,3*	*100±0*	*12,2±1,1*	*93,3±3,3*
	0,001	*86,6±4,1*	*95,5±1,1*	*81,1±6,8*	*98,9±1,1*	*17,7±9,9*	*86,6±4,1*
$[Co(NH_3)_3H_2O{\cdot}Ala]Cl_2$	*0,1*	*74,4±5,9*	*92,2±2,9*	*86,6±5,1*	*98,9±1,1*	*18,9±4,8*	*94,4±22,2*
	0,01	*90,0±1,9*	*91,1±1,1*	*82,2±4,9*	*97,7±1,1*	*12,2±4,9*	*80,0±6,7*
	0,001	*85,5±1,1*	*94,4±1,1*	*82,2±2,2*	*100±0*	*33,3±1,3*	*88,9±4,4*
$[Co(NH_3)_3H_2O{\cdot}Gly$-$Val]Cl_2$	*0,1*	*84,4±2,9*	*88,9±1,1*	*88,9±1,1*	*97,7±1,1*	*2,2±1,1*	*76,6±0*
	0,01	*81,1±2,9*	*83,3±3,9*	*91,1±2,6*	*97,7±1,1*	*27,8±4,0*	*93,3±1,9*
	0,001	*86,6±1,9*	*92,2±2,9*	*95,6±1,1*	*96,6±1,9*	*10,0±1,9*	*88,8±2,2*
$[Co(NH_3)_3H_2O{\cdot}Gly$-$Asp]Cl_2$	*0,1*	*88,4±3,0*	*91,1±2,9*	*92,2±1,1*	*96,5±1,1*	*26,6±8,7*	*71,1±1,06*
	0,01	*82,2±2,2*	*88,9±2,9*	*88,9±1,1*	*97,7±1,1*	*23,3±1,2*	*81,1±5,8*
	0,001	*81,1±2,2*	*84,4±4,0*	*91,1±2,6*	*97,7±1,1*	*12,2±7,3*	*88,7±4,4*

Таблица 6

Влияние комплексных соединений Co (III) на рост проростков семян пшеницы, гороха и хлопчатника

Соединение	*Кон., %*	*Пшеница*		*Горох*		*Хлопчатник*	
		Длина стебля	*Длина корня*	*Длина стебля*	*Длина корня*	*Длина стебля*	*Длина корня*
Контроль (вода)		*58,0±3,2*	*46,7±2,0*	*23,7±8,4*	*65,7±2,8*	*38,8±4,0*	*57,8±2,9*
Хлористый кобальт	*0,1*	*28,0±1,4*	*18,0±1,2*	*–*	*–*	*20,3±1,3*	*14,6±2,4*
	0,01	*36,0±2,0*	*29,0±2,0*	*–*	*–*	*21,3±5,5*	*40,0±5,1*
	0,001	*49,3±1,7*	*40,3±1,5*	*–*	*–*	*32,0±6,5*	*47,3±13,2*
$[Co(NH_3)_3H_2O{\cdot}Ser]Cl_2$	*0,1*	*25,0±1,2*	*25,0±0,6*	*21,3±0,6*	*53,3±6,7*	*50,7±2,6*	*21,0±1,2*
	0,01	*75,7±4,9*	*55,7±3,2*	*24,7±1,8*	*78,3±6,9*	*36,0±4,7*	*43,7±1,2*
	0,001	*81,7±2,2*	*49,0±1,5*	*26,0±2,2*	*85,7±9,2*	*34,3±1,5*	*43,7±1,7*
$[Co(NH_3)_3H_2O{\cdot}Ala]Cl_2$	*0,1*	*26,3±1,7*	*28,0±3,2*	*31,0±2,6*	*48,0±4,0*	*46,3±3,0*	*17,7±1,2*
	0,01	*74,3±1,8*	*45,3±1,4*	*24,7±2,3*	*77,3±4,3*	*43,0±1,3*	*30,3±2,3*
	0,001	*90,3±5,8*	*59,0±4,9*	*24,0±3,1*	*86,3±3,8*	*37,7±1,4*	*42,3±5,6*
$[Co(NH_3)_3H_2O{\cdot}Gly$-$Val]Cl_2$	*0,1*	*28,0±1,2*	*27,0±2,1*	*–*	*–*	*23,3±1,6*	*26,3±1,5*
	0,01	*48,3±1,8*	*36,7±2,7*	*–*	*–*	*49,3±4,3*	*70,3±2,2*
	0,001	*50,0±1,5*	*40,0±1,0*	*–*	*–*	*64,0±3,8*	*81,3±2,9*
$[Co(NH_3)_3H_2O{\cdot}Gly$-$Asp]Cl_2$	*0,1*	*27,0±1,5*	*23,0±1,5*	*–*	*–*	*36,0±1,2*	*47,7±1,4*
	0,01	*45,7±2,7*	*32,0±2,3*	*–*	*–*	*38,0±1,9*	*48,3±0,6*
	0,001	*48,3±0,4*	*33,0±2,1*	*–*	*–*	*28,7±3,5*	*63,7±4,3*

ЛИТЕРАТУРА:

1. Физические и химические свойства глицерина / Рахманкулов Д.Л. и др. – М.: Химия, 2003. – 200 с.
2. Глицерин. Методы получения, промышленное производство и области применения / Я.М. Абдрашитов, Ю.К. Дмитриев, Б.Х. Кимсанов и др. – М.: Химия, 2001. – 168 с.

3. Олимов, Р.А. Синтез и изучение новых глицератов кобальта / Р.А. Олимов, А. Гулзод, М.Б. Каримов // Докл. АН РТ. – Душанбе, 2009. Т. 52. – №4. – С. 293-295.
4. Олимов Р.А. Синтез на основе α-моноэфиров глицерина и изучение их физико-химических и биологических свойств: автореф. дисс. к.х.н. – Душанбе, 2010. – 23 с.
5. Рахманкулов Д.Л., Кимсанов Б.Х. и др. Глицерин в синтезе регуляторов роста растений // Башк. хим. ж. – 1999. Т. 6. – № 4. – С. 43-45.
6. Олимов Р.А., Тагаева С.Э., Каримов М.Б. Органический синтез на основе глицерина. – Душанбе, 2021. – 119 с.
7. Олимов Р.А., Асраруддин Гулзад, Обидов Дж.М., Каримов М.Б. Синтез новых производных глицерина на основе пропадиолов-1,2 // Вестник ТНУ, серия естественных наук. – Душанбе, 2019. ISSN: 2413-452X. – №3. – С. 182-187.
8. Олимов Р.А. Синтез на основе α-моноэфиров глицерина и изучение их физико-химических и биологических свойств: дисс. к.х.н. – Душанбе, 2010. – 109 с.
9. Олимов Р.А., Бурибаева З.Б., Саломатшоева З.М., Каримов М.Б. Синтез и исследование производных глицерина содержащих остаток цианэтокси – группы // Вестник ТНУ, серия естественных наук. – Душанбе, 2013. – №1/3 (110). – С. 100-103.
10. Олимов Р.А., и др. Синтез на основе α-моноэфиров глицерина и поиск путей их практического применения. – Душанбе, 2015. – 113 с.
11. Олимов Р.А., Юсупов Т.Ю., и др. Синтез и ростостимулирующая активность комплексных соединений Co (III) с аминокислотами и дипептидами // Науковий журнал МОЗ УКРАЇНИ, 2013. ISSN: 2308-8818. – № 2(3). – С. 172-176.
12. Олимов Р.А., Обидов Дж. М., Хабибулаева О.К., Каримов М.Б. Синтез 1,3-диалкокси-2-ацилоксипропанов // Вестник ТНУ, серия естественных наук. – Душанбе, 2013. – №1/3(110). – С. 94-97.
13. Асрарудин Гулзад, Арипджанова П.И., Каримов М.Б., Хабибуллаева О.К. Синтез и физиологическая активность новых 1,3-диэфиров-2-диметиламинометоксипропанонов // Вестник ТНУ. Секция естественных наук. – 2009. – №1(49). – С. 143-146.

СИНТЕЗ ВА ФАЪОЛИЯТИ РУШДДИҲАНДАИ ПАЙВАСТҲОИ КОМПЛЕКСИИ КОБАЛТ БО ЭФИРҲОИ ГЛИТСЕРИН ВА АМИНОКИСЛОТАҲО

Дар асоси аминокислотаҳо ва эфирҳои глитсерин як қатор пайвастҳои комплексии кобалт синтез нардида, таркиб ва сохти онҳо бо усулҳои физикию кимиёвии муосир муайян карда шуданд.

Пайвастаи координатсионии тавлифшуда, ки бо формулаи умумии $Co(NH_3)_3H_2O{\cdot}LCl_2$ оварда шудааст, дар он ишораи L - серин, аланин, глитсил-валин ва глитсил- кислотаи аспарагинат мебошад. Таҳлили натиҷаҳои талили биологии фаъолнокии пайвастагиҳои синтезшуда нишон медиҳанд, ки таъсири ингибиторӣ дар таркиби комплексҳои мавҷудияти иони кобалт, таъсири ангезанда аз намуди лиганд вобастааст.

КАЛИДВОЖАҲО: синтез, L - серин, аланин, глитсил-валин ва глитсил- кислотаи аспарагинат, фаъолгардонӣ, кобалт.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Олимов Маҳмадраҳим Амоналиевич, ассистенти кафедраи морфологияи факултети тиббии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 907-90-20-51.

Олимов Рахмонали Амоналиевич, номзади илмҳои химия, дотсент, декани факултети муҳандисӣ ва технологияҳои муосири истеҳсолии Донишгоҳи давлатии Данғара. Тел.: (+992) 900-23-15-73; e-mail: olimovr1976@ mail.ru

СИНТЕЗ И РОСТОСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОБАЛЬТА С ЭФИРАМИ ГЛИЦЕРИНА И АМИНОКИСЛОТАМИ

На основе аминокислот и эфиров глицерина синтезирован ряд комплексных соединений кобальта, их состав и строение доказаны современными методами элементного и инструментальногого анализа.

Синтезированы координационные соединения общей формулы $Co(NH_3)_3H_2O{\cdot}LCl_2$, где L – серин, аланин, глицил-валин и глицил-аспарагиновая кислота. Анализ результатов изучения биологической активности синтезированных соединений показывает, что ингибирующее действие обусловлено наличием в составе комплексов иона кобальта, стимулирующее действие зависит от вида лиганда.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: синтез, L – серин, аланин, глицил-валин и глицил-аспарагиновая кислота, эффективность, кобальт.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Олимов Махмадрахим Амоналиевич, ассистент кафедры морфологии медицинского факультета Таджикского национального университета. Тел.: (+992) 907-90-20-51.

Олимов Рахмонали Амоналиевич, кандидат химических наук, доцент, декан факультета инженерии и современных производственных технологий Дангаринского государственного университета. Тел.: (+992) 900-23-15-73; e-mail: olimovr1976@ mail.ru

SYNTHESES AND GROWINGSTIMULATING ACTIVITY OF THE COMPLEXES COMPOUNDS OF COBALT WITH GLYCERINE ESTERS AND AMINO ACIDS

A number of cobalt complex compounds have been synthesized on the basis of amino acids and glycerol esters; their composition and structure have been proven by modern methods of elemental and instrumental analysis

Synthesized Coordinated compounds of the general formula $Co(NH_3)_3H_2O \cdot LCl_2$, where L – serine, alanine, glycyl-valine, glycyl-aspartat. The analysis of the result of the studies of biological activity of the synthesized compounds shows that inhibitory action is conditioned presence in composition complex ion of the cobalt, stimulating action depends on type ligand.

KEY WORDS: synthesis, L – Ser, Ala, Gly-Val and Gly-Aspasid, efficiency and cobalt.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Olimov Mahmadrakhim Amonalievich, assistant of the department of morphology, faculty of medicine of Tajik National University. Phone: (+992) 907-90-20-51.

Olimov Rakhmonali Amonalievich. candidate of chemical sciences, associate professor, dean of the faculty of engineering and modern manufacturing technologies of Dangara State University. Phone: (+992) 900-23-15-73; e-mail: olimovr1976@mail.ru

УДК 669.17:546.86

МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ АНТИМОНИДОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СОСТАВА Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb)

Сайдалиев Б.Д., Абулхаев В.Д.
Институт химии имени В.И. Никитина НАНТ
Назарзода Х.Х.
Институт энергетики Таджикистана

Современный научно-технический прогресс неразрывно связан с разработкой и использованием новых магнитных материалов с принципиально специфическими как электрофизических, магнитных, оптических, коррозионных, упругих и других свойств. Совершенствование применяемых новых магнитных материалов является необходимым условием успешного развития специальных отраслей техники [1].

Достижения последних лет в области разработки новых магнитных материалов, в том числе, на основе антимонидов редкоземельных элементов весьма значительны. Поэтому, перед исследователями многих научно-исследовательских учреждений, в том числе перед сотрудниками Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана выдвигалась задача новых магнитных материалов с повышенными магнитными характеристиками. В связи с этим, в данном научно-исследовательском учреждении синтезированы и исследованы материалы, обладающие уникальными магнитными свойствами. К этим материалам относятся антимониды состава Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb) и твердые растворы $Ln_{4-x}Ln_xSb_3$ (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb. x=0,4-3,6) [1-2].

Целью данной работы является синтез и исследования новых магнитных материалов на основе антимонидов редкоземельных элементов с повышенными магнитными свойствами по сравнению с исходными компонентами.

Синтез антимонидов РЗЭ и твердых растворов проводили на установке ВДТА - 8М3 в вакууме 0,0133 Па. В качестве датчика температуры использовали вольфрам-вольфрам-рениевую термопару (W –W +20% Re). Точность измерения температуры при 1573 К составляла ±10 К. Образцы перед загрузкой в печь, помещали в герметизированные молибденовые тигли. Растворимость молибдена, тантала и вольфрама в жидких РЗЭ весьма незначительна. При выборе тигельного материала руководствовались данными работ [3-4].

Антимониды Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb) получали прямым взаимодействием компонентов РЗЭ-Sb или с применением в качестве сурьмы и РЗЭ содержащих компонентов - моноантимонидов LnSb (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb) в молибденовых тиглях при температуре 1223-1573 К.

Результаты оптимальных условий синтеза моноантимонидов LnSb (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb) и антимонидов состава Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb) приведены в табл. 1.

Таблица1

Оптимальные условия синтеза моноантимонидов LnSb (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb) и антимонидов состава Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb).

Исходные компоненты	*Температура синтеза, ±50 К*	*Время выдержки, час*	*Антимониды и висмутиды РЗЭ*
Ln + Sb (Ln = Pr, Nd, Yb)	*1223*	*2±0,5*	*PrSb, NdSb, YbSb*
Ln + Sb (Ln = Gd, Tb, Dy)	*1373*	*2±0,5*	*GdSb, TbSb, DySb*

Ln+3LnSb (Ln=Pr, Nd, Yb)	*1473*	*2±0,5*	*Pr_4Sb_3, Nd_4Sb_3,Yb_4Sb_3*
Ln +3LnSb(Ln=Gd, Tb, Dy)	*1573*	*2±0,5*	*Gd_4Sb_3, Tb_4Sb_3, Dy_4Sb_3*

Твердые растворы $Gd_{4-x}Ln_xSb_3$ (Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb. x=0,4-3,6) получали посредством предварительно синтезированных антимонидов Ln_4Sb_3 (Ln=Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb) при температурах 1473-1573 К. Для получения твердых растворов порошки Gd_4Sb_3 и одного из антимонидов Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb), взятых в определенных соотношениях (масса навески до 15 г.), перемешивали, спрессовывали и помещали в герметизированный молибденовый тигель. Процессы нагревания и охлаждения тигля с образцом проводили в вакууме (0,0133 Па) со скоростью 80 град/мин [5-10].

Результаты оптимальных условий синтеза твердых растворов систем Gd_4Sb_3-Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb) посредством антимонидов Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Оптимальные условия синтеза твердых растворов систем Gd_4Sb_3-Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb) посредством антимонидов Ln_4Sb_3

Исходные компоненты	*Температура синтеза, ±50 К*	*Время выдержки, ч.*	*Фазовый состав продуктов взаимодействия РЗЭ с сурьмой*
$Gd_{4-x}Sb_{3-y}$ + Ln_xSb_y Ln = Pr, Nd x = 0,4÷3,6; y = 0,3÷2,7	*1473*	*2,5 ±0,5*	*$Gd_{4-x}Ln_xSb_3$ (Ln = Pr, Nd)*
$Gd_{4-x}Sb_{3-y}$ + Ln_xSb_y Ln = Tb, Dy x = 0,4÷3,6; y = 0,3÷2,7	*1573*	*2±0,5*	*$Gd_{4-x}Ln_xSb_3$ (Ln = Tb, Dy)*
$Gd_{4-x}Sb_{3-y}$ + Yb_xSb_y x = 0,4÷3,6; y = 0,3÷2,7	*1543*	*2±0,5*	*$Gd_{4-x}Yb_xSb_3$*

Полученные вышеуказанным способом сплавы и соединения подвергали рентгенофазовому (РФА), дифференциально-термическому (ДТА) и микроструктурному (МСА) анализу.

Диаграммы состояния систем Gd_4Sb_3 – Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb) исследовали методами дифферециально-термического, рентгенофазового и микроструктурного анализов. Кроме этого, для уточнения полученных результатов по диаграммам состояния были изучены концентрационные зависимости некоторых физических свойств, в том числе удельное электросопротивление, термо-э.д.с. и микротвердости твердых растворов, образующихся в указанных системах.

Для примера на рис.1. приведены диаграмма состояния систем Gd_4Sb_3-Dy_4Sb_3 и Gd_4Sb_3-Yb_4Sb_3.

Во всех изученных системах характерно образование непрерывных твердых растворов с общей формулой $Ln_{4-x}Ln_xSb_3$ (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy; x=0,4 – 3,6), плавящихся инконгруентно. В системе Gd_4Sb_3 – Yb_4Sb_3 также образуется ряд непрерывных твердых растворов с формулой $Gd_{4-x}Yb_xSb_3$ (x = 0,4÷3,6) изоструктурных с твердыми растворами систем Gd_4Sb_3 – Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Tb, Dy). Yb_4Sb_3, в отличие от других антимонидов РЗЭ такого же состава, при температуре 1948±20 К плавится конгруэнтно [11-13].

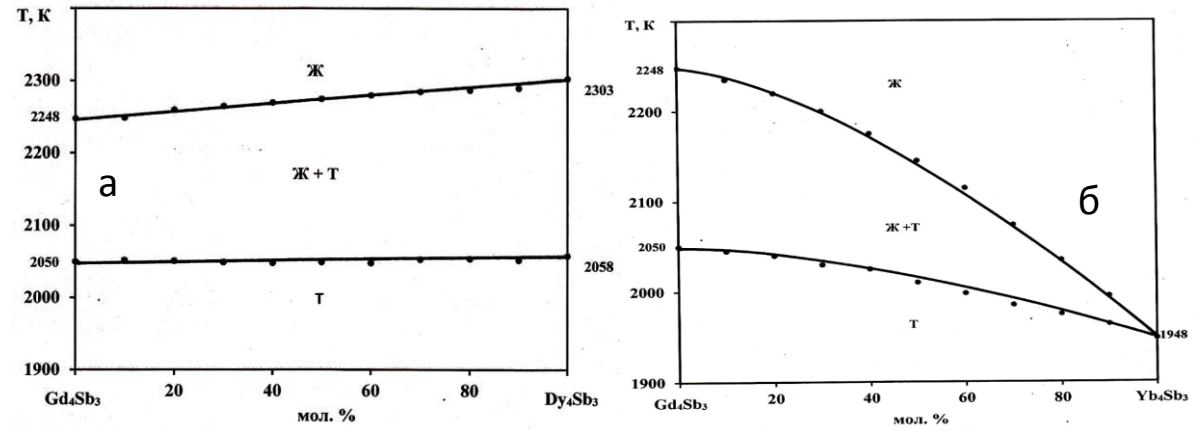


Рис. 1. Диаграмма состояния систем Gd_4Sb_3-Dy_4Sb_3(а) и Gd_4Sb_3-Yb_4Sb_3(б).

По данным рентгенофазового (РФА) и микроструктурного анализов антимониды состава Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb) и твердые растворы $Gd_{4-x}Ln_xSb_3$ (Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb. x=0,4-3,6) изоструктурны и кристаллизуются в кубической сингонии типа anti – Th_3P_4.

Молярную магнитную восприимчивость антимонидов Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb), так твердых растворов систем Gd_4Sb_3-Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb) исследовали в диапазоне температур 298-773 К на установке, работающей по принципу маятниковых весов и по методике, приведенной в [14]. Результаты исследования магнитных свойств показали, что во всем изученном диапазоне температур указанные антимониды и твердые растворы проявляют парамагнитные свойства [15-17]. На рис. 2. и 3а,б. приведены температурные зависимости обратной величины магнитной восприимчивости антимонидов Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb) и некоторых твердых растворов в диапазоне температур 298-773 К. Как видно из рисунков обратная величина молярной магнитной восприимчивости всех антимонидов и твердых растворов во всем диапазоне температур следует закону Кюри-Вейсса.

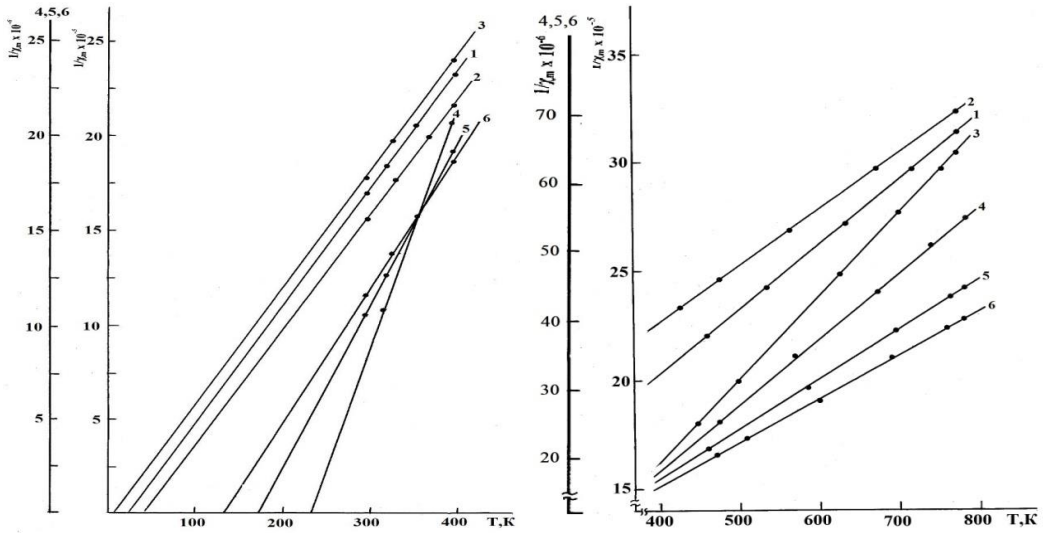


Рис. 2. Температурная зависимость обратной молярной магнитной восприимчивости антимонидов (1-Pr_4Sb_3, 2-Nd_4Sb_3, 3-Yb_4Sb_3, 4-Gd_4Sb_3, 5-Tb_4Sb_3, 6-Dy_4Sb_3) в диапазоне температур 298-400 К (а) и 400-773К (б).

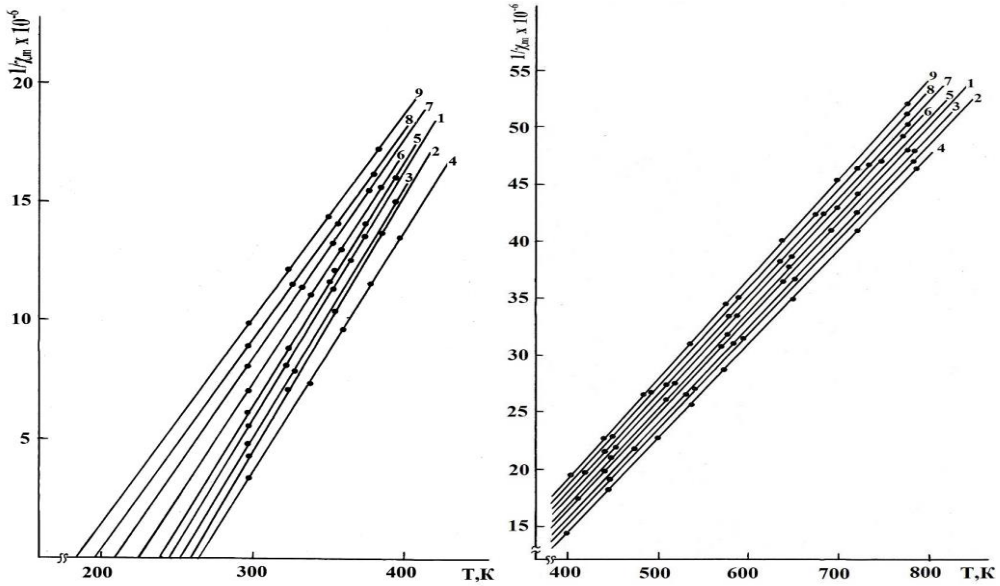


Рис. 3. Температурная зависимость обратной величины молярной магнитной восприимчивости твердых растворов $Gd_{4-x}Tb_xSb_3$, содержащих: 1- 10, 2-20, 3-30, 4-40, 5-50, 6-60, 7-70, 8-80 и 9-90 мол. % Tb_4Sb_3, в диапазоне температур 298 -400 К (а) и 400-773 К (б).

Значения молярной магнитной восприимчивости при комнатной температуре, парамагнитной температуры Кюри и эффективного магнитного момента антимонидов состава Ln_4Sb_3 и твердых растворов систем Gd_4Sb_3 - Ln_4Sb_3 (Ln =Pr, Nd) представлены в табл. 3 и 4.

Таблица 3.

Магнитные свойства антимонидов состава Ln_4Sb_3

Антимониды	$\chi_м$ *x* 10^6 *при 298 К*	θ_p, *К*	$\mu_{эфф.}$ *x* 10^{24}, *А·м*^{2}	$\mu_{эфф.}$ *x* 10^{24}, *А·м*^{2}
Pr_4Sb_3	6037,2	25	33,75	33,2
Nd_4Sb_3	6594,0	38	34,30	33,57
Gd_4Sb_3	122291,5	235	73,0	73,6
Tb_4Sb_3	95087,4	175	90,05	90,14
Dy_4Sb_3	86295,4	138	97,37	98,6
Yb_4Sb_3	5811,6	8	32,44	42,01

Как видно из табл. 3 среди антимонидов наиболее высокая парамагнитная температура Кюри приходит на антимониды Ln_4Sb_3 (Gd, Tb, Dy).

Таблица 4

Магнитные свойства твердых растворов систем Gd_4Sb_3-Ln_4Sb_3 (Ln=Pr, Nd)

Твердые растворы	$\chi_м$ *x* 10^6 *при 298 К*	θ_p, *К*	$\mu_{эфф.}$ *x* 10^{24}, *А·м*^{2}
Твердые растворы системы Gd_4Sb_3 - Pr_4Sb_3			
$Gd_{3.6}Pr_{0.4}Sb_3$	11598,8	222	76,70
$Gd_{3.2}Pr_{0.8}Sb_3$	100327,7	207	79,57
$Gd_{2.8}Pr_{1.2}Sb_3$	84042,0	190	79,29
$Gd_{2.4}Pr_{1.6}Sb_3$	67760,0	173	76,60
$Gd_2\ Pr_2Sb_3$	56494,0	150	76,13
$Gd_{1.6}\ Pr_{2.4}Sb_3$	42966,0	138	69,0
$Gd_{1.2}\ Pr_{2.8}Sb_3$	32008,5	108	64,91
$Gd_{0.8}\ Pr_{3.2}Sb_3$	22127,6	84	57,31
$Gd_{0.4}\ Pr_{3.6}Sb_3$	12274,5	47	46,18
Твердые растворы системы Gd_4Sb_3 - Nd_4Sb_3			
$Gd_{3.6}Nd_{0.4}Sb_3$	114948,0	230	73,63
$Gd_{3.2}Nd_{0.8}Sb_3$	1004507,5	218	76,13
$Gd_{2.8}Nd_{1.2}Sb_3$	95394,0	120	77,53
$Gd_{2.4}Nd_{1.6}Sb_3$	85155,0	195	81,33
$Gd_2Nd_2\ Sb_3$	72615,0	184	75,63
$Gd_{1.6}Nd_{2.4}\ Sb_3$	60175,0	168	73,63
$Gd_{1.2}Nd_{2.8}\ Sb_3$	47880,0	146	71,03
$Gd_{0.8}Nd_{3.2}\ Sb_3$	34524,5	108	67,42
$Gd_{0.4}Nd_{3.6}\ Sb_3$	18944,0	68	54,9

Согласно результатами табл. 3, с повышением концентрации гадолиния в твердых растворах парамагнитная температура Кюри увеличивается, а с повышением концентрации празеодима и неодима парамагнитная температура Кюри твердых растворов уменьшается.

Таким образом, полученные данные по магнитным свойствам антимониды состава Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb) и твердые растворы Gd_4Sb_3-Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb) проявляют близкие магнитные свойства с редкоземельных элементов (высокие значения парамагнитных температур Кюри и магнитных моментов). Это дает возможность предположить об использовании указанных сплавов в тех областях, где уже применяются РЗЭ, в частности, в качестве наконечников для магнитных сверхпроводящих соленоидов, работающих при низких температурах, с целью повышения в них магнитного поля. Кроме того, твердые растворы, имеющие высокие значения парамагнитной температуры Кюри, можно будет использовать в криогенной технике для повышения магнитного потока в устройствах, работающих не только при температурах жидкого азота, но и при гелиевых температурах. Твердые растворы можно использовать и как добавки в магнитные материалы для повышения магнитной индукции [18-19].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Петрова Л.Г., ПотаповМ.А., Чудина О.В. Электротехнические материалы: Учебное пособие. – М.: МАДИ(ГТУ), 2008. – 198 с.
2. Магнитные свойства сплавов системы Gd_4Sb_3-Tb_4Sb_3 / Х.Х. Назаров, В.Д. Абулхаев, Ю.С. Азизов, И.Н. Ганиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2005. Т. XLVIII. – №1. – С. 48-52.
3. Эллиот Р.П. Структуры двойных сплавов. Т. 1. 455 с. Т. 2. – 472 с. – М.: Металлургия, 1970.

4. Кочержинский, Ю.А. Безштанько, В.И. Василенко и др. Высокотемпературный дифференциальный термоанализатор ВДТА. // Изв АН СССР. сер. хим. наук. – 1974. Вып. 4. – №9. – С. 32-35.
5. Диаграмма состояния системы Gd_4Sb_3-Tb_4Sb_3 / Х.Х. Назаров, В.Д. Абулхаев, Ю.С. Азизов, И.Н. Ганиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2004. Т. XLVII. – №1-2. – С. 52-55.
6. Твердые растворы системы Gd_4Sb_3-Tb_4Sb_3 / С.К. Авезов, В.Д. Абулхаев, Х.Х. Назаров, Б.А. Кадыров // Вестник Таджикского государственного педагогического университета им. К. Джураева. – 2004. – С. 30.
7. Твердые растворы на основе антимонидов гадолиния и диспрозия состава 4:3 / Х.Х. Назаров, В.Д. Абулхаев, Ю.С. Азизов, И.Н. Ганиев / Материалы республиканской конференции «Достижения в области химии и химической технологии». – Душанбе, 2002. – С. 40-44.
8. Диаграмма состояния и некоторые физические свойства сплавов системы Gd_4Sb_3-Yb_4Sb_3 / Х.Х. Назаров, В.Д. Абулхаев, Ю.С. Азизов, И.Н. Ганиев // Депонирована в НПИЦентре Республики Таджикистан. – Душанбе, 2005. Вып. 5. – №29(1713). – С. 1-6.
9. Диаграмма состояния и магнитние свойства твердых растворов системы Gd_4Sb_3-Nd_4Sb_3 / Х.Х. Назаров, В.Д. Абулхаев, Ю.С. Азизов, И.Н. Ганиев // Депонирована в НПИЦентре Республики Таджикистан. – Душанбе, 2005. Вып. 5. – №30(1714). – С. 1-5.
10. Диаграмма состояния системы Gd_4Sb_3-Pr_4Sb_3 / Х.Х. Назаров, В.Д. Абулхаев, Ю.С. Азизов, И.Н. Ганиев // Депонирована в НПИЦентре Республики Таджикистан. – Душанбе, 2005. Вып. 5. – №31 (1715). – С. 1-4.
11. Диаграмма состояния системы Pr –Sb / В.Д. Абулхаев, В.К. Бабков, И.Н. Ганиев // Изв. АН Республ. Таджикистан. Отд. физ-мат, хим. и технич. наук. -1995. – №3 (11). – С. 13-17.
12. Диаграмма состояния системы Nd – Sb / В.Д. Абулхаев // Журн. неорган. химии. – 1999. Т. 44. – №2. – С. 308-312.
13. Твердые растворы на основе антимонидов гадолиния и диспрозия состава 4:3 / Х.Х. Назаров, В.Д. Абулхаев, Ю.С. Азизов, И.Н. Ганиев / Материалы республиканской конференции «Достижения в области химии и химической технологии». – Душанбе, 2002. – С. 40-44.
14. Чечерников В.И.Магнитные измерения. – М.: МГУ, 1963. – 92 с.
15. Магнитные свойства сплавов системы Gd_4Sb_3-Tb_4Sb_3 / Х.Х. Назаров, В.Д. Абулхаев, Ю.С. Азизов, И.Н. Ганиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2005. - Т. XLVIII. – № 1. – С. 48-52.
16. Магнитные свойства твердых растворов Gd_{4-x} Dy_xSb_3 (x=0,4 -3,6) / Х.Х. Назаров, В.Д. Абулхаев, Ю.С. Азизов, И.Н. Ганиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2005. – Т. XLVIII. – №1. – С. 70-73.
17. Магнитные свойства некоторых антимонидов РЗЭ системы Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nb, Gd, Tb, Dy, Yb) / Х.Х. Назаров, В.Д. Абулхаев, Ю.С. Азизов, И.Н. Ганиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2005. – Т. XLVIII. – №1. – С. 85-89.
18. Белов К.П. Редкоземельные магнетики и их применение. – М.: Наука, 1980. – 239 с.
19. Назаров Х.Х. Диссертация на соискание кандидата технических наук. – Душанбе, 2006. – 120 с.

МАВОДИ МАГНИТИИ ДАР АСОСИ АНТИМОНИДҲОИ ЭЛЕМЕНТҲОИ НОДИР ҲОСИЛШУДАИ ТАРКИБАШ Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb)

Хӯлаҳо ва пайвастҳои дар асоси элементҳои нодир ҳосилшуда дар соҳаҳои гуногуни саноат, аз ҷумла электроника, мошинсозӣ, атомӣ, авиатсионӣ, металлургӣ ва элетровакуумӣ васеъ истифода бурда мешаванд.

Истифодаи чунин хӯлаҳо ва пайвастҳо дар соҳаҳои номбаршуда ба хосияти хоси онҳо, чунончи хосиятҳои электрофизикӣ, химиявӣ, механикӣ, бакоррозиятобоварӣ, магнитӣ ва оптикӣ вобаста аст. Масалан, ортоферритҳои элементҳои нодир ва феррит-гранатаҳо барои сохтани магнитҳои доимӣ, дастгоҳҳои бахотиргирӣ ва мантиқӣ истифода бурда мешаванд. Гадолиний ва пайвастҳои он бо оҳан, германий ва силтсий, ки ҳарорати баланди ҳарорати Кюрӣ ва самараи магнетокалории баланд зоҳир менамоянд, ба сифати қисмати корӣ дар яхдонҳои магнитӣ ба кор бурда мешаванд.

Солҳои охир оид ба сохтани маводи нави магнитӣ, ки нисбат ба маводи ибтидоии дар асоси элементҳои нодир сохташуда, хосиятҳои баланди магнитӣ зоҳир меунанд, таҳқиқоти зиёде бурда мешавад. Мақсади асосӣ аз таҳқиқоти дар мақола инъикосёфта ҳосил кардан ва омӯзиши маводи нави магнитӣ мебошад.

Бо усулҳои таҳлили дифференсиалию термикӣ (ТДТ), рентгенофазӣ (ТРФ) ва микросохторӣ (ТМС) ҳарорати ибтидоии таъсири мутақобилаи элементҳои нодир бо сурма, ҳарорати оптималии синтези маҳсули ҳосилшуда, навъи панҷараи кристаллӣ муайян карда, диаграммаи ҳолати системаҳои таҳқиқгардида сохта шуд. Бо усулҳои электрофизикии таҳлил коррелятсияи консентратсияи вобастагии хосиятҳои электрофизикӣ (муқовимати хос ва термо-қ.э.ҳ.)-и маҳлулҳои сахт бо диаграммаҳои ҳолатҳои таҳқиқшуда муқаррар карда шуданд.

Ҳасосияти магнитии молярии антимонитҳои таркибашон Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb) ва маҳлулҳои сахти системаи Gd_4Sb_3-Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb) бо ёрии тарозуҳои раққосакдор дар фосилаи ҳарорати 298 -773 K таҳқиқ гардид. Бо усули ченкунии магнитӣ навъи тартиби магнитӣ ва ҳарорати парамагнитии Кюрӣ муайян карда шуд.

КАЛИДВОЖАҲО: синтез, таҳлили термикӣ, таҳлили рентгенофазавӣ, таҳлили микросохторӣ, муқовимати хос, термо-қ.э.ҳ., ҳасосияти магнитӣ, элементҳои нодир, сурма, антимонидҳо, маҳлулҳои сахт, зичии пикнометрӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Назарзода Хайрулло Холназар, доктори илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи сохтмони гидротехникӣ ва фанҳои умумитехникии Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 918-74-85-22; e-mail: nazarov-h2013@mail.ru

Абулҳаев Владимир Джалолович, доктори илмҳои химия, профессор, ҷонишини директор оид ба илм ва маорифи Пажӯҳишгоҳи химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ. Тел.: (+992) 918-85-51-48; e-mail: abulkhaev-48@mail.ru

Сайдалиев Баҳром Ҷӯраевич, унвонҷӯи Пажӯҳишгоҳи химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ. Тел.: (+992) 909-13-83-48; e-mail: saidalyev77@bk.ru

МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ АНТИМОНИДОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СОСТАВА Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb)

Сплавы и соединения на основе редкоземельных элементов широко применяются в различных областях промышленности, в частности в электронной, машиностроительной, атомной, авиационной, металлургической и электровакуумной промышленности.

Применение сплавов и соединений в указанных областях основано на их особых свойствах как электрофизических, химических, механических, коррозионностойких, магнитных, оптических свойствах. Например, ортоферриты РЗЭ и ферриты-гранаты, применяются для создания постоянных магнитов, запоминающих и логических устройств. Гадолиний и его соединения с железом, германием и силицием, проявляющие высокую температуру Кюри и значительный магнетокалорический эффект, используются в качестве рабочего тела в магнитных холодильниках.

В последнее время проводится много работы по созданию новых магнитных материалов с повышенными магнитными свойствами по сравнению с исходными компонентами на основе РЗЭ. Цель данной работы: получение и изучение новых магнитных материалов.

Методами дифференциально-термического (ДТА), рентгенофазового (РФА) и микроструктурного анализов (МСА) была определена температура начала взаимодействия РЗЭ с сурьмой, оптимальная температура синтеза продуктов взаимодействия, тип кристаллических решеток и построены диаграммы состояния исследованных систем. Электрофизическими методами анализов установлена корреляция концентрационных зависимостей электрофизических свойств (удельного электросопротивления и термо-э.д.с.) твердых растворов с исследованными диаграммами состояния.

Молярную магнитную восприимчивость антимонидов состава Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb) и твердых растворов систем Gd_4Sb_3-Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb) исследовали по принципу маятниковых весов в диапазоне температур 298-773 К. Магнитными измерениями определено тип магнитного упорядочения и парамагнитная температура Кюри.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: синтез, термический, рентгенофазовый, микроструктурный анализ, удельное электросопротивление, термо-э.д.с., магнитная восприимчивость, редкоземельные элементы, сурьма, антимониды, твердые растворы, пикнометрическая плотность.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Назарзода Хайрулло Холназар, доктор технических наук, доцент кафедры гидротехнического строительства и общетехнических дисциплин Института энергетики Таджикистана. Тел.: (+992) 918-74-85-22; e-mail: nazarov-h2013@mail.ru

Абулхаев Владимир Джалолович, доктор химических наук., профессор, заместитель директора по науке и образованию Института химии имени В.И. Никитина НАНТ. Тел.: (+992) 918-85-51-48; e-mail: abulkhaev-48@mail.ru

Сайдалиев Бахром Джураевич, соискатель Института химии им. В.И. Никитина НАНТ. Тел.: (+992) 909-13-83-48; e-mail: saidalyev77@bk.ru

MAGNETIC MATERIALS BASED ON RARE-EARTH ELEMENT ANTIMONIDES Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb)

Alloys and compounds based on rare earth elements are widely used in various fields of industry, in particular in the electronic, engineering, nuclear, aviation, metallurgical and vacuum industries.

The use of alloys and compounds in these areas is based on their special properties such as electrophysical, chemical, mechanical, corrosion-resistant, magnetic, optical properties. For example, REE orthoferrites and garnet ferrites are used to create permanent magnets, memory and logic devices. Gadolinium and its compounds with iron, germanium and silicon, exhibiting a high Curie temperature and a significant magnetocaloric effect, are used as a working fluid in magnetic refrigerators.

Recently, a lot of work has been done to create new magnetic materials with enhanced magnetic properties compared to the original components based on REE. The purpose of this work is to obtain and study new magnetic materials.

Differential thermal analysis (DTA), X-ray diffraction analysis (XRD), and microstructural analysis (MSA) were used to determine the temperature at which REEs interact with antimony, the optimal temperature for the synthesis of interaction products, and the type of crystal lattices, and state diagrams of the studied systems were

plotted. Electrophysical methods of analysis established the correlation of the concentration dependences of the electrophysical properties (electrical resistivity and thermal emf) of solid solutions with the studied state diagrams.

The molar magnetic susceptibility of Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb) antimonides and solid solutions of the Gd_4Sb_3-Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb) systems was studied using the pendulum balance principle in the temperature range 298 -773 K. Magnetic measurements determined the type of magnetic ordering and the paramagnetic Curie temperature.

KEY WORDS: synthesis, thermal, X-ray phase, microstructural analysis, electrical resistivity, thermal emf, magnetic susceptibility, rare earth elements, antimony, antimonides, solid solutions, pycnometric density.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Saidaliev Bahrom Juraevich, competitor of the Institute of Chemistry of Chemistry named after V.I. Nikitin of NAST. Phone: (+992) 909-13-83-48; e-mail: saidalyev77@bk.ru

Abulhaev Vladimir Dzhalolovich, doctor of chemical sciences, professor, deputy director for science and education of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of NAST. Phone: (+992) 918-85-51-48; e-mail: abulkhaev-48@mail.ru

Nazarzoda Khairullo Kholnazar, doctor of technical sciences, associate professor of the department of hydraulic engineering and general technical disciplines of the Institute of Energy of Tajikistan. Phone: (+992) 918-74-85-22; e-mail: nazarov-h2013@mail.ru

УДК 628.16

КИНЕТИКА СОРБЦИОННОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ УРАНСОДЕРЖАЩИХ ДРЕНАЖНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АУ^{400}

Бободжонова З.Х.
Худжандский государственный университет имени академика Б. Гафурова

Вода как один из основных и наиболее динамичных компонентов окружающей среды, уязвима к факторам воздействия антропогенного характера. Проблема анализа состава и свойств сточных промышленных вод и их очистка от тяжелых металлов (ТМ) является одной из важных экологических задач. Для решения этой задачи необходимо изучить сорбционное свойство металлов в зависимости от времени, pH, концентрации изучаемых катионов на различных сорбентах [1-4].

Цель данной статьи заключается в изучении кинетики сорбционного процесса очистки ураносодержащих дренажных вод от ионов ТМ с применением активированного уголя (АУ^{400}).

В качестве объектов исследования были выбраны урансодержащие дренажные воды вытекающих из-под хвостохранилища I-II очереди г. Истиклола.

Предмет исследования: определение степени очистки и процента сорбции, а также кинетические и энергетические показатели процесса сорбционной очистки ураносодержащих вод.

Методы исследования. Отбор проб, пробоподготовка осуществлялись по стандартизованным методикам. В ходе экспериментов применялись атомно-абсорбционный анализ, для определения наличия ТМ в исследуемых растворах с использованием спектрометра AAnalyst 800 (PerkinElmer, США) и вольтамперметрический метод с использованием прибора марки АВС-1.1. В ходе исследования для определения наличия микроэлементов, также использован спектральный атомно-эмиссионный метод [2].

Результаты и обсуждение

Установлено, что с увеличением времени и температуры остаточные концентрации ТМ (Pb, Zn, Cu) в дренажных и шахтных ураносодержащих водах уменьшается. Это свидетельствует о протекании оптимального сорбционного процесса. Особенно в течение первого часа быстрым темпом вода очищается от ионов ТМ (Pb, Zn, Cu). Также при высоких температурах процесс сорбции протекает более интенсивно, чем при низких (табл. 1).

Таблица 1

Остаточные концентрации ТМ (мг/л) в дренажных водах, вытекающих из-под хвостохранилища I-II очереди г. Истиклола после сорбционной очистки с применением АУ^{400}

Наименование ТМ	*Температура воды при сорбции, °С*	*Время сорбции, час*			
		0	*1*	*2*	*3*
Свинец	*20*	*0,05*	*0,0043*	*0,0002*	*0,0001*
	40		*0,0011*	*0,0001*	*0,0001*
	60		*0,0002*	*0,00006*	*0,00002*
	80		*0,0001*	*0,00002*	*0,00001*

Цинк	*20*	*0,006*	*0,0056*	*0,0052*	*0,0048*
	40		*0,0050*	*0,0048*	*0,0030*
	60		*0,0036*	*0,0030*	*0,0019*
	80		*0,0030*	*0,0021*	*0,0016*
Медь	*20*	*0,14*	*0,037*	*0,0024*	*0,0012*
	40		*0,0071*	*0,0003*	*0,0001*
	60		*0,0005*	*0,00008*	*0,00005*
	80		*0,0001*	*0,00005*	*0,00004*

Кинетические кривые процесса сорбции имеют параболический характер. Истинная скорость сорбции ТМ (Pb, Zn, Cu) дренажных вод, которые вытекают из-под хвостохранилища I-II очереди г.Истиклол находятся в пределах:

- для свинца – от 1,96 до 2,48 моль/л·мин;
- для цинка – от 0,12 до 1,60 моль/л·мин;
- для меди – от 1,54 до 2,36 моль/л·мин.

Таблица 2

Степень сорбции тяжелых металлов (мг/кг) с АУ^{400} из дренажных вод, вытекающих из-под хвостохранилища I-II очереди г. Истиклола

Наименование ТМ	*Температура воды при сорбции, °С*	*Время сорбции, час*		
		1	*2*	*3*
Свинец	*20*	*4,57*	*4,98*	*4,989*
	40	*4,89*	*4,99*	*4,99*
	60	*4,98*	*4,994*	*4,998*
	80	*4,99*	*4,998*	*4,999*
Цинк	*20*	*0,04*	*0,08*	*0,12*
	40	*0,1*	*0,12*	*0,30*
	60	*0,24*	*0,30*	*0,41*
	80	*0,30*	*0,39*	*0,44*
Медь	*20*	*10,30*	*13,76*	*13,88*
	40	*13,29*	*13,97*	*13,99*
	60	*13,95*	*13,992*	*13,995*
	80	*13,99*	*13,995*	*13,996*

Сорбционная очистка ТМ (Pb, Zn, Cu) с использованием АУ^{400} из дренажных вод, вытекающих их-под хвостохранилища I-II очереди г. Истиклол протекает по-разному [3]. Свинец и медь очищаются очень хорошо. Степень сорбции свинца и меди в течение одного часа уже составляет более 90% (рис. 1). При этом ионы цинка сорбируются медленно, но сорбируются в течении определенного времени.

Таблица 3

Процент сорбции тяжелых металлов с АУ^{400} дренажных вод, вытекающих из-под хвостохранилища I-II очереди г. Истиклола

Наименование ТМ	*Температура воды при сорбции, °С*	*Время сорбции, час*		
		1	*2*	*3*
Свинец	*20*	*91,4*	*99,6*	*99,78*
	40	*97,8*	*99,8*	*99,8*
	60	*99,6*	*99,88*	*99,96*
	80	*99,8*	*99,96*	*99,98*
Цинк	*20*	*6,67*	*13,33*	*20*
	40	*16,67*	*20*	*50*
	60	*40*	*50*	*68,33*
	80	*50*	*65*	*73,33*
Медь	*20*	*74*	*98*	*99*
	40	*95*	*99,8*	*99,9*
	60	*99,6*	*99,9*	*99,96*
	80	*99,9*	*99,96*	*99,97*

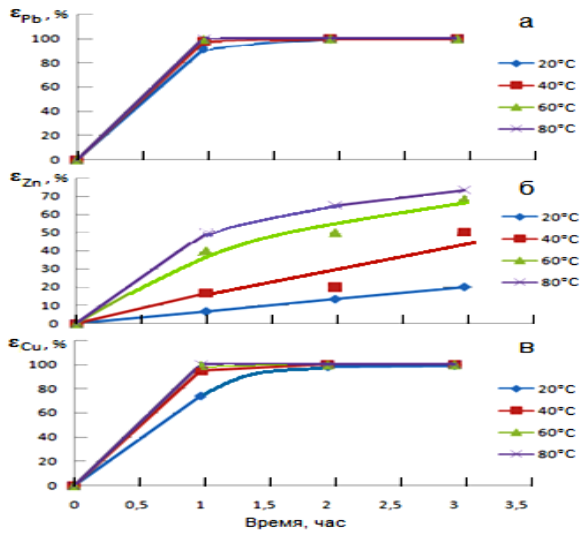


Рисунок 1. Зависимость процента сорбции ТМ с применением АУ^{400} из дренажных вод от времени и при различных температурах: а) свинец; б) цинк; в) медь

Построенный график зависимости lg(1/(1-α)) от времени (рис. 2) представляет собой прямые линии, имеющие наклон, равный:

- для свинца – 30-40°;
- для цинка – 7-37°;
- для меди – 18-33°.

Константы скорости сорбции ТМ рассчитывали по кинетическому уравнению первого порядка.

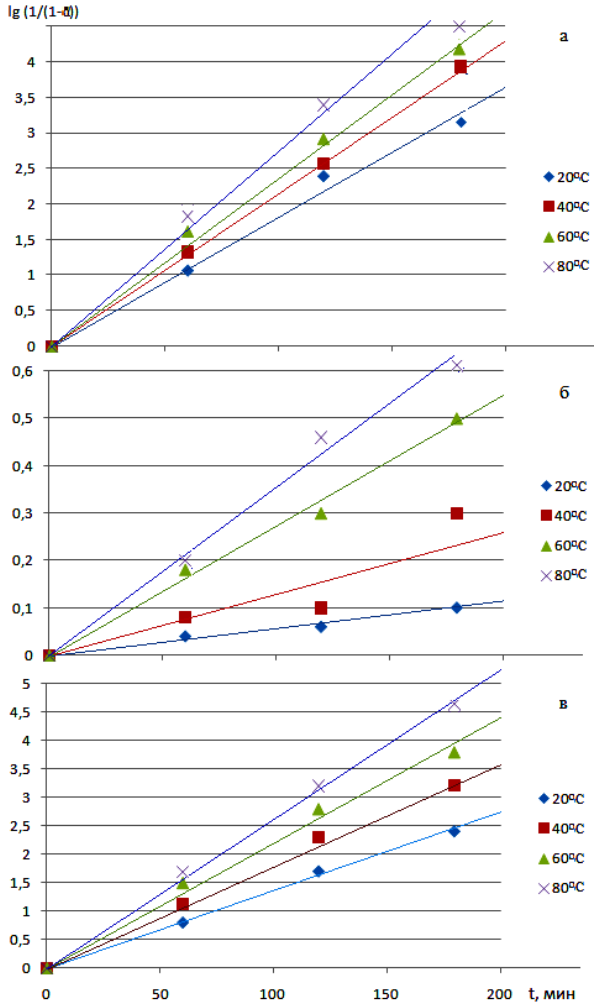


Рисунок 2. Зависимость lg(1/(1-α)) от времени: а) для свинца; б) для цинка; в) для меди.

Изменение константы скорости сорбции ТМ из дренажных ураносодержаших вод от температуры процесса подчиняется закону Аррениуса, что подтверждается этими линиями при зависимости lgk от обратной и абсолютной температуры (рис. 3).

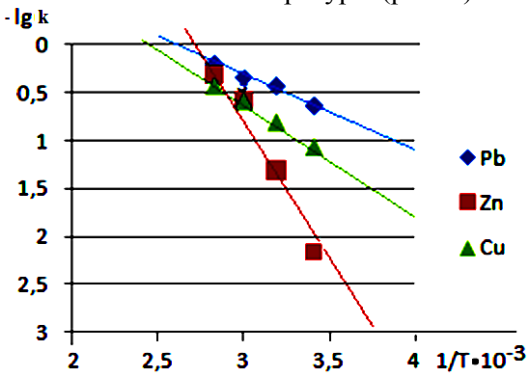


Рисунок 3. Зависимость lgk от обратной абсолютной температуры.

Эффективная энергия активации процесса сорбции ТМ (Pb, Zn, Cu) рассчитывались по уравнению: E = - R tg α, которая составила:

- для свинца – 3,53 кДж/моль;
- для цинка – 13,31 кДж/моль;
- для меди – 5,61 кДж/моль (табл.4).

Таблица 4

Кинетические и энергетические параметры процесса сорбции ТМ с использованием АУ^{400}

Наименование ТМ	*Температура воды при сорбции, К*	*Истинная скорость сорбции ТМ, моль/л·мин*	*Эффективная энергия активации и сорбции ТМ, кДж/моль*
Свинец	*293*	*1,96*	*3,53*
	313	*2,05*	
	333	*2,25*	
	353	*2,48*	
Цинк	*293*	*0,12*	*13,31*
	313	*0,34*	
	333	*0,93*	
	353	*1,60*	
Медь	*293*	*1,54*	*5,61*
	313	*2,05*	
	333	*2,36*	
	353	*2,61*	

Численное значение эффективной энергии активации свидетельствует о протекании сорбционного процесса в диффузионной области.

Таким образом, кинетические процессы протекания сорбции ТМ (Pb, Zn, Cu). Истинная скорость сорбции ТМ (Pb, Zn, Cu) из дренажных вод, вытекающих из-под хвостохранилища I-II очереди г. Истиклол, находятся в интервале 0,12-2,48 моль/л·мин. Определены энергии активации процесса сорбции, величина для свинца равна 3,53 кДж/моль, для цинка – 13,31 кДж/моль и для меди – 5,61 кДж/моль. Энергии активации процесса сорбции ТМ (Pb, Zn, Cu) из шахтных урансодержаших вод при первичной сорбции: для свинца равна 5,61 кДж/моль, для цинка – 8,31 кДж/моль и для меди – 10,64 кДж/моль, а при вторичной сорбции эти величины находятся в интервале от 4,80 – до 22,84 кДж/моль. Численное значение эффективной энергии активации свидетельствует о протекании сорбционного процесса в диффузионной области. Установлены технологические параметры сорбционного процесса ТМ (Pb, Zn, Cu) и урана из шахтных и дренажных урансодержащих вод.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хомидов, Б.О. Разработка сорбционного варианта очистки промышленных стоков от канцерогенных металлов / Б.О. Хомидов, М.Н. Раджабова, Г. Султонбеков, Б. Мирзоев / Сборник тезисов докладов семинара «Современное состояние водных ресурсов Таджикистана – проблемы и перспективы рационального использования. – Душанбе: АН РТ, 2003. – С. 117-118.
2. Елизарьева, Е.Н. Сорбенты для удаления тяжелых металлов из сточных вод / Е.Н. Елизарьева // Доклады Башкирского университета. – 2016. Т. 1. – №4. – С. 716-719.

3. Урановые месторождения Таджикистана / З.А. Разыков, Э.Г. Гусаков, А.А. Марущенко и [др.]. – Худжанд: ООО «Хуросон», 2001. – 212 с.
4. Хакимов Н. Физико-химические и технологические основы получения урановых концентратов из отходов гидрометаллургических заводов и технических вод / второе издание, переработанное / Под ред. У. Мирсаидова. – Душанбе: Мавлави, 2012. – 120 с.

КИНЕТИКАИ РАВАНДИ СОРБСИОНИИ ТОЗАКУНИИ ОБҲОИ УРАНДОРИ ЗАҲБУРҲО АЗ ИОНҲОИ МЕТАЛЛҲОИ ВАЗНИН БО ИСТИФОДАИ АФ[400]

Дар мақола натичаҳои омӯзиши кинетикаи раванди сорбсионии тозакунӣ аз баъзе металлҳои вазнин обҳои урандори заҳбурие, ки аз зери партовгоҳҳои радиоактивии марҳалаҳои I-II Истиқлол ҷоришаванда, оварда шудааст. Аз рӯи арзиши энергияи фаъол, самаранокии раванди сорбсионӣ аз 20 кҶ/мол кам мебошад, сорбсия дар минтақаи диффузионӣ ва реаксияи байни ионҳо бо сорбент ба амал меояд

КАЛИДВОЖАҲО: конҳо, обҳои урандори заҳбурӣ, металлҳои вазнин, тозакунӣ, сорбсия, карбони фаъол.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Бобочонова Зиннатҷон Ҳакимҷоновна, докторант PhD- Донишгоҳи Давлатии Хуҷанд ба номи академик Бобоҷон Ғафуров.

Тиллобоев Ҳакимҷон Иброҳимович, омӯзгори кафедраи химияи органикӣ ва амалии Донишгоҳи давлатии Хуҷанд ба номи академик Бобоҷона Ғафуров. Тел.: (+992) 92-618-70-69; e-mail: tilloboev-2006@mail.ru

КИНЕТИКА СОРБЦИОННОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ УРАНСОДЕРЖАЩИХ ДРЕНАЖНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АУ[400]

В данной статье приводятся результаты исследования кинетики сорбционного процесса очистки урансодержащих дренажных вод, вытекающих из-под хвостохранилища I-II очереди г.Истиклола (Таджикистан) от некоторых тяжелых металлов. Судя по значению эффективная энергия активации сорбционного процесса ниже 20 кДж/моль, сорбция протекает в диффузионной области, и реакция проходит между ионами с сорбентом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: месторождения, дренажные воды, тяжелые металлы, очистка, сорбция, активированный уголь.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Бободжонова Зиннатджон Хакимджоновна, докторант PhD Худжандского государственного университета имени академика Бободжона Ғафурова.

Тиллобоев Хакимджон Ибрагимович, преподаватель кафедры органической и прикладной химии Худжандского государственного университета имени академика Бободжона Ғафурова. Тел.: (+992) 92-618-70-69; e-mail: tilloboev-2006@mail.ru

KINETICS OF THE SORPTION PROCESS OF PURIFICATION OF URANOSE-CONTAINING DRAINAGE WATER FROM HEAVY METAL IONS WITH THE APPLICATION OF AC[400]

This article presents the results of a study of the kinetics of the sorption process of purification of uranium-containing drainage water flowing out from under the tailing dumps of the I-II stages of Istiklol (Tajikistan) from some heavy metals. Judging by the value of the effective activation energy of the process below 20 kJ/mol, sorption occurs in the diffusion region and the reaction between ions with the sorbent.

KEY WORDS: deposits, drainage water, heavy metals, purification, sorption, activated carbon.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Bobodzhonova Zinnatjon Hakimdzhonovna, PhD student of Khujand State University named after academician Bobojon Gafurov.

Tilloboev Hakimjon Ibragimovich, lecturer of the department of organic and applied chemistry of Khujand State University named after academician Bobojon Gafurov. Phone: (+992) 92-618-70-69; e-mail: tilloboev-2006@mail.ru

УДК: 547.426.251+547.426.21

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ПРАЗЕОДИМА НА АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЦИНКОВОГО СПЛАВА Zn0,5Al

Фирузи Хамрокул
Институт химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана

Основой разработки новых сплавов на основе цинка и алюминия, совершенствования технологии производства и улучшения их свойств является развитие фундаментальных научных металловедческих исследований наряду с решением технологических задач. Важный интерес к легированным сплавам, прежде всего, обусловлен возможностью значительного улучшения, а иногда принципиального изменения физико-химических свойств известных материалов. Поэтому экспериментальное исследование физико-химических свойств Zn-Al сплавов, несомненно, представляет как научный, так и практический интерес, особенно в свете широкого использования его в качестве защитных покрытий [1-3].

Цинк наиболее часто используется в электрохимических производствах металлопокрытий. До 40% от мировых запасов цинка расходуется для защиты металлоконструкций от коррозии. Цинковые покрытия относятся к анодным и защищают стальные поверхности электрохимически. В атмосферных условиях поверхность цинка тускнеет вследствии образования тонкого слоя оксида, защищающего металл от дальнейшего окисления [1-3].

В настоящее время для защиты от коррозии изделий из стали и чугуна применяются металлические покрытия на основе цинковых и алюминиевых сплавов, наносимые на поверхность изделий различными методами [4-7].

Наиболее универсальными и распространенными являются цинк-алюминиевые покрытия типа «Гальфан-1» и «Гальфан-2» (сплавы цинка с 5 и 55 мас.% алюминия) с высокими защитными свойствами, которые можно наносить горячим методом путем погружения стальных конструкций в расплав покрывающего изделия [8-10]. С целью повышения коррозионной стойкости гальфановых покрытий авторами [11-13] разработаны новые защитные цинк-алюминиевые покрытия с указанными элементами периодической таблицы. Имеются сведения об анодном поведении данных сплавов в кислых, нейтральных и щелочных средах [14-16]. Установлена эффективность их легирования третьими компонентами [17-20].

В работе [21] сообщается об особенностях получения и преимуществах использования электрохимических покрытий из сплавов цинка с молибденом и оловом. Исследованы особенности нанесения покрытий Zn-Mo и Zn-Sn и сплавов на основе каждого из этих металлов. Выявлено, что такие покрытия обладают преимуществами по сравнению с покрытиями, образованными только одним из металлов. Введение небольшого количества молибдена в состав цинкового покрытия в процессе электролиза даёт возможность получать покрытия Zn-Mo сплавов, которые отличаются более высокой защитной способностью, чем цинковые покрытия [22]. Показана эффективность их использования в атмосферных условиях повышенной жесткости (морские среды, приморские зоны, тропики и другие факторы внешней среды) [21].

В научной литературе и в сети интернета нами не обнаружены сведения, относящиеся к влиянию празеодима на анодное поведение эвтектоидного сплава Zn0,5Al. Известно, что существующая система разработки анодных сплавов методом проб и ошибок не удовлетворяет и вызывает необходимость систематизации принципов синтеза сплавов и обоснования выбора легирующих элементов и их комплексов. Так, при оценке влияния легирующих элементов на свойства сплавов, основной характеристикой являются предел растворимости легирующего элемента в алюминии и цинка при температуре эвтектики или перитектики и коэффициент распределения, выражаемый отношением растворимости легирующего элемента в жидкой и твёрдой фазах основы сплава, которая характеризует степень неоднородности и распределения легирующего элемента в структуре сплава, его концентрацию по границам зёрен. Легирующий элемент сплава может выступить либо в роли модификатора, либо структурообразователя. Исходя из этого, в качестве легирующего компонента цинкового сплава Zn0,5Al был выбран празеодим.

Цель работы заключается в изучении влияния добавок празеодима на анодное поведение цинкового сплава Zn,5Al, предназначенного для нанесения защитного покрытия на сталь горячим методом.

В качестве исходных материалов использовали цинк квалификации ЧДА (гранулированный), алюминий марки А7 и его лигатуру с празеодимом (10 мас.% Pr), которая синтезировалась в шахтной печи электрического сопротивления типа СШОЛ в интервале температур 700÷850°С. Химический состав сплавов оценивали методом микрорентгеноспектрального анализа на приборе SEM (Южная Корея). Точность определения содержания празеодима составляла $\pm 10^{-3}$ % от измеренной величины. Из каждой плавки отливали в графитовую изложницу стержни диаметром 8 мм и длиной 140 мм. Электродом сравнения служил хлоридсеребряный, вспомогательным – платиновый.

В последние годы с применением потенциодинамических методов стало возможным оценить роль электродного потенциала в поведении сплава при пассивации и в пассивном состоянии. Оказалось, что зависимость скорости растворения от потенциала является важнейшей коррозионной характеристикой сплава, которая может быть использована как для предсказания его коррозионной стойкости, так и для выбора способа защиты в заданных условиях [23-25].

Потенциостатическое исследование влияния добавок празеодима на анодное поведение цинкового сплава Zn0,5Al проводилось в кислых средах 0,001н. (pH=3), 0,01н. (pH=2) и 0,1н. (pH=1) электролита HCl со скоростью развёртки потенциала 2 $мВ \cdot с^{-1}$ на потенциостате ПИ-50.1.1 по методике, описанной в работах [25-28].

Исследование изменения потенциала свободной коррозии (-$E_{св.кор.}$, В) цинкового сплава Zn0,5Al, легированного празеодимом, во времени, в кислой среде проводили в течение 1 часа. Для всех исследованных групп сплавов отмечено незначительное смещение потенциала в положительную область, что объясняет динамику формирования защитной оксидной плёнки, которая завершается к 35 мин от начала процесса. По мере увеличения концентрации хлорид-иона в электролите HCl величина $E_{св.кор.}$ смещается в отрицательную область значений, что косвенно свидетельствует о снижении коррозионной стойкости сплавов в кислой среде (таблица 1).

Таблица 1

Изменения потенциала свободной коррозии (-$E_{св.кор.}$, В) цинкового сплава Zn0,5Al, легированного празеодимом, во времени, в кислой среде

Среда HCl	*Добавки Pr в сплаве, мас.%*	*Время выдержки сплава, минут*							
		1/3	*2/3*	*1*	*5*	*15*	*35*	*50*	*60*
0.001н	-	*1,032*	*1,032*	*1,031*	*1,029*	*1,025*	*1,025*	*1,025*	*1,025*
	0,01	*0,917*	*0,916*	*0,915*	*0,913*	*0,910*	*0,897*	*0,897*	*0,897*
	0,05	*0,913*	*0,910*	*0,908*	*0,904*	*0,901*	*0,883*	*0,883*	*0,883*
	0,1	*0,876*	*0,874*	*0,874*	*0,868*	*0,864*	*0,852*	*0,852*	*0,852*
	0,5	*0,950*	*0,950*	*0,945*	*0,942*	*0,940*	*0,929*	*0,929*	*0,929*
	1,0	*0,964*	*0,963*	*0,961*	*0,958*	*0,953*	*0,945*	*0,945*	*0,945*
0.01н	-	*1,056*	*1,055*	*1,050*	*1,050*	*1,048*	*1,048*	*1,048*	*1,048*
	0,01	*0,974*	*0,974*	*0,972*	*0,963*	*0,958*	*0,949*	*0,949*	*0,949*
	0,05	*0,956*	*0,955*	*0,954*	*0,942*	*0,939*	*0,927*	*0,927*	*0,927*
	0,1	*0,922*	*0,920*	*0,919*	*0,913*	*0,907*	*0,905*	*0,905*	*0,905*
	0,5	*0,976*	*0,973*	*0,972*	*0,970*	*0,966*	*0,957*	*0,957*	*0,957*
	1,0	*1,001*	*0,999*	*0,998*	*0,994*	*0,985*	*0,974*	*0,974*	*0,974*
0.1н	-	*1,216*	*1,215*	*1,213*	*1,213*	*1,210*	*1,210*	*1,210*	*1,210*
	0,01	*1,001*	*1,000*	*0,992*	*0,991*	*0,987*	*0,975*	*0,975*	*0,975*
	0,05	*0,992*	*0,991*	*0,988*	*0,983*	*0,976*	*0,967*	*0,967*	*0,967*
	0,1	*0,986*	*0,986*	*0,984*	*0,971*	*0,962*	*0,953*	*0,953*	*0,953*
	0,5	*1,025*	*1,024*	*1,013*	*1,007*	*1,000*	*0,990*	*0,990*	*0,990*
	1,0	*1,027*	*1,025*	*1,023*	*1,018*	*1,010*	*1,008*	*1,008*	*1,008*

В результате коррозионного процесса на поверхности цинковых сплавов мгновенно образуются защитные покрывные пленки. Благоприятное действие легирующей добавки празеодима на анодное поведение эвтектоидного сплава Zn0.5Al не только обусловливается улучшением истинной поверхности сплава-покрытия либо уплотнением защитного покровного слоя продуктами коррозии.

Добавки празеодима в диапазоне изученной концентрации сдвигают коррозионно-электрохимические потенциалы цинкового сплава Zn0.5Al в положительную сторону во всех исследуемых кислых средах при различной концентрации электролита HCl. Особенно, наиболее заметен рост потенциалов коррозии, питтингообразования и репассивации цинкового сплава Zn0.5Al при введении в его состав празеодимом в положительном направлении, в кислой среде 0.001н электролита HCl (таблица 2).

Таблица 2

Коррозионно-электрохимические характеристики цинкового сплава Zn0.5Al, легированного празеодимом, в кислой среде

Среда HCl	*Добавки празеодима в сплаве, мас.%*	*Электрохимические потенциалы, В (х.с.э.)*				*Скорость коррозии*	
		-$E_{св.кор.}$	-$E_{кор.}$	-$E_{п.о.}$	-$E_{реп.}$	$i_{кор.}\cdot 10^2$ *А/м²*	$K\cdot 10^3$ *г/м² · ч*
0,001н	-	*1,025*	*1,033*	*0,845*	*0,853*	*0,116*	*1,41*
	0,01	*0,897*	*0,915*	*0,802*	*0,813*	*0,090*	*1,10*
	0,05	*0,883*	*0,901*	*0,795*	*0,802*	*0,086*	*1,05*
	0,1	*0,852*	*0,873*	*0,788*	*0,793*	*0,089*	*1,08*
	0,5	*0,929*	*0,930*	*0,818*	*0,823*	*0,093*	*1,13*
	1,0	*0,945*	*0,950*	*0,820*	*0,830*	*0,098*	*1,19*
	-	*1,048*	*1,058*	*0,892*	*0,900*	*0,127*	*1,55*
	0,01	*0,949*	*0,963*	*0,850*	*0,861*	*0,101*	*1,23*
	0,05	*0,927*	*0,945*	*0,845*	*0,851*	*0,095*	*1,16*

0,01н	*0,1*	*0,905*	*0,913*	*0,835*	*0,838*	*0,083*	*1,01*
	0,5	*0,957*	*0,964*	*0,860*	*0,874*	*0,109*	*1,33*
	1,0	*0,974*	*0,981*	*0,866*	*0,877*	*0,113*	*1,38*
0,1н	-	*1,210*	*1,216*	*0,920*	*0,936*	*0,133*	*1,62*
	0,01	*0,975*	*0,980*	*0,885*	*0,886*	*0,112*	*1,36*
	0,05	*0,967*	*0,970*	*0,880*	*0,888*	*0,106*	*1,29*
	0,1	*0,953*	*0,960*	*0,873*	*0,894*	*0,104*	*1,27*
	0,5	*0,990*	*1,000*	*0,891*	*0,901*	*0,120*	*1,46*
	1,0	*1,008*	*1,022*	*0,896*	*0,909*	*0,123*	*1,50*

В целом, проведенные исследования влияния добавок празеодима на анодное поведение цинкового сплава Zn0,5Al в кислых средах 0,001н. (pH=3), 0,01н. (pH=2) и 0,1н. (pH=1) HCl показали возможность несколько повышения коррозионной стойкости анодных покрытий за счет оптимизации их состава. Легирующие добавки празеодима (0.01÷1.0 мас.%) способствуют несколько снижению скорость коррозии цинкового сплава Zn0,5Al (таблица 2). Разработанные сплавы рекомендуются как анодных покрытий для защиты от коррозии углеродистых стальных конструкций, изделий и сооружений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шлугер А.М., Ажогин Ф.Ф., Ефимов Е.А. Коррозия и защита металлов. – М.: Металлургия, 1981. – 216 с.
2. Виткин А.И., Тейндл И.И. Металлические покрытия листовой и полосовой стали. – М.: Металлургия, 1971. – 493 с.
3. Кечин В.А., Люблинский Е.Я. Цинковые сплавы. – М.: Металлургия, 1986. – 247 с.
4. Mazilkin A.A., Straumal B.B., Borodachenkova M.V., Valiev R.Z., Kogtenkova O.A., Baretzky B. Gradual softening of Al-Zn alloys during high-pressure torsion // Materials Letters. – 2012. Vol. 84. – P. 63-65. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.matlet. 2012.06.026.
5. Obidov Z.R. Thermophysical Properties and Thermodynamic Functions of the Beryllium, Magnesium and Praseodymium Alloyed Zn-55Al Alloy // High Temperature. – 2017. Vol. 55. – №1. – P. 150-153. DOI: 10.1134/S0018151X17010163.
6. Яковлева А.А., Анциферов Е.А., Гусева Е.А., Садловский С.В. Влияние защитного покрытия на основе органического связующего на коррозионную устойчивость стали // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2019. Т. 9. – №4. – С. 600-611. DOI: https://doi.org / 10.21285/2227-2925-2019-9-4-600-611.
7. Valiev R.Z., Murashkin M.Yu., Kilmatov A., Straumal B., Chinh N.Q., Langdon T.G. Unusual super-ductility at room temperature in an ultrafine-grained aluminum alloy // Journal of Materials Science. – 2010. Vol. 45. – №. 17. – P. 4718-4724. DOI: 10.1007/s10853-010-4588-z.
8. Amini R.N., Irani M., Ganiev I., Obidov Z. Galfan I and Galfan II Doped with Calcium, Corrosion Resistant Alloys // Oriental Journal of Chemistry. – 2014. Vol. 30. – №3. – P. 969-973. DOI: http://dx.doi.org/10.13005/ojc/300307.
9. Uesugi T., Takigawa Y., Kawasaki M., Higashi K. Achieving room-temperature superplasticity in an ultrafin-grainer Zn-22% Al alloy // Letters on materials. – 2015. – №5(3). – P. 269-275. DOI: http://www.lettersonmaterials.com.
10. Обидов З.Р. Анодное поведение и окисление сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных барием // Известия СПбГТИ (ТУ). – 2015. – №31(57). – С. 51-54.
11. Amini R.N., Obidov Z.R., Ganiev I.N., Mohamad R.B. Potentiodynamical Research of Zn-Al-Mg Alloy System in the Neutral Ambience of NaCl Electrolyte and Influence of Mg on the Structure // Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology. – 2012. – №2. – P. 110-114. DOI: 10.4236/jsemat.2012.
12. Maniram S.G., Satender D., Manoj Sh., Upadhyay N.C. Effect of fly ash particles on the mechanical properties of Zn-22% Al alloy via stir castimg method // IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering. – 2013. Vol. 10. Issue 2. – P. 39-42. DOI: http://www.iosrjournals.org.
13. Obidov Z.R. Effect of pH on the Anodic Behavior of Beryllium and Magnesium Doped Alloy Zn55Al // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2015. Vol. 88. – №9. – P. 1451-1457. DOI: 10.1134/S1070427215090116.
14. Amini R.N., Obidov Z.R., Ganiev I.N., Mohamad R. Anodic Behavior of Zn-Al-Be Alloys in the NaCl Solution and the Influence of Be on Structure // Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology. – 2012. – №2. – P. 127-131. DOI: 10.4236/jsemat.2012.22020.
15. Обидов З.Р. Влияние pH среды на анодное поведение сплава Zn5Al, легированного бериллием и магнием // Известия СПбГТИ (ТУ). – 2015. – №32(58). – С. 52-55.

16. Obidov Z.R., Amonova A.V., Ganiev I.N. Influence of the pH of the Medium on the Anodic Behavior of Scandium – Doped Zn55Al Alloy // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – 2013. Vol. 54. – №3. – P. 234-238. DOI: 10.3103/S1067821213030115.
17. Lin K.L., Yang C.F., Lee J.T. Correlation of microstructure with corrosion and electrochemical behaviours of the bach-type hot-dip Al-Zn coatings: Part 1. Zn and 5% Al-Zn coatings // Corrosion. –1991. Vol. 47. – №4. – P. 9-13.
18. Obidov Z.R., Amonova A.V., Ganiev I.N. Effect of Scandium Doping on the Oxidation Resistance of Zn5Al and Zn55Al Alloys // Russian Journal of Physical Chemistry A. – 2013. Vol. 87. – №4. – P. 702-703. DOI: 10.1134/S0036024 413040201.
19. Lin K.L., Yang C.F., Lee J.T. Correlation of microstructure with corrosion and electrochemical behaviours of the bach-type hot-dip Al-Zn coatings: Part 2. 55% Al-Zn coatings // Corrosion. – 1991. Vol. 47. – №4. – P. 17-30.
20. Obidov Z.R. Anodic Behavior and Oxidation of Strontium-Doped Zn5Al and Zn55Al Alloys // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. – 2012. Vol. 48. – №3. – P. 352-355. DOI: 10.1134/S2070205112030136.
21. Герасименко А.А. Об особенностях получения и преимуществах использования электрохимических покрытий сплавами цинка с оловом и молибденом // Технологии в электронной промышленности. – 2010. – №7. – С. 33.
22. Атрашкова В.В., Атрашков В.К., Герасименко А.А. Осаждение цинк-молибденовых покрытий // Защита металлов. – 1995. Т. 31. – №3. – С. 67-71.
23. Фрейман Л.И., Макаров В.А., Брыксин И.Е. Потенциостатические методы в коррозионных исследованиях и электрохимической защите. – Л.: Химия, 19 72. – 240 с.
24. Постников Н.С. Коррозионностойкие алюминиевые сплавы. – М.: Металлургия, 1976. – 301 с.
25. Слэндер С.Д., Бойд У.К. Коррозионная стойкость цинка. – М.: Металлургия, 1976. – 200 с.
26. Колотыркин Я.М. Металл и коррозия. – М.: Металлургия, 1985. – 88 с.
27. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 336 с.
28. Улиг Г.Г., Реви Р.У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику. – Л.: Химия, 1989. – 456 с.

ТАЪСИРИ ИЛОВАҲОИ ПРАЗЕОДИМ БА РАФТОРИ АНОДИИ ХӮЛАИ РУҲ Zn0,5Al

Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқоти потенсиостатикии таъсири иловаҳои празеодим ба рафтори анодии хӯлаи руҳ Zn0,5Al дар муҳити кислотагӣ оварда шудаанд. Нишон дода шудааст, ки суръати коррозияи хӯлаи руҳ ҳангоми ба он илова намудани 0,01÷1,0%-и вазн Pr андаке кам мешавад.

КАЛИДВОЖАҲО: хӯлаи Zn0,5Al, празеодим, усули потенсиостаикӣ, электролити HCl, потенсиали коррозия, суръати коррозия.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Фирӯзи Ҳамроқул, докторант (PhD)-и Институти химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. E-mail: firuzih@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ПРАЗЕОДИМА НА АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЦИНКОВОГО СПЛАВА Zn0,5Al

В работе представлены результаты потенциостатического исследования влияния добавок празеодима на анодное поведение цинкового сплава Zn0.5Al, в кислой среде. Показано, что скорость коррозии цинкового сплава несколько уменьшается при добавке в него 0.01÷1.0 мас.% Pr.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сплав Zn0.5Al, празеодим, потенциостатический метод, электролит HCl, потенциал коррозии, скорость коррозии.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Фирузи Хамрокул, докторант (PhD) Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана. E-mail: firuzih@mail.ru

INFLUENCE ADDITIVES OF PRASEODYMIUM ON ANODE BEHAVIOUR OF Zn0,5Al ZINC ALLOY

In paper results potentiostatical researches influence additives of praseodymium on anode behaviour of Zn0,5Al zinc alloy, in the sour environment are presented. Showed, that speed of corrosion of Zn0,5Al zinc alloy decreases at the additives in it 0,01÷1,0 wt.% Pr.

KEY WORDS: Zn0,5Al alloy, praseodymium, potentiostatically method, HCl electrolyte, corrosion potential, corrosion rate.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Firuzi Hamroqul, doctoral student (PhD) at the Institute of chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan. E-mail: firuzih@mail.ru

УДК 620. 193 + 669. 715

КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА Е-AlMgSi («АЛДРЕЙ») С ГАЛЛИЕМ, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ

Алиев Ф.А.
Дангаринский государственный университет

Введение. Алюминий и его сплавы широко применяют в электротехнике в качестве проводникового и конструкционного материала. Как проводниковый материал алюминий характеризуется высокой электро- и теплопроводностью (после меди максимальный уровень среди всех технически применяемых металлов). Алюминий также отличается малой плотностью высокой коррозионной стойкостью в атмосферных условиях, высокой стойкостью против воздействия химических веществ [1-2].

Другим преимуществом алюминия является то, что его отличает нейтральное поведение по отношению к изоляционным материалам, например к маслам, лакам и термопластам, в том числе при повышенных температурах. Алюминия отличает от других металлов его малая магнитная восприимчивость, а также образование неэлектропроводного, легко устранимого порошкообразного продукта (Al_2O_3) в электрической дуге [1-2].

Степень изученности использования алюминия и его сплавов в качестве материала для коммутационных аппаратов, матч линии электропередач, корпусов электродвигателей и выключателей и т.д. регламентируется особыми предписаниями или общими правилами конструирования [2-3].

Экономическая целесообразность применения алюминия в качестве проводникового материала объясняется благоприятным соотношением его стоимости и стоимости меди. Кроме того, следует учесть и тот фактор, что стоимость алюминия в течение многих лет практически не меняется.

При использовании проводниковых алюминиевых сплавов для изготовления тонкой проволоки, например обмоточного провода и т.д. могут возникнуть определённые сложности в связи с их недостаточной прочностью и малым числом перегибов до разрушения [3].

В последние годы разработаны алюминиевые сплавы, которые даже в мягком состоянии обладают прочностными характеристиками, позволяющими использовать их в качестве проводникового материала.

Одним из проводниковых алюминиевых сплавов является сплав Е-AlMgSi («алдрей»), который относится к термоупрочняемым сплавам. Он отличается высокой прочностью и хорошей пластичностью. Данный сплав при соответствующей термической обработке приобретает высокую электропроводность. Изготовленные из него провода используются почти исключительно для воздушных линий электропередач.

Цель настоящего сообщения заключается в исследовании кинетики высокотемпературного окисления алюминиевого проводникового сплава Е-AlMgSi («алдрей»), легированного галлием, в твердом состоянии.

Материалы и методика исследований. Синтез сплавов проводилось в шахтной лабораторной печи сопротивления типа СШОЛ при температуре 750-800 ^{0}С. В качестве шихты при получении сплава Е-AlMgSi использовали алюминий марки А6, который дополнительно легировался расчётным количеством кремния и магния. При легировании алюминия кремнием учитывался имевшийся в составе первичного алюминия кремний (0,1мас.%). Магний, завернутый в алюминиевой фольге, вводился в расплав алюминия с помощью колокольчика. Металлический галлий вводился в расплав в завернутом в алюминиевой фольге виде. Химический анализ полученных сплавов на содержание кремния и магния проводились в Центральной заводской лаборатории ГУП «Таджикская алюминиевая компания». Состав сплавов также контролировался взвешиванием шихты и полученных сплавов. При отклонении веса сплавов более чем на 1-2% отн. синтез сплавов проводился заново.

Для изучения кинетики окисления алюминиевого проводникового сплава Е-AlMgSi («алдрей»), легированного галлием, использовали термогравиметрический метод, основанный на непрерывном взвешивании образцов [4-12]. Изменение веса фиксировали по растяжению пружины с помощью катетометра КМ - 8. В опытах использовали тигли из корунда диаметром 18-20 мм, высотой 25-26 мм. Тигель с исследуемым образцом помещали в изотермической зоне печи. Измерения проводили при температурах 723 К, 773 К, 823 К в атмосфере воздуха. Погрешность измерений на данной установке составляет ±10%.

Результаты и их обсуждение. Кинетика окисления алюминиевого проводникового сплава Е-AlMgSi («алдрей») содержащего 0,05; 0,1; 0,5 и 1,0 мас.% галлия проводилось термогравиметрическим методом. В процессе окисления указанных сплавов рассматривались энергетические и кинетические характеристики окисления, результаты которых графически отражены на рисунках 1-4 и в таблицах 1-2.

Истинная скорость окисления алюминиевого проводникового сплава Е-AlMgSi («алдрей») в зависимости от температуры изменяется в пределах $2{,}67\cdot10^{-4}$ до $3{,}28\cdot10^{-4}$ кг·м$^{-2}$·сек$^{-1}$ (рисунок 1а). Кажущаяся энергия активации процесса окисления, вычисленная по тангенсу угла наклона прямой зависимости ℓgK-1/T, составляет 128,5 кДж/моль (таблица 1).

Окисление алюминиевого проводникового сплава Е-AlMgSi («алдрей»), содержащего 0,05 мас.% галлия в твёрдом состоянии, проводили при температурах 723К, 773К и 823К. Кинетические кривые окисления сплава приведены на рисунке 1б. Скорость окисления сплава в зависимости от времени и температуры незначительно увеличивается. Однако рост величины удельной массы образца к 20 минутам приобретает постоянное значение равное $3{,}34\cdot10^{-4}$ кг·м$^{-2}$·сек$^{-1}$ при 823К. Кажущаяся энергия активации процесса окисления составляет 120,3 кДж/моль (таблица 1).

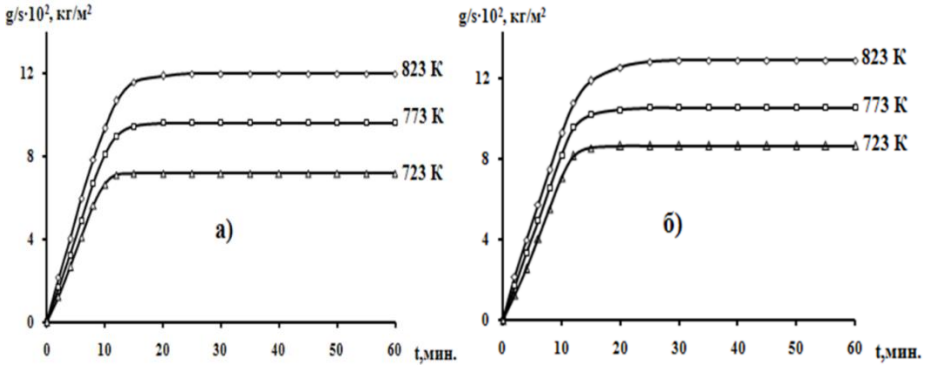


Рисунок 1. Кинетические кривые окисления алюминиевого проводникового сплава Е-AlMgSi («алдрей») (а) с 0,05 мас.% галлием (б)

Наблюдается медленное, но плавное нарастание толщины оксидной плёнки, которая при 20 минутах полностью предотвращает процесс окисления. По мере роста толщины оксидной плёнки скорость процесса окисления резко затормаживается, а с увеличением температуры растёт. При содержании 1,0 мас.% галлия при температуре 723К скорость окисления составляет $3{,}09\cdot10^{-4}$ кг·м$^{-2}$·сек$^{-1}$, то при 823К увеличивается до $3{,}66\cdot10^{-4}$ кг·м$^{-2}$·сек$^{-1}$, соответственно. Кажущаяся энергия активации при этом имеет величину 98,9 кДж/моль (таблица 1).

Добавки галлия в количестве 0,05 мас.% незначительно влияют на окисляемость алюминиевого проводникового сплава Е-AlMgSi («алдрей»). Дальнейшее увеличение концентрации галлия повышает окисляемость исходного проводникового сплава Е-AlMgSi («алдрей») (рисунок 2).

Приведенная на рисунке 3 зависимость -ℓgK-1/T для алюминиевого проводникового сплава Е-AlMgSi («алдрей»), легированного галлием, показывает, что процесс окисления с ростом температуры увеличивается.

Таблица 1

Кинетические и энергетические параметры процесса окисления алюминиевого проводникового сплава Е-AlMgSi («алдрей»), легированного галлием, в твёрдом состоянии

Содержание галлия в сплаве, мас.%	*Температура окисления, К*	*Истинная скорость окисления К·10⁴, кг·м⁻²·с⁻¹*	*Кажущаяся энергия активации, кДж/моль*
0,0	*723* *773* *823*	*2,67* *2,89* *3,28*	*128,5*
0,05	*723* *773* *823*	*2,72* *2,91* *3,34*	*120,3*
0,1	*723* *773* *823*	*2,81* *3,00* *3,41*	*117,8*

0,5	723 773 823	2,98 3,14 3,53	108,5
1,0	723 773 823	3,09 3,22 3,66	98,9

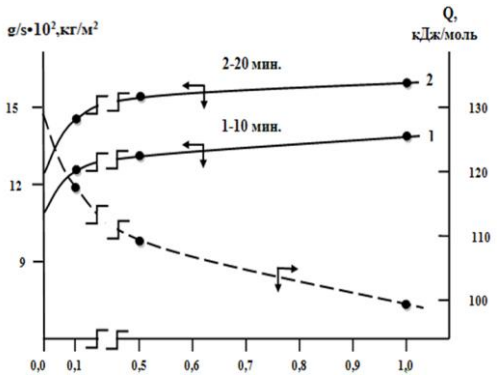


Рисунок 2. Изохронны окисления алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi («алдрей»), легированного галлием при 823 К

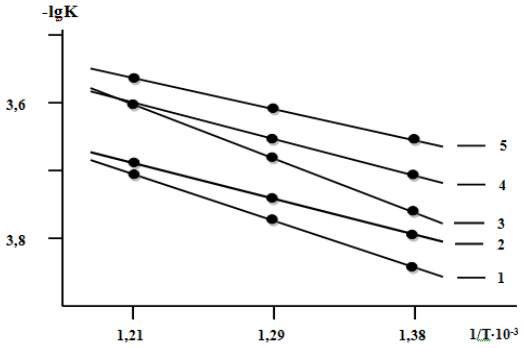


Рисунок 3 - Зависимость -lgK от 1/T для алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi («алдрей»)(1), легированного галлием, мас.%: 0,05(2); 0,1(3); 0,5(4); 1,0(5)

В таблице 2 приведены результаты обработки квадратичных кинетических кривых окисления в виде зависимости $(g/s)^2$-t для алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi («алдрей»), содержащего от 0,05 до 1,0 мас.% галлия (рисунок 4). Следует заключить, что характер окисления сплавов подчиняется гиперболической зависимости.

Таблица 2

Полиномы квадратичных кинетических кривых окисления алюминиевого сплава E-AlMgSi («алдрей»), легированного галлием, в твёрдом состоянии

Содержание галлия в сплаве, мас.%	*Температура окисления, К*	*Полиномы квадратичных кинетических кривых окисления сплавов*	*Коэффициент регрессии R*
0,0	723 773 823	$y = -5\cdot10^6x^4 + 0{,}044x^2 + 0{,}973x$ $y = -5\cdot10^6x^4 + 0{,}038x^2 + 1{,}109x$ $y = -8\cdot10^6x^4 + 0{,}041x^2 + 1{,}289x$	0,981 0,988 0,994
0,05	723 773 823	$y = -2\cdot10^5x^4 - 0{,}019x^2 + 0{,}878x$ $y = -2\cdot10^5x^4 - 0{,}025x^2 + 1{,}055x$ $y = -2\cdot10^5x^4 - 0{,}027x^2 + 1{,}193x$	0,983 0,990 0,995
0,1	723 773 823	$y = -3\cdot10^5x^4 - 0{,}001x^3 + 0{,}004x^2 + 0{,}788x$ $y = -4\cdot10^5x^4 - 0{,}001x^3 + 0{,}005x^2 + 0{,}898x$ $y = -3\cdot10^5x^4 - 0{,}001x^3 - 0{,}007x^2 + 1{,}092x$	0,991 0,995 0,997
0,5	723 773 823	$y = -0{,}5\cdot10^4x^4 - 0{,}001x^3 + 0{,}007x^2 + 0{,}746x$ $y = -0{,}5\cdot10^4x^4 - 0{,}001x^3 + 0{,}014x^2 + 0{,}823x$ $y = -0{,}5\cdot10^3x^4 - 0{,}001x^3 + 0{,}004x^2 + 0{,}999x$	0,992 0,997 0,999
1,0	723 773 823	$y = -0{,}5\cdot10^4x^4 - 0{,}001x^3 + 0{,}012x^2 + 0{,}756x$ $y = -0{,}5\cdot10^4x^4 - 0{,}002x^3 + 0{,}021x^2 + 0{,}801x$ $y = -0{,}5\cdot10^4x^4 - 0{,}002x^3 + 0{,}016x^2 + 0{,}934x$	0,990 0,996 0,998

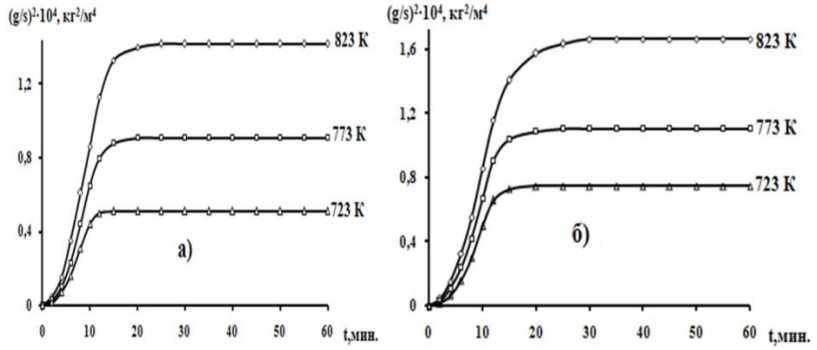


Рисунок 4. Квадратические кинетические кривые окисления алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi («алдрей») (а) с 0,05(б) мас.% галлием

Выводы. Методом термогравиметрии исследована кинетика окисления алюминиевого проводникового сплава Е-AlMgSi («алдрей»), легированного галлием. Установлено, что окисление сплавов подчиняется гиперболическому закону с истинной скоростью окисления порядка 10^{-4} кг·м$^{-2}$·сек$^{-1}$; выявлено, что минимальные значения скорости окисления характерны для сплава Е-AlMgSi («алдрей») с малым количеством галлия. Среди легирующих элементов наименьшее значение кажущейся энергии активации характерно для сплавов с 0,5 мас.% галлием.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Усов, В.В. Проводниковые, реостатные и контактные материалы. Материалы и сплавы в электротехнике. – Т.II / В.В. Усов, А.С. Займовский. – М.: Госэнергоиздат, 1957. – 184 с.
2. Алюминиевые сплавы: свойства, обработка, применение. Отв. ред. Л.Х. Райтбарг. Изд. 13-е, перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1979. – 679 с.
3. Промышленные алюминиевые сплавы / М.Б. Альтман [и др.]. – М.: Металлургия, 1984. – 528 с.
4. Ганиев И.Н., Якубов У.Ш., Хакимов А.Х., Джайлоев Дж.Х. Высокотемпературное окисление алюминиевого сплава АЖ5К10, модифицированного кальцием, в твердом состоянии // Вестник ТНУ. Серия естественных наук. – 2020. – №3. – С. 181-188.
5. Зокиров Ф.Ш., Ганиев И.Н., Бердиев А.Э., Сангов М.М. Кинетика окисления сплава АК12М2, модифицированного барием, в твердом состоянии // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2020. – №55(81). – С. 28-33.
6. Ганиев И.Н., Зокиров Ф.Ш., Шарипова Х.Я., Иброхимов Н.Ф. Влияние таллия на кинетику окисления алюминиевого сплава АМг2, в твердом состоянии // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2021. Т. 23. – №2. – С. 36-42.
7. Бокиев Л.А., Ганиев И.Н., Хакимов А.Х., Джайлоев Дж.Х., Якубов У.Ш. Кинетика окисления алюминиевого сплава АЖ5К10 с церием // Вестник Казанского технологического университета. – 2020. Т. 23. – №8. – С. 35-38.
8. Ганиев И.Н., Джайлоев Дж.Х., Рашидов А.Р., Якубов У.Ш. Зувайдуллозода Ф.З. Кинетика окисления сплавов алюминия с никелем, в твердом состоянии // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1. Естественные и технические науки. – 2020. – №1. – С. 104-108.
9. Джайлоев Дж.Х., Ганиев И.Н., Ганиева Н.И., Якубов У.Ш., Хакимов А.Х. Кинетика окисления алюминиевого сплава АЖ2.18, модифицированного стронцием // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2019. – №4(40). – С. 34-39.
10. Холов Е.Дж., Ганиев И.Н., Джайлоев Дж.Х., Ганиева Н.И. Кинетика окисления алюминиевого проводникового сплава Е-AlMgSi («алдрей») с кальцием в твердом состоянии // Известия НАН Таджикистана. Отд. физ.-мат., хим., геол. и тех. наук. – 2021. – №1(182). – С. 75-81.
11. Давлатов О.Ш., Ганиев И.Н., Одиназода Х.О., Раджабалиев С.С. Кинетика окисления алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, легированного оловом, в твердом состоянии // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2021. – №56(82). – С. 17-22.
12. Ганиев И.Н., Абдухоликова П.Н., Бердиев А.Э., Алихонова С.Дж. Кинетика окисления цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного галлием // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1. Естественные и технические науки. – 2021. – №1. – С. 84-88.

КИНЕТИКАИ ОКСИДШАВИИ ХӮЛАИ АЮМИНИЙИ НОҚИЛИИ Е-AlMgSi («АЛДРЕЙ») БО ГАЛЛИЙ ДАР ҲОЛАТИ САХТ

Бо усули термогравиметрӣ кинетикаи оксидшавии хӯлаи алюминии ноқилии Е-AlMgSi («Алдрей»), ки то 1,0%вазнӣ галлий дорад, омӯхта шудааст. Нишон дода шудааст, ки иловаи галлий устуворӣ ба оксидшавии хӯлаи аввалияро, дар ҳолати сахт паст мекунад. Бо коркарди риёзии хатҳои оксидшавии хӯлаҳо механизми гиперболии оксидшавии онҳо тасдиқ карда шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: хӯлаҳои Е-AlMgSi («Алдрей»), галлий, термогравиметрия, оксидшавӣ, суръати оксидшавӣ, энергияи фаъолсозӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Алиев Фирдавс Алиевич, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи фанҳои муҳандисӣ ва сохтмони гидротехникии Донишгоҳи давлатии Данғара. Тел.: (992) 917-78-01-78; e-mail: firdavs.aliev.2016@mail.ru

КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА E-AlMgSi («АЛДРЕЙ») С ГАЛЛИЕМ, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ

Методом термогравиметрии исследована кинетика окисления алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi («алдрей»), легированного до 1,0 мас.% галлием. Установлено, что добавки галлия к сплаву уменьшают его стойкость к окислению, в твердом состоянии. Показано, что окисление сплавов протекает по гиперболическому механизму и имеет порядок 10^{-4} кг·м$^{-2}$·с$^{-1}$.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сплав E-AlMgSi («алдрей»), галлий, термогравиметрия, окисление, истинная скорость окисления, энергия активации.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Алиев Фирдавс Алиевич, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерных дисциплин и гидротехнического строительства Дангаринского государственного университета. Тел.: (992) 917-78-01-78; e-mail: firdavs.aliev.2016@mail.ru

OXIDATION KINETICS OF ALUMINUM CONDUCTOR ALLOY E-AlMgSi («ALDREY») WITH GALLIUM, IN THE SOLID STATE

The kinetics of oxidation of an aluminum conductor alloy E-AlMgSi («Aldrey») doped with gallium, containing up to 1.0 wt.% gallium, was studied by thermogravimetry. It has been established that gallium additions to the alloy reduce its resistance to oxidation in the solid state. It is shown that the oxidation of alloys proceeds according to the hyperbolic mechanism and has an order of 10^{-4} kg·m^{-2}·s^{-1}.

KEY WORDS: E-AlMgSi alloys (Aldrey), gallium, thermogravimetry, oxidation, true oxidation rate, activation energy.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Aliyev Firdavs Alievich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of engineering disciplines and hydraulic construction of Dangara State University. Phone: (992) 917-78-01-78; e-mail: firdavs.aliev.2016@mail.ru

УДК 633.11:581.13:633.112

НЕКОТОРЫЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У РАЗНОВИДНОСТЕЙ КОНСКОГО БОБА, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В ТАДЖИКИСТАНЕ В УСЛОВИЯХ ЗАСУХИ

Кобилов Ю.Т., Маниязова Н.А., Абдуллаев А.
Институт ботаники, физиологии и генетики растений НАН Таджикистана

В последние годы внимание многих исследователей направлено на возможное влияние глобальных климатических изменений на экосистемы. Это связано с тем, что под влиянием глобальных и антропогенных факторов на окружающую среду происходят существенные изменения климата, которые могут негативно сказаться на жизнедеятельности растений [1-3]. Повышение температуры вызывает атмосферную засуху и на протяжении длительного периода времени может усилить эвапотранспирацию, приводящую к иссушению корнеобитаемого слоя почвы и повышению содержания солей. Это оказывает негативное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Известно, что температурный и водный стресс приводят к нарушению синтетической способности растений, распаду белков, изменению коллоидно-химического состояния цитоплазмы и, в конечном итоге, к снижению накопления растениями органического вещества [4]. В связи с этим исследования по физиологии устойчивости сельскохозяйственных растений к засухе и поиски путей её повышения стали актуальной задачей современного растениеводства. Для более глубокого изучения физиологии устойчивости растений к стрессовым факторам, индуцируемым изменением климата, привлекаются различные растительные объекты [5]. Одними из объектов, характерных для стран Центральной Азии, в том числе Таджикистана, являются разные виды конского боба. Исходя из этого, целью нашей работы явилось проведение модельных экспериментов по влиянию почвенной и атмосферной засухи на разные виды конского боба, культивируемые в Таджикистане.

Объекты и методы исследований

Объектами наших исследований служили разные виды конского боба (бокило) - *Vicia faba* L., культивируемые в различных регионах Таджикистана.

Полевые опыты проводились на экспериментальном участке Института ботаники, физиологии и генетики растений Национальной академии наук Таджикистана (г. Душанбе), расположенном в восточной части Гиссарской долины на высоте 834 м над ур. м. Растения выращивались в вегетационных сосудах (48 кг почвы). Посевы были проведены в весенние сроки. Сосуды с растениями были разделены на две группы: первая - растения выращивались в

условиях почвенной засухи (опыт) – влажность почвы 45-50% от ППВ (предельная полевая влагоемкость), вторая - растения выращивались в оптимальных условиях почвенной влажности (контроль) – влажность почвы 75-80% от ППВ.

Динамику формирования площади листьев и сухую биомассу определяли по методике В.А. Кумакова [6]. УПП листа и чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) определяли соответственно по методике Ю.К. Росс и А.А. Ничипорович [7-8].

Статистический анализ полученных результатов проводили по методике В.А. Доспехова [9] с использованием программы *Microsoft Excel*. В таблицах приведены среднеарифметические величины и стандартные ошибки из трёх биологических повторностей.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследование содержания фотосинтетических пигментов у разновидностей конского боба, культивируемых в Таджикистане, показало, что самое высокое содержание хлорофиллов *a* и *b* наблюдается у этого вида, выращиваемого в Раште, а у растений из Айни и Памира содержание хлорофиллов *a* и *b* было несколько ниже (табл. 1).

Анализ данных таблицы показывает, что независимо от видов конского боба содержание хлорофилла *a* в листьях исследованных растений по сравнению с хлорофиллом *b* выше. Как видно, в условиях почвенной и атмосферной засухи содержание хлорофиллов *a и b* и их сумма в листьях уменьшается по сравнению с оптимальными условиями водоснабжения, то есть с контролем. Эти изменения происходили у всех исследуемых растений.

В листьях конского боба белого, выращенного в районе Айни, содержание хлорофилла *a* в фазе бутонизации в условиях почвенной засухи было меньше, чем у контрольных растений на 20%, а у конского боба черного из Айни, также из Памира и Рашта - на 23, 20, 24% соответственно.

Таблица 1

Содержание фотосинтетических пигментов у разновидностей конского боба в условиях почвенной засухи (мг/г сыр. веса)

Разновидность конского боба	*Варианты*	*Хлорофилл a*	*Хлорофилл b*	*Сумма хлорофиллов a+ b*
Фаза бутонизации				
Vicia faba L. белый из Айни	**Контроль*	*1,0±0,11*	*0,3±0,02*	*1,3±0,01*
	***Опыт*	*0,8±0,13*	*0,5±0,01*	*1,3±0,0*
Vicia faba L. черный из Айни	*Контроль*	*1,7±0,11*	*0,75±0,06*	*2,4±0,08*
	Опыт	*1,3±0,06*	*0,8±0,01*	*2,1±0,03*
Vicia faba L. из Памира	*Контроль*	*1,5±0,09*	*0,6±0,03*	*2,1±0,06*
	Опыт	*1,2±0,07*	*0,75±0,04*	*2,0±0,05*
Vicia faba L. из Рашта	*Контроль*	*1,7±0,1*	*0,7±0,01*	*2,4±0,05*
	Опыт	*1,4±0,04*	*0,86±0,05*	*2,3±0,04*
Фаза цветения				
Vicia faba L. белый из Айни	*Контроль*	*1,5±0,1*	*0,4±0,01*	*1,9±0,05*
	Опыт	*1,0±0,13*	*0,7±0,03*	*1,72±0,02*
Vicia faba L. черный из Айни	*Контроль*	*2,1±0,2*	*1,1±0,02*	*3,31±0,11*
	Опыт	*1,6±0,15*	*1,3±0,01*	*1,9±0,01*
Vicia faba L. из Памира	*Контроль*	*1,9±0,3*	*0,9±0,01*	*2,81±0,02*
	Опыт	*1,6±0,1*	*1,2±0,04*	*2,83±0,02*
Vicia faba L. из Рашта	*Контроль*	*2,2±0,3*	*1,3±0,03*	*3,5±,016*
	Опыт	*1,8±0,2*	*1,5±0,1*	*3,3±0,15*

Примечание: **Контроль – 70-80%; **Опыт – 50-60% влажность почвы.*

По содержанию хлорофилла *b* наблюдается обратная картина, т.е. в условиях почвенной засухи содержание хлорофилла *b* увеличивается. По сумме хлорофиллов *a* и *b* в этой фазе развития между вариантами различия несущественные.

В фазе цветения содержание хлорофиллов *a* и *b* у исследуемых растений увеличивается, чем в предыдущей фазе развития. Так, у конского боба белого из Айни в условиях контроля хлорофилл *a* составляет 1,5 мг/г сыр. веса, при почвенной засухе - 1 мг/г сыр. веса. У конского боба черного из Айни, конского боба из Памира и Рашта 2,1-1,6; 1,9-1,6; и 2,2-1,8 мг/г сыр. веса соответственно. Такая закономерность наблюдается и по хлорофиллу *b* и их сумме.

Следует отметить, что ход динамики содержания пигментов в процессе развития у всех исследованных разновидностей этого вида идентичен.

Таким образом, изучение содержания пластидных пигментов в листьях у растений в зависимости от водообеспечения показало, что содержание хлорофилла *a* в условиях почвенной засухи значительно уменьшается, а содержание хлорофилла *b*, наоборот, увеличивается.

В листьях конского боба белого из Айни содержание хлорофилла *a* в фазе бутонизации в условиях атмосферной засухи (опыт) было меньше, чем у контрольных растений на 9%, а у конского боба черного из Айни – на 19%. У растений из Памира, Рашта и Афганистана также наблюдается уменьшение хлорофилла *a* в опытном варианте (табл. 2).

Такая же закономерность наблюдается и по содержанию хлорофилла *b*, т.е. в условиях атмосферной засухи содержание хлорофилла *b* уменьшается, за исключением конского боба черного из Айни, у которого содержание хлорофилла больше в опытном варианте, чем в контроле. По сумме хлорофиллов *a* и *b* в этой фазе развития между вариантами различия несущественные.

В фазе цветения содержание хлорофиллов *a* и *b* у исследуемых растений увеличивается, по сравнению с предыдущей фазой развития. У всех исследуемых растений содержание хлорофиллов а и *b*, их сумма и соотношение в опытных вариантах было меньше, чем у контрольных растений.

Как показывают данные по определению площади листьев, у всех изученных видов наблюдается увеличение этого показателя при поливе в течение всей вегетации (табл. 3). Максимальные значения отмечаются в фазе цветения. У конского боба, культивируемого на Памире в этот период площадь листьев составляет 219 см^2, из Айни - 188 см^2, из Афганистана - 150 см^2.

Таблица 2

Содержание фотосинтетических пигментов у разновидностей конского боба в условиях атмосферной засухи (мг/г сыр. веса)

Разновидность конского боба	*Варианты опыта*	*Хлорофилл a*	*Хлорофилл b*	*Сумма хлорофиллов a+ b*	*Соотношение хлорофиллов a/ b*
Фаза бутонизации					
Vicia faba L. белый из Айни	**Контроль*	*1,19±0,04*	*0,52±0,04*	*1,71±0,01*	*2,28*
	***Опыт*	*1,08±0,02*	*0,45±0,02*	*1,53±0,03*	*2,39*
Vicia faba L. черный из Айни	*Контроль*	*1,48±0,02*	*0,79±0,02*	*2,27±0,01*	*1,89*
	Опыт	*1,20±0,02*	*0,89±0,02*	*2,10±0,03*	*1,34*
Vicia faba L. из Памира	*Контроль*	*1,65±0,05*	*0,69±0,05*	*2,34±0,05*	*2,40*
	Опыт	*1,30±0,02*	*0,59±0,03*	*1,89±0,04*	*2,20*
Vicia faba L. из Раша	*Контроль*	*1,52±0,01*	*0,84±0,01*	*2,36±0,02*	*1,80*
	Опыт	*1,42±0,04*	*0,63±0,01*	*2,04±0,01*	*2,26*
Vicia faba L. из Афганистан	*Контроль*	*1.21± 0.2*	*0.90± 01*	*2.11*	*1.3*
	Опыт	*1.09± 0.0*	*0.60±0.2*	*1.69*	*1.8*
Фаза цветения					
Vicia faba L. белый из Айни	*Контроль*	*1,12±0,05*	*0,64±0,04*	*1,77±0,01*	*1,74*
	Опыт	*0,91±0,07*	*0,30±0,03*	*1,21±0,03*	*3,03*
Vicia faba L. черный из Айни	*Контроль*	*1,64±0,04*	*0,74±0,04*	*2,38±0,05*	*2,21*
	Опыт	*1,02±0,02*	*0,38±0,04*	*1,40±0,06*	*2,68*
Vicia faba L. из Памира	*Контроль*	*1,78±0,02*	*0,77±0,02*	*2,55±0,05*	*2,31*
	Опыт	*1,38±0,06*	*0,55±0,03*	*1,93±0,05*	*2,50*
Vicia faba L. из Раша	*Контроль*	*1,57±0,08*	*0,55±0,01*	*2,12±0,07*	*2,85*
	Опыт	*1,33±0,04*	*0,71±0,02*	*2,04±0,06*	*1,87*
Vicia faba L. из Афганистан	*Контроль*	*1.15±0.1*	*0.98±0.0*	*2.13*	*1.2*
	Опыт	*1.06±0.1*	*0.71±0.0*	*1.77*	*1.4*

Примечание: *воздействие повышенной температуры на 10°. *Открытый грунт (Контроль) – 70-80%; ** (Опыт) – 50-60% влажность почвы.*

Сильно отличается конский боб, культивируемый в Раште, у которого площадь листьев достигает 720 см^2. В условиях атмосферной засухи наблюдаются низкие показатели по сравнению с контролем. У конского боба, культивируемого на Памире площадь листьев составляет 124 см^2, в Айни – 113 см^2, в Афганистане – 52 см^2 и у конского боба, культивируемого в Раште – 368 см^2. В фазе начала цветения площадь листьев уменьшается. Достигнув фазы массового цветения, растения полностью высохли – 368 см^2. В фазе начала цветения площадь листьев уменьшается. Достигнув фазы массового цветения, растения полностью высохли.

Таблица 3

Площадь листьев у разновидностей конского боба в условиях атмосферной засухи, см^2

Разновидности конского боба	*Вариант*	*Фазы развития*			
		стеблевание	*бутонизация*	*нач.цветения*	*цветение*
Vicia faba L. из Памира	*полив*	*134*	*169*	*179*	*219*
	засуха	*126*	*146*	*124*	*0*
Vicia faba L. из Айни	*полив*	*154*	*251*	*289*	*188*
	засуха	*139*	*201*	*113*	*0*
Vicia faba L. из Афганистан	*полив*	*99*	*108*	*114*	*150*
	засуха	*89*	*99*	*82*	*0*
Vicia faba L. из Раша	*полив*	*292*	*532*	*597*	*720*
	засуха	*214*	*316*	*368*	*0*

Исследование площади листовой поверхности у растений конского боба, культивируемых в различных регионах Республики показало, что среди исследованных разновидностей выделился вид из Раша (табл. 4) Площадь листьев в фазе стеблевания составляла 267 см^2/растение в контроле, а в условиях почвенной засухи 140 см^2/растение. В фазе бутонизации эта величина увеличилась и составляла в контроле 287 см^2/растение, а в опытном варианте 246 см^2/растение. У конского боба из Памира также наблюдается увеличение площади листа, как в контрольном, так и в опытном варианте. В фазе стеблевания 162 см^2/растение у контрольных

растений и 99 см^2/растение у опытных растений. В фазе бутонизации – 167 см^2/растение и 123 см^2/растение соответственно. Такая же картина наблюдается и у 2 разновидностей конского боба из Айни.

В первый период до наступления фазы цветения наблюдается медленное увеличение площади листьев. Во время цветения площадь листьев нарастает высокими темпами и достигает максимальных величин. У Раштского вида максимальное значение площади листьев составляет 510 см^2/растение в контрольном варианте и 329 см^2/растение в опытном, у Памирского -199 см^2/растение и 118 см^2/растение соответственно, у конского боба белого и конского боба чёрного из Айни– 206 и 250 см^2/растение в контроле соответственно. В условиях почвенной засухи конский боб белый полностью высох, а у конского боба черного площадь листьев уменьшилась и составила 83 см^2/растение.

Таблица 4

Площадь листьев у разновидностей конского боба в условиях почвенной засухи, см^2

Разновидности конского боба	*Вариант*	*Фазы развития*		
		стеблевание	*бутонизация*	*цветение*
Vicia faba L. белый из Айни	*полив*	*170,75*	*183,19*	*206*
	засуха	*91,7*	*105,35*	*0*
Vicia faba L. черный из Айни	*полив*	*122,69*	*203,96*	*250*
	засуха	*90,79*	*96,44*	*83*
Vicia faba L. из Памира	*полив*	*162,14*	*167,03*	*199*
	засуха	*98,96*	*123,08*	*118*
Vicia faba L. из Рашта	*полив*	*267,33*	*287,22*	*510*
	засуха	*140,9*	*246,71*	*329*

Таблица 5

УПП листьев у разновидностей конского боба, г\дм^2

Разновидности конского боба	*Вариант*	*Фазы развития*			
		стеблевание	*бутонизация*	*нач.цветения*	*цветение*
Vicia faba L. из Памира	*полив*	*0,45*	*0,51*	*0,60*	*0,57*
	засуха	*037*	*0,45*	*0,64*	*0*
Vicia faba L. из Айни	*полив*	*0,44*	*0,47*	*0,53*	*0,62*
	засуха	*0,39*	*0,41*	*0,49*	*0*
Vicia faba L. из Афганистан	*полив*	*0,45*	*0,47*	*0,49*	*0,39*
	засуха	*0,37*	*0,39*	*0,45*	*0*
Vicia faba L. из Рашта	*полив*	*0,53*	*0,66*	*0,68*	*0,65*
	засуха	*0,43*	*0,62*	*0,7*	*0*

Изучение удельной поверхностной плотности листа показало, что на начальных этапах роста величина УПП листьев была низкой (табл. 5). Это связано с интенсивными ростовыми процессами в этот период и быстрым нарастанием листовой поверхности. В фазе цветения отмечаются максимальные значения УПП. В условиях засухи значение УПП у изученных растений в фазе стеблевания ниже, по сравнению с контролем.

Однако с фазы начала цветения этот показатель в условиях засухи отличается от контроля в сторону повышения у конского боба из Памира.

Итак, изученные разные виды конского боба, культивируемые в Таджикистане в условиях длительной почвенной и атмосферной засухи, характеризуются низкими значениями площади листьев и удельной поверхностной плотности листа. Также при изучении содержания пластидных пигментов в листьях у растений в условиях почвенной засухи наблюдалось уменьшение содержания хлорофилла, *a* и увеличение хлорофилла *b*, а в условиях атмосферной засухи содержание хлорофиллов, *a* и *b* в исследуемых фазах развития уменьшалось.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Alam Zeb., Zahir Ali., et al. // Pakistan Journal of Biological Science. – 2006. – №9. – P. 1823-1827.
2. Каримов Х.Х. // Изв. АН РТ. Отд. биол. и мед. наук. – 2008. – №1(163). – С. 7-13.
3. Abdullaev A. International Workshop of the experts on ecology. – Moscow: the (ISTC) «International Science and Technology Center» and the State Duma of Russia, 2008.
4. Taiz L., Zeiger E. Plant Physiology. – Sunderland: Massachusetts Sinauer Associates Inc. Publishers, 2006. – 764 p.
5. Абдуллаев А., Эргашев А., Джумаев Б.Б., Касымова Г.Ф., Маниязова Н.А., Сабоиев И., Усманов Т., Абдуллаев С. Ф. Физиология пшеницы в условиях изменения климата в Таджикистане. – Душанбе: Дониш, 2015. – 153 с.

6. Кумаков В.А. Физиологические обоснования моделей сортов пшеницы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 286 с.
7. Росс Ю.К. К математическому описанию роста растений // ДАН СССР. – 1966. Т. 171. – №2. – С. 481-483.
8. Ничипорович А.А., Строганова Л.К., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 133 с.
9. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. 4-е изд. Переработ. и доп. – М.: Колос, 1979. – 415 с.

БАЪЗЕ ПАРАМЕТРҲОИ ФОТОСИНТЕТИКИИ НАМУДҲОИ БОҚИЛО, КИ ДАР ТОҶИКИСТОН ДАР ШАРОИТИ ХУШКСОЛӢ ПАРВАРИШ КАРДА МЕШАВАНД

Дар ин мақола натиҷаҳои тадқиқот оид ба таъсири хушкии хок ва атмосфера ба пигментҳои фотосинтетикӣ, сатҳи барг ва зичии нисбии сатҳи баргҳои намудҳои гуногуни боқило оварда шудаанд. Нишон дода шуд, ки дар шароити хушкии хок камшавии таркиби хлорофилл а ва афзоиши хлорофилл b мушоҳида шудааст ва дар шароити хушкии атмосфера миқдори хлорофиллҳои а ва b дар марҳилаҳои омӯхташудаи инкишоф коҳиш ёфтааст. Омӯзиши сатҳи барг ва зичии нисбии сатҳи барг нишон дод, ки дар шароити хушкӣ сатҳи онҳо дар растаниҳои омӯхташуда нисбат ба назорат камтар аст, ба истиснои боқило аз Рашт.

КАЛИДВОЖАҲО: боқило, хушкии хок, хушкии атмосфера, хлорофилл, сатҳи барг, зичии нисбии сатҳи барг.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Қобилов Юсуф Тошмуродович, номзади илмҳои биологӣ, ходими калони илмии Институти ботаника, физиология ва генетикаи растаниҳои АМИТ. Тел.: (+992) 93-425-23-77; e-mail: yusuf-kobilov@mail.ru.

Абдуллоев Абдуманон, доктори илмҳои биологӣ, профессор, узви вобастаи АМИТ, мудири озмоишгоҳи биохимияи фотосинтези Институти ботаника, физиология ва генетикаи растаниҳои АМИТ. Тел.: (+992) 918-61-28-42; e-mail: abdumanon@mail.ru

Маниязова Назира Абдуқодировна, номзади илмҳои биологӣ, ходими калони илмии Институти ботаника, физиология ва генетикаи растаниҳои АМИТ. Тел.: (+992) 987-77-97-32; e-mail: maniyazova58@mail.ru

НЕКОТОРЫЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У РАЗНОВИДНОСТЕЙ КОНСКОГО БОБА, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В ТАДЖИКИСТАНЕ В УСЛОВИЯХ ЗАСУХИ

В данной работе представлены результаты исследования по влиянию почвенной и атмосферной засухи на фотосинтетические пигменты, площади листьев и удельной поверхностной плотности листьев разных виды конского боба. Показано, что в условиях почвенной засухи наблюдалось уменьшение содержания хлорофилла а и увеличение хлорофилла b, а в условиях атмосферной засухи содержание хлорофиллов а и b в исследуемых фазах развития уменьшалось. Изучение площади листа и удельной поверхностной плотности листа показало, что в условиях засухи их значения у изученных растений ниже, по сравнению с контролем, за исключением конского боба из Рашта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА*:* конский боб, почвенная засуха, атмосферная засуха, хлорофилл, площадь листьев, удельная поверхностная плотность листа

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Кобилов Юсуф Тошмуродович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института ботаники, физиологии и генетики растений НАНТ. Тел.: (+992) 93-425-23-77; e-mail: yusuf-kobilov@mail.ru.

Абдуллаев Абдуманон, доктор билогичесих наук, профессор, член-корр. НАНТ, заведующий лабораторией биохимии фотосинтеза Института ботаники, физиологии и генетики растений НАНТ. Тел.: (+992) 918-61-28-42; e-mail: abdumanon@mail.ru

Маниязова Назира Абдукадыровна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Института ботаники, физиологии и генетики растений НАНТ. Тел.: (+992) 987-77-97-32; e-mail: maniyazova58@mail.ru

SOME PHOTOSYNTHETIC PARAMETERS IN HORSE BEAN SPECIES CULTIVATED IN TAJIKISTAN UNDER DROUGHT CONDITIONS

This paper presents the results of study effect of soil and atmospheric drought on photosynthetic pigments, leaf area and specific surface density of leaves of different Vicia faba L. It was shown that under conditions of soil drought, decrease in the content of chlorophyll a and increase in chlorophyll b were observed, and under conditions of atmospheric drought, the content of chlorophylls a and b in the studied phases of development decreased. The study of the leaf area and specific surface density of the leaf showed that, under drought conditions, their values in the studied plants are lower than in the control, with the exception of the Vicia faba L. from Rasht.

KEY WORDS: Vicia faba L., soil drought, atmospheric drought, chlorophyll, leaf area, specific leaf surface density

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Kobilov Yusuf Toshmurodovich, candidate of biological sciences, senior researcher at the Institute of Botany, Physiology and Genetics of Plants, National Academy of Science of Tajikistan. Phone: (+992) 93-425-23-77; e-mail: yusuf-kobilov@mail.ru.

Abdullaev Abdumanon, doctor of biological sciences, professor, corresponding member of NAST, head of the laboratory of biochemistry of photosynthesis of the Institute of Botany, Physiology and Plant Genetics of the NAST. Phone: (+992) 918-61-28-42; e-mail: abdumanon@mail.ru

Maniyazova Nazira Abdukadyrovna, candidate of biological sciences, senior researcher at the Institute of Botany, Physiology and Genetics of Plants, National Academy of Science of Tajikistan. Phone: (+992) 987-77-97-32; e-mail: maniyazova58@mail.ru

НОРАСОИИ ОБИ БАРГИ РАСТАНИИ АНҶИРИ МУҚАРРАРӢ *(F. CARICA L.)* ДАР МИНТАҚАҲОИ ГУНОГУНИ ТОҶИКИСТОН

Бобозода И.А.
Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айнӣ

Норасоии об яке аз нишондоди интегралии реҷаи обии растанӣ ба ҳисоб меравад. Омӯзиши норасоии оби баргҳо яке аз нишондоди муҳим барои тавсифи реҷаи обии растанӣ ба шумор меравад [4]. Ба ғайр аз ин, ҳангоми тавсифи реҷаи обии растаниҳо муайян намудани ҳолати тавозуни обӣ дар марҳалаҳои гуногун ва дараҷаи осеб дидани онҳо аз хушкӣ дар сурати чунин зуҳурот зарур аст [8].

Чи тавре ки дар адабиёт қайд шудааст, намуди растаниҳои ба гармӣ тобовар бо норасоии об аз якдигар хеле кам фарқ карда, ба об талаботи зиёд надоранд [9].

Як қатор олимони дигар қайд намудаанд, ки норасоии об яке аз нишондиҳандаи асосии меъёри оби растаниҳо ба шумор меравад [6]. Омӯзиши норасоии оби барги растаниҳо барои таснифи реҷаи обӣ яке аз нишондиҳандаҳои пурра дар муайян намудани ҳолати серталабии об дар давраҳои гуногуни рушд ва то чи андоза зарар дидани растанӣ аз гармӣ ба ҳисоб меравад [8].

Норасоии об дар бофтаҳои растанӣ дар он вақт ба амал меояд, ки сарф аз воридшавии об зиёдтар бошад. Хушкӣ ду навъ хокӣ ва атмосферавӣ мешавад. Хушкии атмосферавӣ бо намнокии таносубан пасти ҳаво тавсиф дода мешавад, хушкии хок ҳамчун қоида аз паси хушкии атмосферавӣ сурат мегирад ва дар натиҷаи дурудароз наборидани борон ба амал меояд. Норасоии об вайроншавии ҷиддиро, дар навбати аввал, дар равандҳои сабзиш ва фотосинтез ба вуҷуд меорад. Ҳангоми хушкӣ бо беобшавӣ дар як қатор растанӣ тафсоншавӣ ба амал меояд, аз ҳамин сабаб хушкӣ таъсири бештар сахти стрессорӣ дорад [5].

Ҳангоми зуд фарорасии давраи гармӣ растанӣ, ҳамчун қоида аз ҳисоби дар думча бо таъсири фитогормони этилен ташаккулёбии қабати алоҳида, қисми баргҳояшонро мепартояд. Агар норасоии об мунтазам инкишоф ёбад, пас ба организми растанӣ ба норасоии об мутобиқ шудан осон мегардад, чунки дар ин ҳолат растанӣ пешакӣ суръати равандҳои сабзишро суст мекунад [5].

Ҳангоми тавсифи реҷаи обӣ, муайян намудани ҳолати тавозуни обӣ дар марҳалаҳои гуногуни нашъунамо, осеб дидани растанӣ аз ҳарорати баланди тобистон ва норасоии намӣ ва дараҷаи ин осеб муҳим аст. Ин нишондод ҳамбастагии зичии байни ҳолати об дар растанӣ, шароити бо об таъмин будан ва таъсири омили ҳароратро инъикос менамояд. Намудҳои бештар ба хушкӣ тобовар бо норасоии обӣ фарқ менамоянд [4].

Таҳқиқоти саҳроӣ дар муҳити гуногуни экологии хоҷагии ҷангали н. Панҷ боғи ботаникии марказии ш. Душанбе ва парваришгоҳи набототи кӯҳии Варзоб гузаронида шуд.

Анҷир ҷинси *Ficus* ба оилаи тутиҳо (*Moraceae*), ҷинси тутанҷир мансуб аст, ки беш аз 600 намудро дарбар мегирад. Дар шароити Тоҷикистон дарахти анҷир начандон калони хазонрез мебошад, ки то 100 сол умр мебинад. Гоҳо ба мисли бутта низ мешавад. Барги он панҷашакл буда, аз 3 то 7 парра иборат аст. Гардолудшавии гули анҷир тавассути ҳашароти хеле майда - бластофаг сурат мегирад.

Норасоии оби барги растанӣ дар давоми рӯз ва боқимондаи оби барги растаниҳои таҳқиқшуда бо усули Чатский ва Славика (1960) ҳангоми тағйирёбии Т.К. Горишина ва Самсонова (1966) муайян карда шуд.

Маълумоти гирифташуда бо усули оморӣ коркард шуда, вариантҳои такрорӣ, назоратӣ дар асоси усулҳои китоби Б.А. Доспехов (1985) гузаронида шудааст.

Маълумоти дар ҷадвали 1 овардашуда нишон медиҳад, ки миқдори баландтарини норасоии оби барги растании анҷири муқаррарӣ дар давраи мевабандӣ ба қайд гирифта шудааст. Ин нишондод дар хоҷагии ҷангали ноҳияи Панҷ -47,66%, дар боғи ботаникии марказии ш. Душанбе -39,8 % ва дар парваришгоҳи набототи кӯҳии Варзоб -28,99 фоизро ташкил медиҳад.

Миқдори камтарини норасоии оби барги анҷири муқаррарӣ, дар давраи пухтани мева ба қайд гирифта шуда, дар хоҷагии ҷангали ноҳияи Панҷ он 21,34%, боғи ботаникии марказии ш. Душанбе 14,82% ва дар парваришгоҳи набототи кӯҳии Варзоб 1015 фоизро ташкил медиҳад.

Фарқи байни миқдори баландтарин ва камтарини зарурати норасоии оби барги анҷири муқаррарӣ, дар хоҷагии ҷангали ноҳияи Панҷ ба 26,32%, боғи ботаникии марказии ш. Душанбе 24,98 % ва дар парваришгоҳи набототи кӯҳии Варзоб ба 18,84% мерасад.

Таҳқиқоти илмӣ нишон медиҳад, ки ҳисоби миёнаи якрӯзаи норасоии оби барги анҷири муқаррарӣ, дар хоҷагии ҷангали ноҳияи Панҷ -31,1%, боғи ботаникии марказии ш. Душанбе -25,2% ва дар парваришгоҳи набототи кӯҳии Варзоб -16,37 фоизро ташкил медиҳад.

Муайян карда шудааст, ки миқдори баландтарини норасоии оби барги анҷири муқаррарӣ дар давраи мевабандӣ шароити гарми хоҷагии ҷангали ноҳияи Панҷ -47,66% буда, миқдори камтарини он, дар давраи пухтани мева, дар парваришгоҳи набототи кӯҳии Варзоб ба 10,15% мерасад.

Ҷадвали 1

Норасогии оби барги анҷири муқаррарӣ (F. carica L.) вобаста аз давраҳои рушд (% аз вазни барги тар)

Минтақаҳои тадқиқотӣ	Давраҳои рушди растаниҳо	Рӯзҳои гузаро-нидани тадқиқот	Вақтҳои муайянкунӣ, соат			
			8	11	14	17
Хоҷагии ҷангали н. Панҷ	Ғунчабандӣ	15.04.09	31.19±2.76	36.4±2.31	38.15±2.15	31.4±1.57
	Гулкунӣ	20.04.09	25.17±2.51	30.67±1.41	33.67±1.04	27.43±1.74
	Мевабандӣ	15.05.09	27.78±0.87	40.05±2.65	47.66±1.35	33.94±2.41
	Пухтарасӣ	01.10.09	21.47±1.07	28.06±1.71	23.84±1.79	21.34±1.25
Боғи ботаникӣ марказии ш. Душанбе	Ғунчабандӣ	29.04.09	20.8±2.8	26.54±2.42	28.43±1.98	21.19±2.1
	Гулкунӣ	03.05.09	15.97±1.22	23.44±1.13	24.95±2.41	17.98±1.72
	Мевабандӣ	20.05.09	27.64±1.32	38.58±2.41	39.8±3.66	33.84±2.36
	Пухтарасӣ	10.10.09	14.82±1.53	26.37±1.11	23.36±1.09	19.63±0.97
Парваришгоҳи набототи кӯҳии Варзоб	Ғунчабандӣ	04.05.09	15.7±2.84	17.39±2.21	20.17±0.57	16.75±2.74
	Гулкунӣ	08.05.09	10.89±1.15	16.86±1.46	19.97±0.9	15.98±1.11
	Мевабандӣ	25.05.09	15.13±0.57	17.58±1.45	28.99±2.09	15.79±0.9
	Пухтарасӣ	15.10.09	10.15±2.07	16.04±1.7	14.06±1.96	10.51±0.64

Мувофиқи маълумоти гирифташуда, ба норасоии оби барги растании анҷир, дар давоми рӯз, дигаргунӣ мушоҳида карда мешавад. Кам будани талаботи растаниҳо ба об дар соатҳои пагоҳирӯзӣ, баъд зиёдшавии он дар нисфирӯзӣ, инчунин боз камшавии он дар охири рӯз мушоҳида карда мешавад [1].

Дар давоми рӯз дар шароитҳои гуногуни экологӣ паст шудани сатҳи об ва ҳолатҳои норасоии об дар баргҳои растаниҳои мухталифи гуногун ба мушоҳида мерасад. Норасоии оби барги растаниҳо метавонад дар ҳолати намнокии оптималии қисми болоии замин ба назар расад. Зиёд шудани норасоии оби барги растаниҳо аз ҳадди ақал метавонад ба пастшавии бухоркунии оби барг, баландшавии фишори осмотикӣ, консентратсияи шираи ҳуҷайра, сустшавии ҷараёни фотосинтез ва пастшавии афзоиши растанӣ боис гардад [7].

Дар асоси маълумоти илмӣ, нисбат ба парваришгоҳи набототи кӯҳии Варзоб ва боғи ботаникии марказии ш. Душанбе, дар хоҷагии ҷангали ноҳияи Панҷ, зиёд будани норасоии оби барги растании анҷир, дар ҳама соатҳо, мушоҳида карда мешавад. Ба ҳамин тариқ, муайян карда шудааст, ки миқдори баландтарини норасоии оби барги растании анҷир, вобаста аз давраҳои рушд ва ҷои сабзиши растаниҳо, дар давраи ғунчабандӣ назаррас буда, баъд оҳиста – оҳиста то давраи пухтани мева кам шуда, ба дараҷаи камтарин мерасад [2].

Таҳқиқоти илмии бисёрсола нишон медиҳад, ки вобаста аз мухити зист, шароити сабзиши растаниҳо, нишондиҳандаҳои норасоии оби барги растаниҳои таҳқиқотӣ, дар хоҷагии ҷангали ноҳияи Панҷ, нисбат ба парваришгоҳи набототи кӯҳии Варзоб зиёд мебошад.

АДАБИЁТ:

1. Бобоев, И.А. Хусусиятҳои норасоии оби барги хурмои кавказӣ дар шароитҳои гуногуни Тоҷикистон / И.А. Бобоев, З. Шарипов, А.А. Абдуллоеа, С.М. Гулов / Материалы международной научно-практич. конф. «Пути повышения урожайности садов, виноградников и овощных культур». – Душанбе, 2012. – С. 254-258.
2. Бобозода, И.А. Бухоршавии бошиддати оби барги растании анҷир (*Ficus carica L.*) дар шароитҳои гуногуни Тоҷикистон / И.А. Бобозода // Вестник педагогического университета. – Душанбе, 2021. – №1-2(9-10). – С. 138-144.
3. Горышина, Т.К. Экология растений / Т.К. Горышина. – М.: Высшая школа, 1979. – 36 с.
4. Махкамов, А.Э. Қобилияти обнигоҳдорӣ ва норасоии оби баргҳои хурмои шарқӣ / А.Э. Махкамов, С.М. Гулов // Конференсияи II илмии ҷумҳуриявӣ «Мутобиқшавии организмҳои зинда ба шароити тағйирёбандаи муҳити зист». – Душанбе: Дониш, 2021. – С. 113-116.
5. Мирзораҳимов, А.К. Физиологияи растаниҳо. Китоби дарсӣ. Қисми II. / Мирзораҳимов А.К., Медведов С.С. ва дигарон. – Душанбе: ЭР-граф, 2019. – 284 саҳ.
6. Свешникова В.М. // Экология. – 1975. – №5. – С. 35-42.
7. Слейчер, Р. Водный режим растений (пер. с англ.) / Р. Слейчер. – М.: Мир, 1970. – 364 с.
8. Хакимова Р.Ш., Эргашева Г.Н., Ашуров А.А. // Труды Института ботаники АН РТ. – Душанбе, 2006. Т. 26. – С. 77-88.
9. David N. Sen. Ecology of Indian desert. III. Survival adaptations of vegetation in dry environments // Vegetation. – 1973. Vol. 27. – №4-6. – P. 201-265.

НОРАСОИИ ОБИ БАРГИ РАСТАНИИ АНҶИРИ МУҚАРРАРӢ *(F. CARICA L.)* **ДАР МИНТАҚАҲОИ ГУНОГУНИ ТОҶИКИСТОН**

Дар ин мақола доир ба хусусиятҳои норасоии оби барги растании анҷири муқаррарӣ *(F. carica L.)* дар минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон маълумоти илмӣ оварда шудааст ва маълум гардид, ки аз ҳама зиёд норасоии оби барги анҷир дар хоҷагии ҷангали ноҳияи Панҷ буда, то ба 47,66% мерасад.

КАЛИДВОЖАҲО: норасоии об, барг, анҷир, парваришгоҳ, сабзиш, фотосинтез, тавозуни об, фитогормон, хушкӣ, ҳарорат.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Бобозода Илҳомҷон Абдушукур, номзади илмҳои биология, дотсенти кафедраи ботаникаи Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С. Айнӣ. Тел.: (+992) 555-55-92-05; e-mail: ilhomjon.77@mail.ru

ВОДНЫЙ ДЕФИЦИТ ЛИСТЬЕВ ИНЖИР ОБЫКНОВЕННЫЙ *(F. CARICA L.)* В **РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА**

В этой статье приведенны научные данные водного дефицита листьев растений инжир обыкновенный (F. carica L.) в разных условиях Таджикистана. Выявлено, что максимальное значение водного дефицита в листьях растений в условиях Пянджском лесхоза и составляет – 47,66 %.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нехватки влаги, лист, энжир, питомник, рост, фотосинтез, равновесие воды, фитогормон, засуха, температура.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Бобозода Илхомджон Абдушукур, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни. Тел.: (+992) 555-55-92-05; e-mail: ilhomjon.77@mail.ru

WATER DEFICIENCY THE LEAVES OF FICUS *(F. CARICA L.)* **IN CONDITION TAJIKISTAN**

This article presents scientific data on the water deficiency of the leaves of common fig plants (F. carica L.) in different conditions of Tajikistan. It was revealed that the maximum value of water deficiency in the leaves of plants in the conditions of the Pyanj forestry enterprise is 47.66%.

KEY WORDS: lack of moisture, leaf, fig, nursery, growth, photosynthesis, water balance, phytohormone, drought, temperature.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Bobozoda Ilhomjon Abdushukur, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Botany of the Tajik State Pedagogical University named after S. Aini. Phone: (+992) 555-55-92-05; e-mail: ilhomjon.77@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ АКТИВНЫХ β-КАРОТИНА В ЦЕЛЫХ КОРНЯХ ЭРЕМУРУСА ГИССАРСКОГО *(EREMURUS HISSARICUS VVED.)* В ПРОЦЕССЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ

Султонмамади Гулмамад
Хатлонский государственный медицинский университет

Актуальность. Всего известно 50 видов эремуруса, из них 29 видов произрастают на территории Таджикистана, 9 видов эремуруса занесены в Красную книгу Республики Таджикистан [1]. Многие виды эремуруса на территории Таджикистана представляют интерес как малоизвестное лекарственное растение. Лекарственные растения полезны как для поддержания здоровья человека, так и для лечения заболеваний человека, благодаря присутствию у них фитохимических компонентов. Во многих биохимических процессах организма человека задействован витамин А, играющий очень важную роль. Витамин А поступает в организм с пищей в виде ретинола и каротиноидов. Наиболее известный каротиноид – бета-каротин, являющийся провитамином А. Важнейшим преимуществом бета каротина является его способность накапливаться в депо, превращаясь в витамин А лишь в определённых количествах, необходимых организму, не оказывая токсическое действие, характерное для избытка или передозировки витамина А, в то же время бета-каротин является одним из самых активных антиоксидантов. Анализ литературы показывает, что многие исследователи занимаются вопросами выделения, очистки и изучения физико-химических свойств химических соединений у разных видов эремуруса [2]. Каротиноиды являются обязательным компонентом пигментных систем всех фотосинтезирующих организмов. Эфемероидные растения, лишенные каротиноидов, быстро погибают. В процессе фотосинтеза выделяют четыре основные функции, которые выполняют каротиноиды: антенная, антиоксидантная, фотопротекторная и структурная [3]. Антиоксидантная функция каротиноидов заключается в том, что они способны предотвращать повреждения, вызываемые образованием триплетного хлорофилла и синглетного кислорода [4]. В исследованиях убедительно показано, что бета-каротин стимулирует выработку интерферона иммунокомпетентными клетками [5]. Данные соединения являются

перспективным сырьём для многих отраслей промышленности (фармацевтической, медицинской, пищевой, микробиологической, химической, полиграфической и т.д.)

Цель исследования. Изучение общего содержания антиоксидантных активных (β-каротина) в экстракте из целых Эремурус гиссарский (E. hissaricus Vved) в процессе онтогенеза.

Материал и методы исследования. В качестве объекта исследования использованы целые корни Эремуруса гиссарского *(E. hissaricus Vved)* природной плантации и выращенные на высокогорной биологической станции «Сиякух» Института ботаники, физиологии и генетики растений НАНТ (южный склон Гиссарского хребта, 2850 м над ур. м). Экстракцию фенольных соединений проводили этанолом убывающей концентрации (96, и 80%), и в течение получаса кипятили в термостате с обратным холодильником при температуре +80 +90°С. Спиртовые извлечения объединяли и на вакуумном испарительном аппарате отделяли от остатка спирта путём выпаривания. Экстракцию полисахарида и полифенольных соединений из целых корней Эремуруса мощного проводили по методике [8]. При определении общего содержания β-каротина в экстракте целых корней Эремуруса гиссарского (E. hissaricus Vved), мы использовали спектрофотометрическими методе. Точную навеску анализируемого вещества (0,20 г) помещают в колбу вместимостью 100 см^3, добавляют 15 см^3 воды и нагревали на водяной бане при температуре 60-70 ºС при перемешивании в течение 5 мин. Затем прибавляли 30 см^3 этилового спирта, 0,1 г аскорбиновой кислоты, 3 см^3 50 % - ного раствора гидроксида калия и нагревали в течение 30 минут на водяной бане с обратным холодильником при температуре кипения смеси. Содержимое колбы охлаждали до комнатной температуры, количественно переносят в делительную воронку и экстрагируя неомыляемые вещества 150 см^3 спирт этила. Объединенные этиловые экстракты количественно переносили в колбу объемом 200 см^3 и доводили объем раствора до метки тем же растворителем. Аликвоту 2 см^3 полученного раствора переносят в мерную пробирку на 10 см^3, и упариваем в токе азота, сухой остаток растворем в этиловом спирте и фотометрируем при длине волны 453 нм в кювете с толщиной 1 см. Содержание β-каротина в исследуемых образцах рассчитывали по формуле

$$C = \frac{D.106}{E^{1\%}_{1см}.1}$$

где $E^{1\%}_{1см}$. 1 – коэффициент поглощения, см3·мкг-1·см-1. (2620);

1 – толщина слоя раствора, см;

106 – коэффициент пересчета.

Полученные данные общего содержания β-каротина в образцах приведены в таблице 1.

Результаты исследования и их обсуждение. Полученные результаты показывают, что накопление содержания исследованных веществ как из целых корней Эремуруса гиссарского (E. hissaricus Vved), на разных фазах развития изменяются по-разному. Результаты опыта указывают на то, что наиболее богаты β-каротинами сами корни (E. hissaricus Vved), в фаза покой, всходы и плодоношение.

Таблица 1

Содержание β-каротиноидов в корнеклубнях E. hissaricus (в % на воздушно – сухую массу).

Сырьё	*Фаза*	*Общее содержание β-каротина, мкг/л*	
Эремурус гиссарский (E. hissaricus Vved)		*Молодые корнеклубни*	*Старые корнеклубни*
	Всходов	*24,3±2*	*6,5±1*
	Цветение	*15,2±2*	*3,2±1*
	Плодобразования	*20,7±3*	-
	Плодоношение	*50,7±3*	-
	Покой	*54,2±3*	-

Вывод. Эремурус на территории Республики Таджикистан представляет интерес как малоизвестное лекарственное растение. Что данна группа разновидностей этого благодатного растения, содержащего высокий уровень β-каротина, способного оказывать широкое иммуностимулирующее действие за счет увеличения пролиферативной способности Т-лимфоцитов, усиления активности NK-клеток, продуцирующих интерферон и многое другое. Также за счет того, что β-каротин является предшественником витамина А, данное растение будет способствовать пополнению уровня витамина в организме. Это растительное сырьё в дальнейшем можно рекомендовать как основу для использования в качестве биологически активных добавок в лечебно-профилактическом питании.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Каримов Х.Х. Некоторые эколого-физиологические особенности эфемероидов Западного Памиро-Алая // Экологическая физиология растений Таджикистана. – Душанбе, 1996. – С. 5-32.
2. Салена Сулеман Хан, Викар Уддин Ахмад, Никхат Саба и др. EremurusPersicus, новый источник важных соединений. // Пак. J. Bot. – 2016. – №43(5). – P. 2311-2313.
3. Wackenroder H.W.F. Über das oleum radicis Dauci aetherum, das Carotin, den Carotenzucker und den of" ficinellen succus Dauci; so wie auch über das Mannit, welches in dem Möhrensafte durch eine besondere Art der Gährung gebildet wird // Geigers Mag. Pharm. – 1831. V. 33. – P. 144-172.
4. Edge R., Truscott G. Properties of carotenoid radicals and excited states and their potential role in biological systems // Carotenoids: Physical, Chemical, and Biological Functions and Properties / Ed. Landrum J.T. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ. – 2010. – P. 283-307.
5. Ших Е.В. Витамины с антиоксидантными свойствами в профилактике и лечении острых респираторных инфекций у детей // Вопросы современной педиатрии. – 2013. Т. 12. – №4. – С. 142-147.

МУАЙЯН КАРДАНИ МИҚДОРИ УМУМИИ β-КАРОТИН ДАР РЕШАҲОИ *(EREMURUS HISSARICUS VVED)* ДАР РАВАНДИ НАШУЪ НАМО

Дар макола миқдори умумии β-каротин дар таркиби Eremurus hissaricus Vved мухтасар оварда шудааст. Солҳои охир пайвастагиҳои фаъоли антиоксиданти табиӣ (АА) бештар таваҷҷуҳи олимонро ба худ ҷалб мекунад. Дар ин мақола муаллиф кӯшиш кардааст, ки таркиби моддаҳои фаъоли антиоксидантро дар асоси маводи растании маҳаллӣ пешниҳод намояд. Маълумоти ба даст овардашударо хамчун пайвастагихои иловагии фаъоли антиоксиданти табиӣ, хамчун ашьёи хоми ояндадор барои соҳаҳои дорусозӣ, тиб, хурокворӣ, микробиология, химия ва дигар соҳаҳои саноат истифода бурдан мумкин аст.

КАЛИДВОЖАҲО: β-каротин, Эремуруси ҳисорӣ, каротиноидҳо, экстракт, витамини А, антиоксидант.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Султонмамади Гулмамад, омӯзгори кафедраи химия ва биологияи тиббии Донишгоҳи давлатии тиббии Хатлон. Тел.: (+992) 501-06-19-90; e-mail**:** sulton.90@inbox.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ АКТИВНЫХ β-КАРОТИНА В ЦЕЛЫХ КОРНЯХ ЭРЕМУРУСА ГИССАРСКОГО (EREMURUS HISSARICUS VVED) В ПРОЦЕССЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ

В статье были даны краткие сведения общего содержания β-каротина в составе растения Эремурус гиссарский (E*remurus* hissaricus Vved). В последние годы внимание научных работников всё чаще привлекают природные антиоксидантные активные (β-каротина) соединения (АА). Автор старался в данной работе представить состав антиоксидантных активны веществ на основе местного растительного сырья. Полученные данные можно использовать в качестве дополнительных природных антиоксидантных активных соединений, как перспективное сырье для фармацевтической, медицинской, пищевой, микробиологической химической и других отраслей промышленности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: β-каротина, Эремурус гиссарский, каротиноиды, экстракт, витамин А, антиоксидант.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Султонмамади Гулмамад, преподаватель кафедры химии и биологии Хатлонского государственного медицинского университета. Тел.: (+992) 501-06-19-90; e-mail**:** sulton.90@inbox.ru

DETERMINATION OF THE TOTAL CONTENT OF ACTIVE ANTIOXIDANTS (β-CAROTENE) IN WHOLE ROOTS OF EREMURUS HISSARICUS VVED. IN THE PROCESS OF GROWTH AND DEVELOPMENT

The article gave a brief information on the total content of β-carotene in the composition of the plant Eremurus hissaricus Vved. In recent years, natural antioxidant active (β-carotene) compounds (AA) have increasingly attracted the attention of scientists. In this work, the author tried to present the composition of antioxidant active substances based on local plant materials. The data obtained can be used as additional natural antioxidant active compounds, as a promising raw material for pharmaceutical, medical, food, microbiological chemical and other industries.

KEY WORDS: β-carotene, Eremurus gissar, carotenoids, extract, vitamin A, antioxidant.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Sultonmamadi Gulmamad, lecturer at the department of chemistry and biology of Khatlon State Medical University. Phone: (+992) 501-06-19-90; e-mail**:** sulton.90@inbox.ru

УДК 581. 132. 633. 11

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ САФЛОРА В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ

Балхова Л.
Таджикский государственный педагогический университет имени С. Айни
Абдуллаев А., Маниязова Н.А., Кобилов Ю.
Институт ботаники, физиологии и генетики растений НАНТ

В последние годы широко возделывается в засушливых и полузасушливых регионах мира, таких как Индия, Турция, Иран и другие, масличная культура сафлор (*Carthamus tinctorius* L.) [1]. Семена сафлора содержат от 27% до 37% масла [2], помимо минералов (Zn, Cu, Mn и Fe), витаминов (тиамин и β-каротин) и токоферолов (α, β и γ) [3], дает высококачественное масло без вкуса и цвета. Поскольку масло по составу аналогично маслу подсолнечника (*Helianthus annuus* L.), оно также может найти широкое применение в потреблении человеком и в промышленных целях [4,5]. В народной медицине настой цветков сафлора используют как мочегонное, желчегонное и спазмолитическое средство. В косметологии масло сафлора красильного оказывает смягчающее, укрепляющее и питательное действие на кожу, нормализует клеточные функции, улучшает кровообращение, обладает противовоспалительным действием, высокой влагоудерживающей и влагорегулирующей способностью [6]. Сафлор может быть ценным дополнением к системам земледелия, обеспечивая ряд стратегических, агрономических и финансовых преимуществ. Преимущество заключается в том, что масличные культуры устойчивы к жаре и засухе, подходящие для районов с низким уровнем осадков, устойчивы как к нематодам, используются в качестве мелиоранта для улучшения структуры почвы, альтернативная культура, подходящая, как для засушливых земель, так и для орошения, низкие затраты на обслуживание и простота выращивания [7].

Ранее в Таджикистане проводились работы по разработке технологии выращивания сафлора на богаре, изучение особенностей роста, развития и формирования урожая сафлора, продуктивность растений сафлора в зависимости от срока посева и выявлению продуктивности растений сафлора, в зависимости от цели и направленности [8] . Однако не были исследованы урожайность и качество зерна различных сортов сафлора в условиях разных водообеспечение, что явилось целью данной работы.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования служили сорта сафлора Вир, Чамъбули, Махали, Шифо, которые были получены из Института земледелия ТСХА РТ. Полевые опыты проводились на экспериментальном участке Института ботаники, физиологии и генетики растений Национальной академии наук Таджикистана, расположенном в восточной части Гиссарской долины, на высоте 834 м. над ур.моря. Растения выращивались в условиях полива. Полив проводился с интервалом 8-10 дней. На полях Гиссарского района (700 м над ур. м), растения выращивались в условиях без полива.

Структурный анализ сафлора проводили по [9], фенологическое наблюдение за посевом сафлора проводилось с начала всходов до полного созревания семян. Биохимический анализ семян разных видов фасоли проводили универсальным многофункциональным ИК-анализатором с диодной матрицей DA 7200 фирмы Perten Instruments (Швеция) в лаборатории Государственной комиссии по сортоиспытанию новых видов сельскохозяйственных культур и защите сорта при МСХ РТ.

Статистический анализ полученных результатов проводили по методике В.А. Доспехова [10], с использованием программы *Microsoft Excel* 2010. В таблицах приведены среднеарифметические величины и стандартные ошибки из трёх биологических повторностей.

Результаты исследований

В таблице 1 представлены результаты по исследованию урожайности разных сортов сафлора, выращенных в условиях полива и богары. Анализ данных показал, что существенные различия наблюдаются по следующим признакам: высота растений, количество ветвления, количество корзинок с растения, число семян в одной корзинке, число семян с растения, масса корзинок, масса семян с растения и масса 1000 семян. При этом, в условиях полива-оптимального влагообеспечения у сафлора сорта Чамбули отмечается максимальная, по сравнению с другими исследуемыми сортами сафлора, высота растения и составляла 129,6 см. У сорта Шифо - 121,5 см, у сорта Вир 483 - 120 см и у Махали 288 - 114,2 см соответственно. В условиях богары высота растений у сортов Шифо и Чамбули имела почти одинаковое значение 99,5 и 98,5см, соответственно. Самая низкая высота растений наблюдалась у сорта Махали 288 - 81,0 см, а сорт Вир 483 занимал промежуточное положение- 94,4см. При поливе, самое высокое

количество ветвления обнаружено у сорта Чамбули -15,0 шт., у сорта Вир 483 - 13,6 и Шифо-13,2 шт., соответственно. Самое низкое количество ветвления было у сорта Махали 288 - 8,4шт. В условиях полива самое большое количество корзинок с растения обнаружено у сорта Чамбули 27 шт., у Вир 483 - 13,6 шт. , у Шифо - 13,2 шт . Наименьшее количество корзинок с растения было у сафлора сорта Махали 288 - 13,2шт. В условиях богары количество корзинок с растения уменьшалось по-разному, у сафлора сортов Вир 483 на 3.6, Шифо -9, Махали 288-6 и Чамбули - 12.5 шт. При поливе высокое значение числа семян в одной корзинке наблюдалось у сафлора сорта Чамбули 67,25 шт., у сорта Вир 483 - 58,4 шт., Шифо - 52,25 шт. и Махали 288 - 50,25 шт. соответственно. В условиях богары число семян в одной корзинке уменьшалось в зависимости от исследованных сортов от 4 до 9 семян. Число семян с растения также отличалось у исследованных растений, в условиях полива максимальное количество этого показателя обнаружено у сорта Чамбули – 662 шт. и минимальное количество у Шифо - 403 шт., а у других исследованных сортов сафлора, этот показатель был заметно ниже. В условиях богары число семян с растения сафлора уменьшилось по-разному, у сорта Шифо число семян с растения снизилось на 93%, у сортов Вир 483 - 71,5%, Чамбули - 68% и Махали 288 -55,5%. Из этих данных следует, что сорт Махали 288, по всем исследованным параметрам имел низкое значение, оказался более устойчивым к условиям богары. Наибольшая масса корзинок в условиях полива обнаружена у сорта Чамбули - 3,02г, низкая - у сорта Махали 288 - 2,05г. Другие исследованные сорта сафлора занимали промежуточное положение. В условиях богары масса корзинок снижалась в зависимости от сорта сафлора, от 0,15 до 0,55г. Выявлены отличия по массе семян с растения у исследованных сортов, в условиях полива максимальное количество этого показателя наблюдалось у сорта Чамбули - 24,4 г, у Махали 288 этот показатель составил 11,9 г. Сорта Вир 483 и Шифо занимали промежуточное положение. В условиях богары этот показатель уменьшался у сортов Вир 483 на 65,5%, Шифо - 86%, Махали 288 -50% и Чамбули на 59%. Высокий показатель массы 1000 семян отмечается у сафлора сорта Чамбули в условиях полива– 37,3 и низкий этот показатель был у сафлора сорта Махали 288 -30,2 г. В условиях богары масса 1000 семян сафлора уменьшалась у сорта Вир-483 на 2,8г, Шифо - 4,5 г, Махали-288 -21,1г и Чамбули на 5,9 г. Следует отметить, что у сорта Махали 288 показатели: высота растения, количество ветвления, количество корзинок с растения, число семян в одной корзинке, число семян с растения, масса корзинок, масса семян с растения и масса 1000 семян в условиях богары незначительно уменьшались, чем у других исследованных сортов сафлора. По-видимому, сорт Махали 288 является более засухоустойчивым, чем другие изученные сорта сафлора и поэтому в условиях недостаточной влагообеспечености почвы исследуемые параметры подвергались незначительному изменению.

Таким образом, структурный анализ растений сафлора показал, что при поливе и в условиях богары сорт Чамбули имел заметное преимущество над другими исследованными сортами сафлора. Это особенно заметно по показателям: высота растения, количество ветвления, количество корзинок с растения, число семян в одной корзинке, число семян с растения, масса корзинок, масса семян с растения и масса 1000 семян. Количество семян почти в 1.7 раза больше растений, выращенных в условиях богары.

Анализ таблицы 2 показывает, что, по масличности, при поливе исследуемые сорта сафлора сильно не различались. Однако у сорта сафлора Вир 483 и Махали 288, выращенных в условиях богары, масличность уменьшалась на 1,5-1,8 %, соответственно, у сорта Шифо - 0,4% а, у сорта Чамбули осталась без изменения .

Содержание клетчатки и золы существенные различие между сортами сафлора и вариантами исследования существенные различия не обнаружены. Наибольшее содержание белка обнаружено у сортов Вир 483 - 26,0% и Чамбули - 25,5%, а у сортов Шифо и Махали 288 было меньше. У растений сафлора, выращенных в условия богары, содержание белка меньше у сорта Вир 483 на 2%, Шифо- 1,2%, Махали 288- 2% и Чамбули на 3,5%, чем у растений сафлора в условиях полива. В семенах сафлора, выращенных в условиях богары влажность была незначительно больше, чем у семян сафлора, выращенных в условиях полива. Содержание прочих соединений у исследованных сортов сафлора в условиях полива существенно не различалось, а в условиях богары оно увеличивалось у сафлора сорта Вир 483 на 5,1%, Шифо-1,1%, Махали 288- 3,1% и Чамбули на 3,6% соответственно.

Как следует из выше приведенных данных, исследуемые сорта сафлора по-разному реагируют на полив. Сорт Чамбули показал высокую чувствительность и полив увеличивал высоту растения, количество ветвления, количество корзинок с растения, число семян в одной корзинке, число семян с растения, массу корзинок, массу семян с растения и массу 1000 семян. В условиях богары за счет весенней влаги растения способны набрать рост, корни глубоко проникают в почву, при этом влажность сказывается как на урожайность, так и на качественный

состав семян сафлора. К перспективному сорту возделывания относится сорт Чамъбули, у которого при поливе увеличивался не только рост растений, но и масса семян с растения, а также масса 1000 семян.

Таким образом, анализ биохимических компонентов показал, что условие богары оказало влияние только на содержание белка и масличность. У всех исследованных сортов сафлора содержание белка и масличность (кроме Чамъбули) в условиях богары уменьшается. Однако по содержанию золы, между вариантами опыта и сортами сафлора, заметных изменений не наблюдалось. Полив влияет на количественные и качественные показатели сафлора. Выявлены сортовые особенности сафлора, в зависимости от условия выращивания, которое оказывает влияние на содержание клетчатки, протеина и масличность.

Таблица 1

Структурный анализ разных сортов сафлора выращенных в условиях полива и богары

Наимено-вание сорта	Варианты опыта	Масличность	Клетчатка	Зола	Белок	Влажно сть	Прочие соединения
Вир 483	Полив	45,7	3,7	1,8	26,0	4,3	18,5
	Богара	44,5	3,5	1,8	22,0	4,6	23,6
Шифо	Полив	46,5	3,4	1,8	24,4	4,3	19,6
	Богара	46,1	3,5	1,7	23,2	4,8	20,7
Махали 288	Полив	47,0	3,4	1,7	24,0	4,1	19,8
	Богара	45,2	3,5	1,8	22,0	4,6	22,9
Чамбули	Полив	46,1	3,5	1,7	25,5	4,1	19,1
	Богара	46,1	3,1	1,8	22,0	4,3	22,7

Таблица 2

Биохимический состав семян разных сортов сафлора, выращенных в условиях полива и богары, (%)

Наимено-вания сорта	Варианты опыта	Высота растения, см	Коли-чество ветвления, шт.	Количество корзинок с растения, шт.	Число семян в одной корзинке, шт.	Число семян с растения, шт.	Масса корзинок, г	Масса семян с расте-ний, г	Масса 1000 семян, г
Вир 483	Полив	120,2±4,32	13,6±1,2	21,8±4,37	58,4±5,2	583±38	2,45±0,27	20,3	35,4
	Богара	94,4±2,52	11,6±1,2	18,2±2,70	54,25±10,6	417±54	2,2 ±0,03	13,3	32,8
Шифо	Полив	121,5±6,15	13,2±2,39	20,6±6,74	52,25±8,01	403±45	2,55±0,15	14,1	36,8
	Богара	99,5±4,48	8,5±1,9	11,8±2,17	43,25±9,31	374±30	2,0 ±0,4	12,07	32,3
Махали 288	Полив	114,2±1,39	8,4±0,4	13,2±1,2	50,25±9,13	455±26	2,05±0,08	11,9	30,2
	Богара	81,0 ±2,7	6,25±0,98	7,25±0,57	42,6±5,78	230±57	1,9±0,17	5,9	26,4
Чамбули	Полив	129,6±4,9	15,0±2,07	27,0±1,14	67,25±9,43	662±34	3,02±0,4	24,4	37,3
	Богара	98,5±5,04	8,75±0,72	14,5±2,52	61,8±4,3	462±56,	2,8±0,11	14,3	31,4

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ravi, S., H. T. Channal, N. S. Hebsur, B. N. Patil, P. R.Dharmatti. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (Carthamus tinctorius L.) // Karnataka Journal Agriculture Science. – 2008. – №32. – P. 382-385.
2. Siddiqui, M.H. and Oad, F.C. Nitrogen Requirement of Safflower (Carthamus tinctorius L.) for Growth and Yield Traits. // Asian Journal of Plant Sciences. – 2006. – №5. – P. 563-565.
3. Velasco, L., Pérez-Vich, B. and Fernández-Martínez, J.M. Identification and Genetic Characterization of a Safflower Mutant with a Modified Tocopherol Profile. // Plant Breeding. – 2005. – №124. – P. 459-463.
4. Cerioni, G.A., Asnal, W.E., Fernández, E.M., Cholaki, L. and Giayetto, O. Behaviour of Safflower (Carthamus tinctorius, L.) Cultivars in Rio Cuarto Area, Córdoba (Argentina). // Investigación Agraria. – 1999. – №14. – P. 203-215.
5. Kaffka, S.R. and Kearney, T.E. Safflower Production in California. – California: UCANR Publications, 1998. – P. 5-7.
6. Государственный реестр лекарственных средств. Официальное издание по состоянию на 1 апреля 2009 года: в 2-х т. – Т. 1. – М.: Изд-во «Медицинский совет», 2009. – 1398 с.
7. Hertel K Tactical agronomy of safflower and linseed: place in the rotation, yield potential, time of sowing, plant growth and marketing. GRDC Update Papers 1 March 2016, https://grdc.com.au/Research-and-Development/GRDC-Update-Papers/2016/03/
8. Норов М.С. Научное обоснование технологии выращивания сафлора на богаре Центрального Таджикистана: дис. на соиск. доктора сельскохозяйственных наук. – Москва, 2006. – 273 с.
9. Кумаков, В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. – М.: Колос, 1985. – 270 с.
10. Доспехов В.А. Методы полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

МАҲСУЛНОКИ ВА СИФАТИ ДОНИ НАВЪҲОИ ГУНОГУНИ САФЛОР ДАР ШАРОИТИ ГУНОГУНИ ТАЪМИНОТИ ОБ

Дар мақола натичаҳои таҳқиқоти ҳосил ва сифати навъҳои гуногуни сафлор дар шароити гуногуни таъминоти об оварда шудаанд. Муайян карда шуд, ки навъи Маҳали 288 дорои параметрҳои зерин мебошад: баландии растаниҳо, миқдори шохаҳо, миқдори сабадҳо барои як ниҳол, миқдори тухмҳо дар як сабад, миқдори тухмҳо дар як растанӣ, вазни сабадҳо, вазни тухмҳо дар як растанӣ ва вазн аз 1000 дона тухм дар шароити лалмӣ нисбат ба шароити лалмӣ каме коҳиш ёфтааст нисбат дигар навъҳои санҷидашудаи сафлори. Муайян карда шуд, ки дар навъҳои сафлори Вир 483, Маҳали 288 Шифо, ки дар шароити лалми парвариш карда шудаанд, равган бо тарзҳои мухталиф кам шуда, дар навъи Ҷамъбули бетағйир мондаст.

КАЛИДВОЖАҲО: сафлор, лалмӣ, тухмиҳо, вазни тухмиҳо, равганоки, сафеда.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Балхова Латофат, саромӯзгори кафедраи ботаникаи Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С. Айнӣ. Тел.: (+992) 93-585-03-01; e-mail: latofatbaikhova@qmaill.com

Абдуллаев Абдуманон, доктори илмҳои биологӣ, профессор, узви вобастаи АМИТ, мудири озмоишгоҳи биохимияи фотосинтези Институти ботаника, физиология ва генетикаи растаниҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Тел.: (+992) 918-61-28-42; e-mail: abdumanon@mail.ru

Маниязова Назира Абдуқодировна, номзади илмҳои биологӣ, ходими пешбари илмии Институти ботаника, физиология ва генетикаи растаниҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Тел.: (+992) 987-77-97-32; e-mail: maniyazova58@mail.ru

Қобилов Юсуф Тошмуродович, номзади илмҳои биологӣ, ходими калони илмии Институти ботаника, физиология ва генетикаи растаниҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Тел.: (+992) 93-425-23-77; e-mail: yusuf-kobilov@mail.ru

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ САФЛОРА В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ

В статье приводятся результаты исследования урожайности и качества разных сортов сафлора в условиях богары. Установлено, что у сорта Махали 288 показатели: высота растения, количество ветвления, количество корзинок с растения, число семян в одной корзинке, число семян с растения, масса корзинок, масса семян с растения и масса 1000 семян в условиях богары незначительно уменьшались, чем у других исследованных сортов сафлора. Выявлено, что у сафлора сортов Вир 483, Махали 288 Шифо, выращенных в условиях богары, масличность уменьшалась по - разному, а у сорта Чамъбули осталась без изменения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сафлор, богара, семена, масса семян, масличность, протеин.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Балхова Латофат, ст. предподователь кафедры ботаники Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни. Тел.: (+992) 93-585-03-01; e-mail: latofatbaikhova@qmaill.com

Абдуллаев Абдуманон, доктор биологических наук, профессор, член-корр. НАНТ, заведующий лабораторией биохимии фотосинтеза Института ботаники, физиологии и генетики растений Национальной академии наук Таджикистана. Тел.: (+992) 918-61-28-42; e-mail: abdumanon@mail.ru

Маниязова Назира Абдукадыровна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Института ботаники, физиологии и генетики растений Национальной академии наук Таджикистана. Тел.: (+992) 987-77-97-32; e-mail: maniyazova58@mail.ru

Кобилов Юсуф Тошмуродович, кандидат биологических наук, ст. научный сотрудник Института ботаники, физиологии и генетики растений Национальной академии наук Таджикистана. Тел.: (+992) 93-425-23-77; e-mail: yusuf-kobilov@mail.ru

YIELD AND QUALITY OF GRAIN OF DIFFERENT VARIETIES OF SAFLOR IN DIFFERENT WATER SUPPLY CONDITIONS

In this article presents the results of a study of the yield and quality of different varieties of safflower in different water supply conditions. It was found that the Makhali 288 variety has the following parameters: plant height, number of branching, number of baskets per plant, number of seeds in one basket, number of seeds per plant, weight of baskets, weight of seeds per plant and weight of 1000 seeds under dry conditions slightly decreased than in rainfed conditions, other investigated safflower varieties. It was revealed that in safflower varieties Vir 483, Mahali 288 Shifo grown in dry conditions, the oil content decreased in differently, while in the Chambuli variety it remained unchanged.

KEY WORDS: safflower, rainfed, seeds, mass of seeds, oil content, protein.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Balkhova Latofat, Art. teacher of the department of botany of the Tajik Pedagogical State University named after S. Aini. Phone: (+992) 93-585-03-01; e-mail: latofatbaikhova@qmaill.com

Abdullaev Abdumanon, Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member. NAST, Head of the Laboratory of Biochemistry of Photosynthesis of the Institute of Botany, Physiology and Genetics of the National Academies of Sciences of Tajikistan. Phone: (+992) 918-61-28-42; e-mail: abdumanon@mail.ru

Maniyazova Nazira Abduqodirovna, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Institute of Botany, Physiology and Genetics of Plants of the National Academy of Sciences of Tajikistan. Phone: (+992) 987-77-97-32; e-mail: maniyazova58@mail.ru

Qobilov Yusuf Toshmurodovich, Candidate of Biological Sciences, Art. Researcher at the Institute of Botany, Physiology and Genetics of the National Academies of Sciences of Tajikistan. Phone: (+992) 93-425-23-77; e-mail: yusuf-kobilov@mail.ru

АНДАР МАСЪАЛАҲОИ ЭПИДЕМИОЛОГӢ ВА ТАЪЛИМОТИ БЕҲДОШТИ ИҶТИМОӢ ДАР ОСОРИ АБУАЛИИ СИНО

Давлатзода С.Х.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав
Комилӣ И.Ш.
Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуалӣ ибни Сино

Масъалаҳои эпидемиологӣ барои саломатии инсон ва шароити беҳдошти иҷтимоии ӯ аз қадимулайём диққати донишмандонро ба худ ҷалб мекард.

Нобиғаи овозадори тоҷик Абуалӣ Ҳусайн ибни Абдуллоҳ ибни Алӣ ибни Сино (980-1037), ки дар Шарқу Ғарб бо номҳои Шайхурраис, Шарафулмулк, муаллими сонӣ ва Авитсенна шуҳратёр гардида буд, барои ояндагон аз худ мероси гаронбаҳое боқӣ гузоштааст. Ҳарчанд аз замони зиндагии ӯ беш аз ҳазор сол сипарӣ шудааст, вале ҳанӯз ҳамаи паҳлӯҳои осори безаволи ӯ ба пуррагӣ омӯхта нашудааст. Маълуми ҳамагон аст, ки Абуалии Сино дар ҷаҳон беш ва беш аз ҳама, ҳамчун табиб шуҳрат касб кардааст. Масалан, дар бораи мақому манзалати ӯ дар илми тиб Алиасғари Ҳалабӣ чунин гуфтааст: «Пизишкӣ набуд, онро Буқрот ба вуҷуд овард, пизишкӣ мурда буд, онро Ҷолинус зинда кард, пизишкӣ пароканда буд, онро Закариёи Розӣ фароҳам овард, пизишкӣ ноқис буд, онро Бӯалии Сино комил кард» [6, с. 5]. Аммо осори тиббии ӯ ҳанӯз ба таври комил таҳқиқ ва пажӯҳиш нагардидааст, агарчанде «Қонуни тиб»-и ӯ бештар аз 500 сол китоби пажӯҳишӣ, тадрисӣ ва рӯимизии табибони Аврупо буд. Ба қалами ӯ беш аз 20 таълифоту таснифот бевосита ба ҷанбаҳои гуногуни илми тиб тааллуқ дорад, ки то имрӯз мавриди омӯзишу пажӯҳиши мутахассисон қарор дорад.

Муҳаққиқони муосири Абуалии Сино бештар ба он ҷанбаҳои тиббии ӯ аҳамият додаанд, ки бевосита ба бемориҳои марбут ба анатомии одам тааллуқ дорад, масалан, ҷарроҳӣ, фишорбаландӣ ё фишорпастӣ, бемориҳои пӯст, бемориҳои занона, диққи нафас ва ғайраҳо. Аммо андешаҳои ӯ ба донишҳои гигиениву санитарӣ, эпидемилогӣ ва экологӣ мавриди пажӯҳиши ҳаматарафа қарор нагирифтааст.

Дар осори безаволи тиббии ӯ «Ал-Қонун фи-т-тибб» (القانون فى الطب) [1] дар бораи таъсири муҳити атроф ба саломатии инсон маълумоти фаровон пайдо кардан мумкин аст. Бинобар маълумоти Шайхурраис Абӯалии Сино дар тиб, пеш аз ҳама, бояд сабабҳои бемории маризро муайян кардан зарур аст. Зеро ҳангоми донистани сабабҳои беморӣ усулҳои табобати он ба табиб ба осонӣ даст медиҳад.

Дар «Ал-Қонун» (мухтасаран чунин қабул шудааст) таълимот дар бораи мизоҷ мавқеи муайян дорад. Дар таълимоти Абуалии Сино роҷеъ ба мизоҷ таъсир ва таносуби чор сифати аввалия (гармӣ, сардӣ, савдо ва сафро) ба саломатии инсон ва ҳамчунин муҳити зисти ӯ андешаҳои ҷолиби диққат баён шудааст, ки то имрӯз нафақат таваҷҷуҳи мардуми оддӣ, балки таваҷҷуҳи мутахассисони касбиро ҷалб кардааст.

Мизоҷ дар таълимоти ӯ ҳамчун унсурҳои асосии саломатӣ баён гардидааст, ки аз ҳамгироии омилҳои гуногун – иқлими муҳити зист, муҳити атроф, ҷинси инсон, синну сол ва ғайра вобаста мебошад. Ин маънои онро дорад, ки одамони дар иқлимҳои гуногуни сайёраи Замин зиндагикунанда вобаста аз арзу тӯли макони зисташон мизоҷи муайян доранд. Албатта, муҳити зисти ҳар шахс ба саломатии ӯ таъсири муайян дорад, зеро муҳити бавоярасидаи инсон дар саломатии ӯ таъсири худро мегузорад. Ҳамчунин, мизоҷи шахсони бузургсол бо мизоҷи кӯдакону наврасон, мизоҷи мардон аз занон тафовути ҷиддӣ дорад, ки бевосита ба саломатиашон таъсири худро дорад.

Ақидаи Абуалии Сино дар бораи алоқамандии мизоҷ ва иқлими муҳити зист хеле ҷолиб аст, ки бино бар таълимоти ӯ иқлими зисти инсон ҳатто ба қаду баст ва сохти анатомии ӯ таъсири муайян дорад. Илова бар ин, намудҳои бемории инсон аз як ҷиҳат аз иқлими зисти ӯ вобастагии қавӣ дорад. Бояд гуфт, ки ҳамин андешаи Абӯалии Сино, яъне таъсири иқлими муҳити зистро ба саломатӣ ва бемории инсон тибби муосир бевосита тасдиқ намуда, онро бо мафҳуми «патологияи иқлимӣ» таҳқиқ мекунад. Маҳз дар асоси чунин таълимоти Абуалии Сино соҳаи нави илми тиб – ҷуғрофиёи тиббӣ рӯи кор омадааст.

Бинобар андешаи Абуалии Сино кӯҳҳо, баҳру дарёҳо ва бод натанҳо ҳодиса ва қувваҳои табиат ба шумор мераванд, балки омилҳои асосӣ барои зиндагонии инсонҳо мебошанд. Маҳз бад-ин сабаб, мардуме, ки дар иқлими ниҳоят гарм ва ҳам пастӣ зиндагӣ мекунанд, ки дар он

ҷойҳо ҳаво ғализ ва оби ором нимгарм аст, аз лиҳози заифии қувваи ҳозима азият мекашанд ва дар 30-солагӣ ба пиршавӣ моил мешаванд. Дар ҳоле, ки шахсони дар иқлими нарм ва баландкӯҳҳо зиндагикунанда қувваи ҳозимаи хуб инкишофёфта дошта, умри дароз мебинанд. Зеро ҳавои муҳити зисташон тоза (на ғализ) ва ҳам оби ошомиданиашон сард ва равон аст.

Нуктаи дигар ин аст, ки дар замони ҷаҳонишавии раванди истеҳсоли маводи аз лиҳози генетикӣ такмилёфта (ГМО) ва таъмини устувории сиҳати омма ва гуногунии биологӣ тарбияи экологии бошандагони сайёра низ ба ин мавзуъ рабт дорад [4, с. 92-93].

Бинобар таълимоти Абуалии Сино дар баҳорон инсон бояд ғизои сабук ва бомеъёр истеъмол карда, ба варзиши бадан машғул шавад, то серии меъда хӯрок нахӯрад, аз нӯшокиҳои ташнашикан истифода карда, аз истеъмоли зиёди гӯшт, хӯроки тез ва шӯр худдорӣ намояд [2, с. 360].

Абуалии Сино дар соҳаи ҳифзи беҳдошти иҷтимоии кӯдаки ширхора ва модари ӯ низ диққати махсус дода қайд мекунад, ки саломатии кӯдак аз саломатии модари ӯ вобаста аст ва модари ширдиҳанда пеш аз он ки пистонро ба даҳони кӯдакаш гузорад, ибтидои ширро бояд берун резад ва худаш бояд солим бошад ва беҳтарин синну соли модари ширдиҳанда 25-35-сола мебошад [2, с. 300].

Дар бораи таъсири варзиши бадан ба саломатии инсон қайд карда, ишора мекунад, ки варзиш бояд аз машқҳои сабук оғоз гардад [3, с. 175].

Ба ақидаи ӯ инсон пеш аз он, ки макони зисти худро муайян кунад, бояд ба иқлими он макон, обу хоки он ҷой ва ҳолати саломатии мардуми он ва ҳатто ба ҳолатҳои эпидемиологии он ҷо аҳамият диҳад [7, с. 7.].

Абуалии Сино дар бораи таъсири омилҳои беруна (об, ҳаво, офтоб ва ғайра) ба саломатии инсон чунин таълим медиҳад, ки ҳавои мусоид онаст, ки дар он омехтагиҳои беруна (ғализӣ ва дуд) вуҷуд надошта бошад ва ҳарорати ҳаво ба беҳдошти иҷтимоии инсон таъсири муҳим дорад.

Дар мавриди рафъ намудани хастагии ҷисмонӣ ва фикрӣ ӯ усулҳои гуногуни масҳро ҳамчун табобат тавсия намудааст [5, с. 88]. Бояд гуфт, ки воқеан тибби муосир намудҳои гуногуни масҳ, аз қабили масҳи варзишӣ, табобатӣ, бедоркунии ҳисси боҳ, рафъи хастагиро тавсия менамояд, ки гуфтан мумкин аст, тасдиқи ҳамаҷонибаи ақидаҳои тиббии Абуалии Сино ба шумор меравад. Табибон ва биологҳо низ тарғиби варзишро яке аз воситаҳо ва омилҳои пешгирии беморӣ ҳамчун ҳифзи беҳдошти иҷтимоӣ тавсия менамоянд, ки тасдиқи андешаҳои ҷолиби Абуалии Сино мебошад.

Дар замони муосир соҳаи эпидемиология ва беҳдошти иҷтимоӣ ҳамчун қисматҳои ҷудогонаи илми тиб, ба монанди ҷарроҳӣ, дилшиносӣ, дадонпизишкӣ ва ғайра фаъолият мекунад, ки бевосита дар асоси таълимоти табибони замони қадим ва асрҳои миёна, аз қабили Буқрот (Гиппократ, 460-377 п.а.м.), Ҷолинус (Гален, 129-200), Абубакри Розӣ (Абубатер Разес, 865-925) ва Абуалии Сино (Авитсенна) асос ёфтааст ва дар ин соҳа бештар аз ҳама мавқеи асосиро Абуалии Сино касб кардааст.

Осори Абуалии Сино воқеан андар такомулу пешрафти афкори фалсафиву табиатшиносӣ ва хусусан тиббии донишмандони Шарқу Ғарб таъсири зиёде расонидааст. Аврупоиён ҳанӯз дар асри XII ба тарҷумаи лотинии «Ал-Қонун» оғоз карда буданд. Яке аз аввалин тарҷумони осори Абуалии Сино риёзидон, мунаҷҷим, файласуф, табиб ва тарҷумони маъруфи итолиёӣ Герард Кремонский (1114-1187) буд, ки ӯ дар маҷмуъ 71 китобро аз забони арабӣ тарҷума кардааст. Бояд гуфт, ки баъд аз ихтирои дастгоҳи китобчопкунӣ дар Аврупо баъд аз нашри Библия, «Ал-Қонун» аз аввалин китобҳои илмие ба шумор мерафт, ки аврупоиён онро дар тарҷумаи лотиниаш чоп кардаанд. Танҳо дар як садсолаи XV таълифоти Абуалии Сино 20 маротиба чоп шудааст, дар ҳоле ки баъзе китоб дар сад сол як маротиба чоп мешавад.

Дар замони муосир тасдиқ гардидааст, ки иқлими муҳити зист вобаста аз зиёдӣ ё камии нури офтоб, тозагӣ ва ғализии ҳаво, дурушти ва софии оби ошомиданӣ ва ғайра ба саломатии инсон таъсири бевосита дошта, барои паҳншавии касалиҳои сирояткунанда (эпидемия) таъсиргузор мебошад. Чунин натичаи дурусти эпидемиологҳо ва мутахассисони соҳаи беҳдошти иҷтимоӣ тасдиқи андешаҳои Абуалии Сино мебошад.

Агарчанде рочеъ ба таълифоту таснифоти ин донишманди овозадор таҳқиқоти зиёде ба табъ расида расида бошад ҳам, баъзе ҷанбаҳои илмидоштаи фаъолияти ӯ то ҳанӯз ба таври зарурӣ мавриди баррасӣ қарор нагирифтааст. Яке аз чунин самтҳое, ки ҷолиби таваҷҷуҳ ва қобили таҳқиқ аст, ин соҳаи ҳифзи беҳдошти иҷтимоӣ ва пешгирии бемориҳои эпидемиологӣ ба шумор меравад, ки бевосита ҷанбаҳои экологӣ дошта, аз омилҳои муҳити зист ва риояи гигиенаи шахсии инсон вобаста мебошад.

Бо боварии том гуфтан мумкин аст, ки бештари ақидаҳои Абуалии Сино дар бораи беҳдошти ҳифзи иҷтимоӣ ва пешгирии бемориҳои эпидемиологӣ дар ташаккули донишҳои тиббиву биологии донишмандони пасини Шарқу Ғарб, пеш ва беш аз ҳама, Ховари асримиёнагии олами ислом ва Бохтари насронии ҷаҳони лотинӣ таъсири муҳим расонида, то имрӯз мавзуи омӯзишу пажӯҳиши мутахассисони олам қарор гирифтааст.

Ҳамин тавр, дар илми тибби муосир таълимоти Абуалии Сино дар бораи тадбирҳои пешгирии беморӣ бо назардошти беҳдошти ҳолати иҷтимоӣ ва сар назадани хатарҳои эпидемиологӣ аҳамияти хосса дорад, ки ҷаҳони муосир аз натиҷаҳои пажӯҳишӣ ва амалии ин табиби оламшумул бархӯрдор гаштаанд.

АДАБИЁТ:

1. ابو علی ابن سینا القانون فی الطب
2. Абуали ибн Сино. Канон врачебной науки. – Ташкент: Изд-во АН Уз. ССР, 1954. кн. I.
3. Абуали ибн Сино. Канон врачебной науки. – Ташкент: Изд-во АН Уз. ССР, 1958. кн. III.
4. Давлатов С.Х., Наврӯзшоев М. Тарбияи экологии аҳолӣ – таъмини гуногунии биологӣ. – Душанбе, 2008.
5. Исхаки Ю.Б. Ибни Сино и медицинская наука. – Душанбе: Ирфон, 1984. – 176 с.
6. Комилӣ Абдулҳай. Зиндагиномаи Муҳаммад Закариёи Розӣ. – Душанбе: СИЭМТ, 2016. – 64 с.
7. Петров Б.Д. Ибн Сино – творец «Канона» (Вступительная статья к изданию «Канона»). – Ташкент, 1954.

АНДАР МАСЪАЛАҲОИ ЭПИДЕМИОЛОГӢ ВА ТАЪЛИМОТИ БЕҲДОШТИ ИҶТИМОӢ ДАР ОСОРИ АБУАЛИИ СИНО

Дар мақола саҳми Абуалии Сино дар инкишофи донишҳои беҳдошти иҷтимоӣ ва эпидемиологӣ мухтасар баён гардидааст. Муаллифон пайдоиши соҳаҳои махсуси илми тиб, аз ҷумла «патологияи иқлимӣ» ва «ҷуғрофиёи тиббӣ»-ро бо андешаҳои тиббии фарзанди фарзонаи тоҷик Абуалии Сино илман асоснок кардаанд, ки онро падидаи нав дар таърихи илм номидан мумкин аст. Мақола хусусияти байнифаннӣ дошта, дар ҳамгироии тиб, биология, экология ва таърих таълиф гардидааст, ки барои пажӯҳишгарони истисосманди соҳаҳои номрафта судманд хоҳад буд.

КАЛИДВОЖАҲО: Абуалии Сино, тиб, биология, экология, таърих, мизоҷ, муҳити зист, беҳдошти иҷтимоӣ, эпидемиология.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Давлатзода Сайфиддин Хайриддин, доктори илмҳои биологӣ, узви вобастаи АМИТ, профессори кафедраи биологияи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 907-25-09-70; e-mail: s.davlanov@mail.ru

Комилӣ Исмоилхоҷа Шарифзода, саромӯзгори кафедраи нигаҳдории тандурустии ҷамъиятӣ ва омори тиббӣ бо курси таърихи тиби Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуалии Сино. Тел.: (+992) 987-57-99-89; e-mail: ikomili@mail.ru

О ПРОБЛЕМАХ ЭПИДЕМИОЛОГИИ И СОЦИАЛЬНОЙ ГИГИЕНЫ В ТРУДАХ АБУ АЛИ ИБН СИНЫ (АВИЦЕННЫ)

В статье вкратце отражен вклад Абуали ибн Сино в развитии социальной гигиены и эпидемиологии. Авторы статьи связывают появление таких отраслей медицины как «климатическая потология» и «медицинская география» с учением великого сына таджикского народа Абуали ибн а что можно считать новшеством в истории науки. Статья имеет междисциплинарный характер, и написана на стыке медицины, биологии, экологии и истории. Она адресована вышеназванным специалистам.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Абуали ибн Сино, медицина, биология, экология, история, мизодж, натура, окружающая среда, социальная гигиена, эпидемиология.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Давлатзода Сайфиддин Хайриддин, доктор биологических наук, член-корр. НАНТ, профессор кафедры общей биологии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 907-25-09-70; e-mail: s.davlanov@mail.ru

Комили Исмоилходжа Шарифзода, ст. преподаватель кафедры общественного здравоохранения и медицинской статистики с курсом истории медицины Таджикского государственного медицинского университета имени Абуали ибн Сино. Тел.: (+992) 987-57-99-89; e-mail: ikomili@mail.ru

ABOUT THE PROBLEMS OF EPIDEMIOLOGY AND SOCIAL HYGIENE IN THE WORKS OF ABU ALI IBN SINA (AVICENNA)

The article briefly reflects the contribution of Abu Ali ibn Sino to the development of social hygiene and epidemiology. The authors of the article associate the emergence of such branches of medicine as «climatic potology» and «medical geography» with the teachings of the great son of the Tajik people, Abu Ali ibn Sino, which can be considered an innovation in the history of science. The article is interdisciplinary in nature, and is written at the intersection of medicine, biology, ecology and history. It is addressed to the aforementioned specialists.

KEY WORDS: Abu Ali ibn Sino, medicine, biology, ecology, history, mizoj, nature, environment, social hygiene, epidemiology.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Davlatzoda Saifiddin Khairiddin, doctor of biological sciences, corresponding member of NAST, professor of the department of general biology of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 907-25-09-70; e-mail: s.davlanov@mail.ru

Komili Ismoilkhodzha Sharifzoda, senior lecturer at the department of public health and medical statistics with a course in the history of medicine at the Tajik State Medical University named after Abuali ibni Sino. Phone: (+992) 987-57-99-89; e-mail: ikomili@mail.ru

ДОИР БА ПАЖӮҲИШОТИ ДОНИШҲОИ КӮҲӢ-ГЕОЛОГӢ ВА ҶУҒРОФИЁИ ТАБИИИ ОСИЁИ МИЁНА

Азим Иброҳим
Академияи муҳандисии Тоҷикистон

Муҳимтарин ҳуҷҷатҳои таърихи донишҳои кӯҳӣ-геологӣ асарҳое ҳастанд, ки дар онҳо ақидаҳои олимони гузашта ба зуҳуроти кӯҳӣ-геологӣ баён гардида, дараҷаи умумии ин донишҳо инъикос ёфтаанд. То давраи мо як қатор дастхатҳои ба забонҳои юнонӣ, арабӣ, порсии дарӣ (тоҷикӣ), чинӣ ва дигар забонҳои қадим навишташуда омада расидаанд. Дар айни замон танҳо қисме аз ин корҳо тарҷума ва нашр гардидаанд. Чунин интишорот ба таомули таърихнигорон маводи бисёр арзишманд ва ҷолибро ворид кард, ки илми муосир то ҳанӯз ҳал накарда буд. Андар омӯзиши очеркҳои таърихии донишҳои кӯҳӣ-геологӣ саҳми муҳаққиқоне ба монанди В.В. Докучаев, Ч. Лайел, А.П. Павлов ва дигарон хеле зиёд аст [6-8; 12; 13; 25; 26].

Ба таърихи дошишҳои кӯҳӣ-геологӣ дар Осиёи Миёна яке аз аввалинҳо шуда геолог, географ ва сайёҳи шинохтаи рус И.В. Мушкетов [19-22] мароқ зоҳир намуда буд. Қисми калони ҷилди 1-уми асари «Туркистон»-и ӯ ба таърихи таҳқиқоти кӯҳӣ-геологӣ ва ҷуғрофиёи табиӣ дар Туркистон дар давоми садаи XIX бахшида шудааст. Асрҳои қадим ва миёна аз ҷониби ӯ ба таври мухтасар тавзеҳ дода шуда, давраи қадимтарини таърихи донишҳои кӯҳӣ-геологӣ тамоман аз назар дур мондааст. Баъди И.В. Мушкетов як муддати муайян ва кӯтоҳ таърихи пажӯҳишоти ин давраи геологии Осиёи Миёна диққати муҳаққиқонро ба худ ҷалб накарда буд. Ин ҳам бошад, аз як тараф ба душвории соҳаҳои таҳқиқот, яъне дороии маҳорату малакаи донишҳои кӯҳӣ ва кӯҳшиносӣ марбут буд. Бояд гуфт, ки воқеан то ҳанӯз мутахассисони соҳаи мазкур дар тамоми ҷаҳон чандон зиёд нестанд. Баъди гузашти солҳои муайян тарҷумаҳои дастхатҳои арзишманди Абубакр Муҳаммад Закариёи Розӣ (865-925), Абурайҳон Муҳаммад ибни Аҳмади Берунӣ (973-1048), Шарафулмулк Абуали ибни Синои Балхии Бухороӣ (980-1037) ва дигарон пайдо шуданд, ки аз тарафи мутахассисони ховаршинос иҷро гардидаанд. Ин матнҳо мавзуи баҳси муҳаққиқон ва шарҳи адабиёти кӯҳӣ-геологӣ ва таърихии давраи шуравӣ гардиданд. Дар ин самт саҳми пажӯҳишгарони шинохтаеро ба монанди А. Беленитский, У.И. Каримов, Г.Г. Леммлейн, С.П. Толстов [1; 2; 10; 14; 15; 27] ва дигарон қайд кардан зарур аст.

Аз муҳаққиқони хориҷӣ корҳои Чарлз Бейкер Адамс [28] ва дигаронро доир ба таърихи донишҳои кӯҳӣ-геологӣ қайд кардан мумкин аст, ки асосан аз нуқтаи назари “аврупомарказӣ” («европосентризм») баҳогузорӣ гардида, ба донишҳои кӯҳӣ-геологии халқҳои Осиёи Миёна аҳамият дода намешуд. Дар асарҳои доир ба таърихи табиатшиносӣ навишташудаи олимони Ғарб одатан нақши илми «Шарқ» паст зада мешуд. Донишмандони барҷастаи Осиёи Миёна ба ҳайси олимони араб ё «мусулмон» ёдрас мегардиданд ва ба эшон дар илми ҷаҳонӣ мақоми дуюмдараҷаро сазовор медонистанд.

Аз ин ҷо бармеояд, ки таърихи донишҳои кӯҳӣ-геологии халқҳои Осиёи Миёна дар асрҳои миёна ҳаҷм ки омӯхта нашудааст. Баҳои гузоштаи олимони хориҷӣ ба донишҳои кӯҳӣ-геологии олимони асримиёнагӣ бошад бо баъзе истисноҳо ба вазъияти ҳақиқӣ мутобиқат намекард.

Дар хусуси донишҳои кӯҳӣ-геологии халқҳои Осиёи Миёна дар даврахои қадимтарин ва қадим ҳаҷм ки маълумот нест. Сабаби асосии ин набудани сарчашмаҳои хаттӣ доир ба донишҳои геологии ин давра аст. Аз ин рӯ, дар марҳалаи аввал маълумоти ғайримустақим (бавосита)-ро барои даврони қадимаи Осиёи Миёна мавриди баррасӣ қарор додан мантиқӣ хоҳад буд. Барои ин кор омӯзиш ва пажӯҳиши донишҳои кӯҳӣ-геологӣ бо роҳи таҳқиқи ёдгориҳои фарҳанги моддӣ ва омӯзиши адабиёт, ганҷинаҳо (фондҳо) ва бойгониҳои бостоншиносӣ мувофиқи мақсад мебошад.

Маводи бостоншиносӣ ва мардумшиносӣ, аз ҷумла топонимика, ки ҳангоми баррасии давраи феодализм истифода мешаванд, ба таври қатъӣ маълумоти дастхатҳои шарқиро пурра ва комилтар кардаанд. Дар хусуси ёдгориҳои фарҳанги моддии давраи ғайрисинфӣ, атиқа,

асримиёнагӣ ва давраи нав адабиёти фаровон аз қабили таълифоти А.П. Окладников, Е.А., Окладникова С.П. Толстов [24; 27] ва дигарон ба чашм мерасад. Як қатор корҳо доир ба таърихи маъданканӣ аз ҷониби бостоншиносон, таърихшиносон ва геологҳо В.Н. Вебер, П.П. Иванов, Б.А. Литвинский, Б.Н. Наследов ва дигарон [4; 5; 9; 16; 23] иҷро гардидаанд, ки аҳамияи волои илмӣ ва таърихиро дороанд. Дар тартиб додани очерки физикӣ-ҷуғрофӣ корҳои Н.П. Василковский Н.Л. Корженевский, Э.М. Мурзаев [3; 11; 17; 18] истифода шуданд.

Бо мақсади ҳаматарафа дарк намудани роҳҳои пайдоиш ва инкишофи донишҳои кӯҳӣ-геологӣ, ташаккули онҳоро ҳамчун як раванди табиии таърихии гуногуншакл, вале бо ҳам робитадошта тасаввур карда мешавад. Гуногуншаклии ҷараёни инкишофи донишҳои кӯҳӣ-геологӣ ҳам аз вобаста будани онҳо аз тарзи истеҳсол, қувваҳои истеҳсолкунанда ва муносибатҳои истеҳсолӣ ва ҳам вобастагии онҳо аз муҳити кӯҳӣ-геологӣ ва ҷуғрофӣ иборат мебошад. Бояд гуфт, ки донишҳои кӯҳӣ-геологӣ аз сатҳи умумии инкишофи илмҳои табиатшиносӣ вобастагии мутақобила дорад.

Дар Осиёи Миёна ҳам ба мисли дигар минтақаҳои кураи Замин таълифоти илмӣ аз ҷаҳонбинии умумии муҳаққиқон вобаста буда, пешравии ҷомеаи мутамаддинро муайян мекунад. Ба ақидаи муаллифи мақола ҳуҷуму тохтутозҳои аҷнабиён ва ҷангҳои дохилию хоричӣ, ки барои ба асорат гирифтан ва талафоти оммавии аҳолии Осиёи Миёна оварда, боиси ба яғмо бурдан ва несту нобудсозии арзишҳои моддӣ, фарҳангӣ ва илмӣ мешуданд, нақши бузурги халалрасонӣ дар соҳаи омӯзишу пажӯҳиши ҳамаҷонибаи таърихи илми ин минтақа гардидаанд.

Ба назари мо методикаи таҳқиқот дар ин соҳа аз хусусияти маводи таърихии донишҳои геологии Осиёи Миёна вобаста аст. Аз як тараф, таҳлили таърихии маълумоти сарчашмаҳои хаттӣ, аз тарафи дигар таҳқиқоти мутахассисони соҳаи геология, минералогия, муҳандисӣ ва ғайра дар маҷмуъ омӯзиши масъалаи мазкурро комил мегардонад. Бояд ақидаҳои донишмандони соҳа бо дарназардошти маводи таърихӣ якҷоя таҳлил карда шавад.

Барои муқаррар намудани нақши ниёгони донишманди мо дар илми ҷаҳонии кӯҳӣ-геологӣ ақидаҳои онҳо бо ақидаҳои олимони муосир дар муқоисаи таҳлилӣ ва мантиқӣ мавриди баррасӣ қарор гирад. Дар рафти ин кор аз модернизатсия, идеализатсия ва муболиғаҳо канорачӯӣ кардан яке аз методи таҳқиқоти илмӣ ба шумор меравад. Барои ҳалли масъалаҳои таърихии донишҳои кӯҳӣ-геологӣ ҷалби васеи маводи бостоншиносӣ ва сарчашмаҳои хаттӣ методҳои хоси шарҳи геологии предметҳои додашударо талаб мекунад. Пеш аз ҳама, бояд дар ин нақша боқимондаҳои конҳои маъдани қадим ва асримиёнагӣ таҳқиқ карда шаванд. Ҳарчанд қисмати зиёди онҳо ба геологҳо, кӯҳшиносон маълум аст, вале методҳои омӯзишу пажӯҳиш аҳамияти муҳим доранд. Ёдгориҳои қадимаи кӯҳкориро барои эҳтиёҷи таърихи геология қайд карда, инчунин методҳои сермаҳсули амалии истифодаи конҳои маъдани беназорат (партофташуда)-ро ҳангоми ҷустуҷӯ ва коркарди канданиҳои фоиданок нишон додан лозим аст. Ташрифи муҳаққиқи мутахассис ба мавзеъҳои қадимтарин ва асримиёнагии конҳои маъдан якҷоя бо бостоншиносон аҳамияти илмии таҳқиқотро афзун мегардонад.

Ба ғайр аз ин, бояд методҳои ташхисӣ (диагностикӣ) ва идентификатсионии маъданҳо ва ҷинсҳои кӯҳӣ коркард карда шаванд, ки дар шакли маҳсулоти одам истеҳсолкарда дарёфт гардидаанд. Ин имкон медиҳад, ки маълумоти навро дар бораи таърихи геология ва минералогияи Осиёи Миёна пайдо карда, таҷрибаи илмӣ-таърихӣ ғанӣ гардад. Таҳқиқи олатҳои палеолитии сангӣ ба кушодани як қатор объектҳои нави палеолитӣ оварда мерасонад, ки ин бо роҳи методи бостоншиносӣ ба муайян кардани синну соли зардхоки осиёмиёнагӣ мусоидат мекунад.

Маълум аст, ки муҳити ҷуғрофӣ яке аз шартҳои зарурӣ ва доимии ҳаёти моддии ҷамъият буда, барои омӯзиши муҳаққиқон таъсири муайян дорад.

Бешубҳа, таърихи илм ҳам бо табиат ва муҳити ҷуғрофӣ ба таври ирсӣ (генетикӣ) алоқаманд аст. Муҳити ҷуғрофӣ бисёр вақт вобастаи тасаввуроти кӯҳӣ-геологӣ ва ҷуғрофӣ аст, вале раванди пайдоиши онҳо бо фаъолияти истеҳсолии одамон алоқаманд аст.

Бинобар гуфтаҳои боло шароити ҷуғрофиёи табиии Осиёи Миёна, аз он ҷумла сохти геологии он ба тараққиёти илму фарҳанг иртиботи ногусастанӣ дорад.

Масоҳати бузургеро, ки Осиёи Миёна ишғол намудааст, аз рӯи сохти физикию ҷуғрофӣ ва геологии худ гуногунтаркиб аст. Пеш аз ҳама, фарқияти вилоятҳои кӯҳӣ ва ҳамворидор ба чашм мерасад, ки ба махсусиятҳои сохти кӯҳӣ-геологӣ ва ба таърихи гузаштаи кӯҳӣ-геологӣ вобаста аст.

Дар ҳамвориҳои осиёимиёнагӣ боришот хеле кам аст. Ҳарчанд ки маҳз дар ҳамин мавзеъ кӯлҳои азими сайёра – кӯли Каспий ва кӯли Арал воқеъ аст. Масоҳати биёбонҳо воқеъбударо

дарёҳои серобу азими Амударё ва Сирдарё бурида мегузарад. Дар минтақаи Тирмиз, дар гузариши миёнаи Амударё, қутби гармии минтақа мехобад. Вале дар кӯҳҳои ҳамсоя дар давоми тамоми сол барф меистад, табиати болои пуштакӯҳҳо тундраи хунуки шимолро ба хотир меорад. Дар Осиёи Миёна аз ҳама буғшавии зиёд аз болои обанборҳо ва миқдори ками боришоти атмосферӣ вомехӯрад.

Ба воситаи тамоми Осиёи Миёна дар ҷануб ва дар шарқ қутби азими кӯҳӣ паҳн шудааст, ки ба он кӯҳи Копетдог (Кабудтоғ), кӯҳи Тянши, кӯҳи Олой ва паҳнкӯҳи Помир шомиланд. Дар доманаи онҳо ҳамвориҳое ҷойгиранд, ки қисман бо биёбон иҳота шудаанд, маъмултарини онҳо биёбонҳои регӣ мебошанд.

Кӯҳҳои Осиёи Миёна хеле баланд мебошанд. Бисёр қаторкӯҳҳо то 4000-5000 метр баландӣ дорад. Қуллаҳои алоҳидаи он аз сатҳи баҳр аз 7000 метр ҳам мегузарад. Қуллаи Исмоили Сомонӣ – баландтарин нуқтаи Осиёи Миёна ва ИДМ буда, 7495 м баландӣ дорад. Доманаи даштҳои нишеби Туркманистони ғарбӣ дар сатҳи аз сифр ва чанде поён мехобад, дар қисматҳои болоии Фарғона ва водии Чуй онҳо аз сатҳи баҳр то 1000 м боло мераванд. Дар баландии 300-400 м чун қоида биёбонҳо ҷойгир шудаанд.

Ҳамин тавр, фарқият дар баландиҳои маҳалҳои Осиёи Миёна аз 7500 м мегузарад, ки ин ба таври қатъӣ ба гуногунрангии табиати он таъсир мерасонад. Чунин фарқияти калонро дар баландии минтақаҳои алоҳида танҳо дар Осиёи Миёна метавон дучор омад.

Дар ғарб Осиёи Миёнаро обҳои дарёи Каспий мешӯяд. Хати соҳилӣ, ки ҷой-ҷой каҷу килеб шудааст, дар ин ҷо якчанд нимҷазира, ҷазира, уребҳои регии шусташавандаро ташкил медиҳад.

Ҷумҳуриҳои Осиёи Миёна дар шимол бо Ҷумҳурии Қазоқистон, аз тарафи дигар бо Ҷумҳурии халқии Чин, Ҷумҳурии Афғонистон ҳамсарҳад мебошанд.

Ҳиндустон бо Осиёи Миёна бевосита ҳамсарҳад нест, вале дар ҷанубтари Помир дар масофаи такрибан 70 км бо хати борике, ба истилоҳ, «долони вахони» сарҳадҳои вай мегузарад. Дар ин долони вахони саргаҳи дарёи бузурги осиёимиёнагӣ Амударё (2540 км) мегузарад, ки дар болоби худ бо номи дарёи Вахон машҳур аст. Дарёи дигари осиёимиёнагӣ – дарёи Сир (дарозиаш 2684 км) дар Тиён Шони марказӣ оғоз шуда, аз канори шимолии нишебии Фарғона гузашта, ба самти шимолу ғарбӣ ҳаракат карда, ба баҳри Арал мерезад.

Дарёи навбатии аз ҷиҳати бузурги калони Осиёи Миёна – дарёи Зарафшон (дарозиаш 640 км) аст. Аз пиряхи Зарафшон сарчашма гирифта, бо номи Матчо байни қаторкӯҳҳои Куромос (Туркистон) ва Зарафшон ба самти васеъ ҷорӣ мешавад. Дар наздикии Панҷакент Зарафшон аз кӯҳҳо ба дашти васеи обод мебарояд. Дар Кармина Зарафшон ба тарафи Амударё тоб мехӯрад, вале ба вай нарасида ба шохобҳо ҷудо шуда, обхезиҳоро ташкил карда, дар регҳо гум мешавад.

Аксари дигар дарёҳои Осиёи Миёна ба ҳавзҳои дарёҳои фавқуззикр тааллуқ доранд, вале баъзеи онҳо ҳавзҳои мустақилро ташкил медиҳанд. Муҳимтарини онҳо дарёҳои Чу, Талас, Чирчик, Қашқадарё, Мурғоб, Тедчен ва Артек мебошанд.

Осиёи Миёна яке аз минтақаҳои зеботарини рӯи Замин мебошад, ки дар он иқлими ҳайратовар гарм ва дар айни замон тағйирёбанда, паҳноҳои васеи минтақаҳои табиӣ, ҳавои тоза, даштҳои беканор, ҷангалҳои сабзу хуррам ва албатта, кӯҳҳои ҷолибу ғанӣ ҷойгир шудаанд. Кишварҳои зебоманзари кӯҳистонӣ манзараҳои нотакрор мебошанд, ки таассуроти тамошои онҳо диққати сайёҳони ҷаҳонро ба ҷумҳуриҳои Ӯзбекистон, Тоҷикистон ва Қирғизистон ҷалб кардааст. Яке аз ҷолибтарин табиати Осиёи Миёна кӯлҳои он мебошад, ки бинобар баъзе маълумот теъдоди онҳо ба 987 адад мерасад. Кӯлҳои калонтарини Осиёи Миёна, пас аз кӯлҳои Каспий ва Арал, кӯлҳои Балхаш ва Иссиққӯл мебошанд. Кӯлҳои дигар афзалияти кӯҳӣ доранд ва бо ҳаҷми начандон калон аз ҳамдигар фарқ мекунанд: Чатиркӯл, Қарокӯл, Зоркӯл, Искандаркӯл, кӯли Сарез ва ғайра.

Сохти геологии Осиёи Миёна бо таърихи геологии ин кишвар алоқаманд аст. Мутаассифона, саҳифаҳои қадимтарини ин таърих чандон равшан нест. Танҳо дар баъзе аз қисматҳои Осиёи Миёна (қаторкӯҳҳои Таласс, кӯҳҳои Нуратин, Ҳисор, Помир ва ғайра) зотҳое дарёфт гардиданд, ки докембриягӣ (криптозойӣ) ҳисобида мешаванд. Қисмати боқимондаи таҳқурсии докембриягии Осиёи Миёна дар жарфҳои калон дар зери қабатҳои ҷавонтарин шояд ки пинҳон шуда бошанд.

Василковский Н.П. [3] таърихи минбаъдаи геологии Осиёи Миёнаро ба ду давра ҷудо менамояд. Давраи якуми он аз докембриягӣ огоз шуда, тамоми эраи палеозойиро фаро мегирад. Давраи дуюм эраҳои мезозой ва кайнозойро фаро мегирад.

Дар барқарорсозии донишҳои кӯҳӣ-геологӣ нақши бузургро ба хусус канданиҳои фоиданок мебозанд. Онҳо маҳсули табиат ба ҳисоб рафта, зери мафҳуми муҳити ҷуғрофӣ

муттаҳид мешаванд. Дар навбати худ онҳо категорияи иқтисодӣ буда, ҳамин тариқ воситаи истеҳсолот мебошанд.

Осиёи Миёна аз канданиҳои фоиданоки гуногун хеле бой аст. Конҳои маъдан дар ин минтақа бо сабаби ҷорӣ шудани нуфузи болоии палеозойӣ ва равандҳои дигар ташкил шудаанд. Кӯҳҳои Осиёи Миёна дорои конҳои маъдани пайванди метаморфикӣ, конҳои полиметаллӣ ва волфрам, конҳои мис, арсен (марги муш), қалъагӣ, тилло, булур, фирӯза ва як қатор маъданҳо ва сангҳои қимматбаҳои дигар мебошанд. Бояд гуфт, ки дар Осиёи Миёна обҳои зеризаминӣ низ аҳамияти муфид доранд.

Ҳамин тариқ, омӯзиш ва пажӯҳиши донишҳои кӯҳӣ-геологӣ ва ҷуғрофиёи табиии Осиёи Миёна аҳамияти илмию иқтисодии бузургеро доро буда, ба ақидаи муаллифи ин сатрҳо, яке аз ҷанбаҳои камтаҳқиқи таърихи илм ва техника ба ҳисоб меравад.

АДАБИЁТ:

1. Беленицкий, А.М. Место минералогического трактата Бируни в истории восточной минералогии, в кн.: Абу-р-Райхан Мухаммед ибн Ахмед ал-Бируни. Собрание сведений для познания драгоценностей (Минералогия), перевод А.М. Беленицкого. – М., изд-во АН СССР, 1963.
2. Беленицкий А.М. Великий среднеазиатский энциклопедист XI века ал-Беруни о горных богатствах Средней Азии // Природа. – 1949. – №8.
3. Васильковский Н.П. Геологическая карта Средней Азии. Лист К-42-Г, юго-восточная чеиверть (Коканд). Пояснительная записка. – М.; – Л., 1941. – 228 с.
4. Вебер В.Н. Плавка железных руд в Бухарском ханстве // Горн. журнал. – 1898. Т. 3. – С. 256-258.
5. Вебер В.Н. О золотопромышленности в Средней Азии // Рудн. вестник. – 1916. – №4. – С. 238-243.
6. Докучаев В.В. Сочинения. Т. 9. – М.: Изд-во АН СССР, 1961.
7. Докучаев В.В. Минералогия (Лекции, чит. в С.-Петербургском ун-те в 1884/1885 учеб. г.). – СПб.: изд. Луценко, 1885. – 616 с. (литогр.).
8. Докучаев В.В. О выветривании минералов (Спец. курс минералогии, чит. в Санкт-Петербургском ун-те в 1887/88 учеб. г.) / Сост. К.Д. Глинка, 1888. – 156 с. (рукопись; хранится в библиотеке Почвенного ин-та РАН).
9. Иванов П.П. Очерки по истории Средней Азии (XVI - середина XIX в.) / Отв. ред. А.К. Боровков. – М.: Издательство Восточной литературы, 1958. – 250 с.
10. Каримов У.И. Китаб ас-сайдана («Фармакогнозия») Беруни [Текст]: Автореферат дис. на соискание ученой степени доктора филологических наук / АН УзССР. Объедин. учен. совет по филологии Отд-ния истории, языкознания и литературы. – Ташкент: Фан, 1971. – 73 с.
11. Корженевский Н.Л. Через Памир к Гиндукушу (от Оша до Памирского поста) // Исторический вестник. – 1912. – №2.
12. Лайель Ч. Основания геологии или перемены, происходившие некогда с землею и с её обитателями / Пер. с 5 англ. изд.: В 2 т. – М.: тип. Э. Барфкнехта и Ко, 1859. Т. 1. – 96 с.; Т. 2. – 178 с.
13. Лайель Ч. Основные начала геологии или новейшие изменения земли и её обитателей / Пер. с англ. А. Мин: В 2 т. Т. 2. – М.: изд. А. Глазунова, 1866.– 462 с.
14. Леммлейн Г.Г. Минералогические сведения Ал-Бируни // Бируни. – М.: Изд-во АН СССР, 1950. – С. 106 – 127.
15. Леммлейн Г.Г. О минералогическом трактате Бируни – среднеазиатского ученого XI в. // Очерки по истории геологических знаний. Вып. 1. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – С. 199-206.
16. Литвинский Б.А., Седов А.В. Тепаи Шах. Культура и связи кушанской Бактрии. – М.: Наука, 1983. – 244 с.
17. Мурзаев Э.М. В далёкой Азии: Очерки по истории изучения Средней и Центральной Азии в XIX-XX веках. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1956. – 224 с.
18. Мурзаев Э.М. Средняя Азия: Физико-географический очерк / Отв. ред. акад. А.А.Григорьев. – 2-е изд., доп. – М.: Географгиз, 1957. – 272 с.
19. Мушкетов И.В. Краткий отчет о геологическом путешествии по Туркестану в 1875 году. – Санкт-Петербург: тип. Имп. Акад. наук, 1876. – 124 с.
20. Мушкетов И. В. О месторождениях золота и других полезных ископаемых в Туркестанском крае: Из отчета горн. инж. Мушкетова. – Ташкент: тип. Воен.-нар. упр., 1877. – 50 с.
21. Мушкетов И.В. Туркестан. Геологическое и орографическое описание по данным, собранным в путешествиях с 1874 по 1880. – СПб.: Типография М.М. Стасюлевича, 1906.
22. Мушкетов И.В. Заметка о нефрите и жадеите с восточного Памира // Изв. Имп. рус. географ. о-ва. Т. 25. – СПб., 1889. – С. 454-467.
23. Наследов Б.Н. Месторождения мышьяковых руд в западной части Зеравшанского хребта. – Ленинград, 1934.
24. Окладников А.П., Окладникова Е.А. Заселение Земли человеком – М.: Педагогика, 1984. – 112 с. (Библиотечка Детской энциклопедии «Ученые – школьнику»).

25. Павлов А.П. Очерк истории геологических знаний. – М.: Госиздат, 1921. – 84 с.
26. Павлов А.П. Морское дно и созданные морем геологические напластования. 2-е изд. – М.: госиздат, 1922. – 70 с.
27. Толстов С.П. По следам древнехорезмийской цивилизации. – Москва-Ленинград: Издательство АН СССР, 1948. – 328 с.
28. Elements of Geology by Alonzo Gray, Charles Baker Adams. Publication date 1863. Publisher Harper & Brothers Collection University of Michigan.

ДОИР БА ПАЖӮҲИШОТИ ДОНИШҲОИ КӮҲӢ-ГЕОЛОГӢ ВА ҶУҒРОФИЁИ ТАБИИИ ОСИЁИ МИЁНА

Дар ин мақола таҳқиқи табиати кӯҳии Осиёи Миёна аз ҷониби муҳаққиқони варзида мухтасаран мавриди баррасӣ қарор гирифтааст. Муаллиф омӯзиш ва пажӯҳиши донишҳои кӯҳӣ-геологӣ ва ҷуғрофиёи табиии Осиёи Миёнаро соҳаи камомӯхташудаи таърихи илм ва техника нишон дода, аҳамияти илмию иқтисодии таҳқиқи онро баён кардааст. Мақола хусусияти байнифаннӣ дошта, дар ҳамгироии геология, минералогия, ҷуғрофия ва таърих таълиф гардидааст, ки барои пажӯҳишгарони ихтисосманди соҳаҳои номрафта судманд хоҳад буд.

КАЛИДВОЖАҲО: Осиёи Миёна, маъдан, табиат. таърихи илм, геология, минералогия, кӯҳ, дарё, об, кӯл.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Азим Иброҳим, номзади илмҳои техникӣ, академики Академияи муҳандисии Тоҷикистон, Вазири нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 93-189-10-01; e-mail: azimibrohim1962@mail.ru

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРИРОДНОЙ ГЕОГРАФИИ СРЕДНЕЙ АЗИИ

В данной статье кратко рассматривается горная природа Центральной Азии ведущими исследователями. Автор показывает изучение и исследование горно-геологических знаний и естественной географии Средней Азии как малоразвитую отрасль истории науки и техники, подчеркивает научную и экономическую значимость ее изучения. Статья носит междисциплинарный характер и написана в интеграции геологии, минералогии, географии и истории, что будет полезно квалифицированным исследователям в этих областях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Средняя Азия, добыча полезных ископаемых, природа. история науки, геология, минералогия, гора, река, вода, озеро.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Азим Иброхим, кандидаи технических наук, академик Инженерной Академии Таджикистана, Министр транспорта Республики Таджикистан. Тел.: (+992) 93-189-10-01; e-mail: azimibrohim1962@mail.ru

ON THE STUDY OF THE MINING-GEOLOGICAL AND NATURAL GEOGRAPHY OF CENTRAL ASIA

The article briefly examines the mountainous nature of Central Asia by leading researchers. The author shows the study and study of mining and geological knowledge and natural geography of Central Asia as an underdeveloped branch of the history of science and technology, emphasizes the scientific and economic significance of its study. The article is interdisciplinary in nature and is written in the integration of geology, mineralogy, geography and history, which will be useful to qualified researchers in these areas.

KEY WORDS: Central Asia, mining, nature. history of science, geology, mineralogy, mountain, river, water, lake.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Azim Ibrohim, candidate of technical sciences, academician of the Engineering Academy of Tajikistan, Minister of Transport of the Republic of Tajikistan. Phone: (+992) 93-189-10-01; e-mail: azimibrohim1962@mail.ru

О ВОПРОСЫ ГЕОМЕТРИИ В «КИТАБ-УТ-ТАФХИМ» БИРУНИ

Хусейнов Р.С.
Кулябский государственный университет имени Абуабдуллах Рудаки

Великий средневековый персидско-таджикский ученый Абу Райхан Мухаммад ибн Ахмад аль-Бируни (973-1048) был подлинным энциклопедистом. Он оставил заметный вклад в развитии истории, географии, астрономии, математики, геометрии, физики, медицины, фармакологии, языкознания и других наук своего времени. Количество его трудов насчитывают около 150 наименований, из них дошли до наших дней всего 31, и это достаточно тому, чтобы можно было утвердить об уровне его знаний, и его место в истории мировой науки и культуры.

Несмотря на своё иранское происхождение, его родным языком был хорезмийский, одна из ветвь иранского группы языков, Бируни большую часть своих научных трудов написал на

научном языке своего времени, т.е. на арабском языке. Однако, один из своих шедевров под названием «Китаб ат-тафхим ли-аваил сина'ат ат-танджим» («Книга вразумления начаткам науки о звёздах»), который является одним из самых важных ранних произведений науки на персидском-дари (таджикском) языке, наряду с «Донишнома» («Книги знания») Авиценны. «Китаб ат-тафхим ли-аваил сина'ат ат-танджим» в истории науки коротко называют «Китоб-ут-тафхим» [?].

Первая глава «Китоб-ут-тафхим» посвящена основным понятиям геометрии. В данной главе рассматривается 71 вопросов относительно планиметрии, стереометрии и теории отношений. Примечательно, что Бируни исследуемые проблемы рассматривает в виде вопросов и ответов. Следует отметить, что такая форма объяснений вопросов в науке средневекового мусульманского Востока, особенно эпохи Абу Райхана Бируни и Абу Али ибн Сино (Авиценны) была одна из лучших методик объяснений научных проблем. Например, трактат «Курозаи табииёт» («Опилки природы») Авиценны, которая состоит из четырех разделов был написан полностью в виде вопросов и ответов, и причем на родном (таджикском) языке ученого [?].

Вопросы 1-37 относятся к проблемам планиметрии, 38-56 – проблемам теории отношений, и 51-71 проблемам стереометрии.

В первой главе относительно определения предмета геометрии, Бируни акцентируется, о ее необходимости для арифметики и астрономии. Вот, что пишет он об этом «Донистани андозаҳо ва чандии як аз дигар ва хисияти суратҳо ва шаклҳо, ки андар ҷисм мавҷуд аст. Ва илми адад бад-ӯ куллӣ гардад аз паси он-к ҷузвӣ бувад ва (ба он) илми сурати олам ҳақиқат гардад аз паси он-к ба тахмин (ва гумоне) бувад» [1, с. 21] «Знание размеров и многих других свойств и форм существующего предмета. И познание числа завершится после него, и познание образа вселенной поразится после него»*. Разумеется когда говорит «илми адад», подразумевается «арифметика», и «илми сурати олам» – астрономия и космология.

Отсюда также следует, что Бируни определяет геометрию как предмет об изучении фигуры и свойства предметов, и утверждает, что геометрия пополняет арифметику и астрономию.

Относительно трехмерного пространства в третьем вопросе говорит: «Бӯъдҳои ҷойгоҳ чӣ чизанд? – Се гунаанд: Яке дарозо ва дигар паҳно ва дигар жарфо. Ва чунон нест, ки номи дарозо бар бӯъде уфтаду бар дигарон натавонад уфтодан, валекин ин номҳо ба изофат ниҳодаанд, ҳар гаҳ, ки якеро аз он бӯъдҳо тӯл ном кунӣ, он дигар, ки бар ӯ гардад, арз ном шавад ва он се дигар, ки бар ҳар ду гардад, онро умқ хонанд. Ва одати мардумон чунон рафтааст, ки дарозтарин бӯъдеро тӯл ном кунанд, ай (яъне) дарозо ва он-к аз ӯ камтар аст, ӯро арз ном кунанд, ай (яъне) паҳно ва дигарро умқ ном кунанд, ай (яъне) жарфо ва агар баландӣ бувад, самк гӯянд, ай (яъне) боло» [?, с. 21].

«Что такое трехмерность пространства? Есть три вида измерения: длина, ширина и глубина (или высота). Никогда не бывает так, чтобы у тела была длина, а не была её ширины или глубины, а также ширина не может быть без длины и глубины…». А далее он определяет арабские названия «длина», «ширина» и «глубина» и их таджикские аналогии соответственно «тӯл» («дарозо»), «арз» («паҳно») и «умқ» («жарфо»).

В шестом и седьмом вопросе он определяет линию и точку следующим образом: «Хат чист? – Агар баситро ниҳоят бошад, он ниҳояти ӯ ночора хатте бошад ва он хат тӯле бошад бе арз ва ба бӯъд, яке камтар бошад аз бӯъдҳои сатҳ, чунон-к бӯъдҳои сатҳяке камтар бошад аз бӯъдҳои ҷисм, зеро-к агар хатро паҳно будӣ, сатҳ будӣ ва мо ӯро ниҳояти сатҳ ниҳодем, на сатҳ. Ва сурат бастани ин хат осон шавад ба нигаристан аз буруни шиша, ки андар ӯоб ва равған карда бошанд. Ва низ он хат, ки миёни Офтоб ва соя бувад. Ва агар касе сатҳро аз коғаз тасаввур кунад, ҳанчанд, ки коғаз ситабр аст ва хат аз каронҳои вай донад, осонтар бувад, то чун ваҳм қавӣ гардад ва озмоиш уфтад аз махсус ба маъқул равад» [?, с. 22].

«Что такое линия? – … линия это длина без ширины, ибо если бы имела ширину, то это была бы поверхностью…

«Нуқта чист? – Чун хатро ниҳоят бошад, ниҳояти ӯ нуқта бувад ва нуқта камтар аз хат бошад ба як бӯъд ва хатро ҷуз тӯл нест. Ва бад-он-к нуқтаро на тӯл асту на арзу на умқ ва ӯ ниҳояти ҳамаи ниҳоятҳост ва аз баҳри ин ӯро ҷузв нест ва сурaташ бандад аз махсус ба сари сӯзани тез. Ва ҳар як аз сатҳу хатту нуқта мавҷуданд ба ҷисм, аммо ҷудо аз ҷисм эшонро вуҷуд нест, магар ба ваҳм бас» [?, с. 22].

* Перевод наш. Далее приводится наш перевод

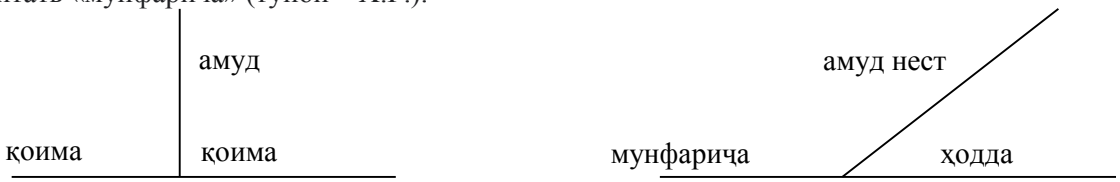
«Что такое точка? – Когда линия имеет конец, ее концом будет точка… И точка не имеет ни длины, ни ширины, и ни глубины…, подобно головки острой иглы. И каждая поверхность, линия и точка существуют в теле (предмете), и отдельно от предмета не существуют…».

В девятом и десятом вопросе Бируни определяет угол и виды углов. Например, относительно угла пишет: «Зовия чист? – Сипарӣ шудани сатҳ бувад ва расидани ӯ ба нуқтае, ки гирд бар гирди ӯ ду хат бошад, як бо дигар пайваста, на ростии эшон. Ва аз баҳри ин онро «зовияи мустақимат-ул-хаттайн» хонанд, зеро ки агар яке аз ин ду хат на рост бошад, зовияро мустақимат-ул-хаттайн нахонанд».

«Что такое угол? – Это есть пересечение поверхности и достижение точки, где вокруг нее проходят две линии, одна из которых связана с другой… И по этой причине его следует называть «прямой угол», ибо если одна из этих двух линий неверна, то угол не следует называть прямым».

Относительно видов угла пишет: «Чанд гуна зовияҳост? – Чун хатти рост бар хатте уфтад монанди забонаи тарозӯ бар амудаш ва он ду зовия, к-аз ин сӯй в-аз он сӯи хаттанд, мар якдигарро рост бошанд, ҳар якеро «қоима» хонанд ва он хатро «амуд» хонанд. Ва ҳар зовия, к-аз қоим камтар бошад, «ҳодда» хонанд, ай (яъне) тез ва ҳар зовия, к-аз қоима бештар бошад, мунфарича хонандӣ» [?, с.22].

«Сколько бывает видов угла? – Когда прямая линия ложится на линию, как язычок весов на ее вертикаль и эти два угла называются прямые, от одной стороны к другой, то каждая из них называется «каима» (столбец – Х.Р.), и угол называется «вертикальный». И каждый угол, который меньше каимы, считать «ходда» (острый – Х.Р.), а другой угол, который больше каимы, считать «мунфарича» (тупой – Х.Р.).



В одном из вопросов Бируни определяет что такая касательная. Вот, что пишет об этом: «Мутамос кадом аст? – Ин бисудан бувад. Ва ин миёни ҳар ду доира бувад аз андарун, агар яке хурдтар бошанд. Ва аз берун ҳар гуна бошанд. Ва низ миёни доира ва хатти рост бошад, ҳар гоҳ, ки як бо дигар баҳам оянд, бе он-к яке мар дигарро бибуррад» [?, с. 28]

«Что такое касательная? – Это касаться чего либо. И было бы между двумя кругами изнутри, если бы один был поменьше. И внешне они все разные. А между кругом и прямой, всякий раз, когда они пересекаются друг с другом, без нее одно будет резать другое.

Таким образом, творчество Бируни оказало самое плодотворное влияние на формирование и развитие средневековой математики и науки вообще. Можно утверждать, что научные достижения Абу Райхана Бируни, наряду с трудами Абу Махмуда Худжанди, Абулвафо Бузджани, Авиценны и других великих средневековых персидско-таджикских ученых можно рассматривать как один из существенных этапов предыстории классической науки физико-математического цикла.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абӯрайҳони Берунӣ. Китоб-ут-тафҳим. – Душанбе: Дониш, 1973. – 287 с.
2. Ибни Сино. Қурозаи табииёт. – Абӯалӣ ибни Сино. Осори мунтахаб. – Ҷ. 2. – Душанбе: Ирфон, 1983. – 560 с.
3. Абдулхай Комили, Азим Иброхим. Абуали ибн Сино и его трактат «Опилки природы» («Курозаи табииёт») // Вклад Авиценны и Эйнштейна в развитие мирового естествознания (Материалы Международной конференции, посвященной 1025-летию Абу Али ибн Сино и 100-летию Эйнштейна). – Курган-Тюбе, 2005. – С. 29-31.

4. Розенфельд Б.А., Рожанская М.М., Соколовская З.К. Абу-р-Райхан ал-Бируни (973-1048). – М.: Наука, 1973. – 272 с.
1. قراضه طبیعیات منسوب به شیج رئیس ابو علی سینا با مقدمه و حواشی و تصحیح دکتر غلامحسین
2. صدیقی تهران ۱۳۳۲ هجری شمسی ۱۳۷۳ هجری قمری

МАСЪАЛАҲОИ ҲАНДАСӢ ДАР «КИТОБ-УТ-ТАФҲИМ»-И БЕРУНӢ

Саҳми донишманди асримиёнагии форс-тоҷик Абурайҳони Берунӣ дар рушди илми ҷаҳонӣ воқеан беназир аст. Математик, геометр, астроном, физик, географ, фармаколог, геолог, муаррих, забоншинос, мутарҷим ва шарҳдиҳандаи осори донишмаендони Юнони Қадим. Ӯ илму фарҳанги даврони худро ба сатҳи баланд бардошт. Душвор аст он соҳаи дониши асрҳои миёнаро номбар кардан, ки бо дурахши истеъдоди Берунӣ равшанӣ наёфта бошад. Мақола ба геометрияи Берунӣ бахшида шуда, хусусияти байнисоҳавӣ дорад. Он дар ҳамгироии геометрия, таърих ва методикаи таълими геометрия навишта шуда, ба мутахассисони соҳаҳои номбурда равона шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: Берунӣ, ҳандаса, хат, нукта, зовия, таърих, асрҳои миёна.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Ҳусейнов Руҳулло Салоҳиддинович, саромӯзгори кафедраи математика ва методикаи таълими математикаи Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Рӯдакӣ. Тел.: (+992) 988-88-29-30; e-mail: ruh89a@mail.ru

ВОПРОСЫ ГЕОМЕТРИИ В «КИТАБ-УТ-ТАФХИМ» БИРУНИ

Вклад средневекового персидско-таджикского ученого Абу Райхана Бируни в развитии мировой науки поистине уникален. Математик, геометр, астроном, физик, географ, фармаколог, геолог, историк, языковед, переводчик и комментатор античных сочинений. Он поднял культуру своей эпохи на ступень выше. Трудно назвать какую-нибудь область знания средневековья, которая не была бы освещена блеском таланта Бируни. Статья посвящена геометрии Бируни и имеет междисциплинарный характер. Она написана на стыке геометрии, истории и методики преподавания геометрии, и адресована вышеназванным специалистам.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Бируни, геометрия, линия, точка, угол, история, средневковья.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Хусейнов Рухулло Салохиддинович, ст. преподаватель кафедры математики и методики преподавания математики Кулябского государственного университета имени А. Рудаки. Тел.: (+992) 988-88-29-30; e-mail: ruh89a@mail.ru

ABOUT QUESTIONS OF GEOMETRY IN «KITAB-UT-TAFKHIM» BIRUNI

The contribution of the medieval Persian-Tajik scientist Abu Raykhan Biruni to the development of world science is truly unique. Mathematician, geometer, astronomer, physicist, geographer, pharmacologist, geologist, historian, linguist, translator and commentator of ancient scientist's. He raised the culture of his era to a higher level. It is difficult to name any area of knowledge of the Middle Ages that would not have been illuminated by the brilliance of Biruni's talent. The article is devoted to the geometry of Biruni and has an interdisciplinary character. It is written at the intersection of geometry, history and methods of teaching geometry, and is addressed to the above-named specialists.

KEY WORDS: Biruni, geometry, line, point, angle, history, Middle Ages.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Huseynov Ruhullo Salohiddinovich, Art. Lecturer at the Department of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics of Kulob State University named after A. Rudaki. Phone: (+992) 988-88-29-30; e-mail: ruh89a@mail.ru

АЗ ТАЪРИХИ НАЗАРИЯИ НИСБИЯТ ВА АСОСҲОИ ФИЗИКИИ ОН

Қурбонов Д.М.
Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абуабдуллоҳи Рӯдакӣ
Комилӣ А.Ш.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

Баъд аз эътироф гардидани назарияи нисбият, донишмандон онро одатан аз нуктаи назари гуногун шаҳр медиҳанд: физикӣ, математикӣ ва фалсафӣ. Муаллифони мақола муътақиданд, ки назарияи нисбият пеш ва беш аз ҳама, назарияи физикӣ маҳсуб мегардад, маҳз бад-ин хотир дар мақолаи мазкур асосҳои физикии он баррасӣ мегардад.

Дар таърихи илм поягузори манзараи механикии олам физики машҳури англис Исаак Нютон эътироф гардидааст, ки қонунҳои ӯ асоси физикаи классикиро ташкил медиҳанд. Мувофиқи қонуни якуми Нютон: ҳангоми набудани таъсироти беруна ҷисмҳо ҳолати оромӣ ё ҳаракати ростхаттаи мунтазами худро нигоҳ медоранд, ки ин қонун дар физика бо номи «инерсия» сабт шудааст.

Мувофиқи қонуни дуюми Нютон: қувваи ба ҷисм таъсирбахшанда ба ҳосили зарби массаи ҷисм ва шитоби он баробар аст, яъне:

$$F = ma = m\frac{d\vartheta}{dt}$$

Қонуни сеюми Нютонро дар физика «таъсир ва акси таъсир меноманд», яъне: қувваҳои ба ду ҷисми ба якдигар таъсиркунанда аз ҳисоби қимати мутлақ бо ҳам баробар буда, вале самтҳои муқобил доранд, ки тавассути формула чунин ифода карда мешавад:

$$F_1 = - F_2$$

Қонуни ҷозибаи умумиҷаҳонӣ, ки баъдан қонуни чоруми Нютон номида шуд, чунин баён карда мешавад: ҷисмҳо якдигарро бо қуввае ҷазб мекунанд, ки модули ин қувва ба ҳосили зарби массаҳои онҳо мутаносиби роста буда, ба квадрати масофаи байни онҳо мутаносиби чаппа аст, яъне:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$$

дар ин ҷо G - доимии ҷозибавӣ (гравитатсионӣ) ном дошта, ба 6,67 10^{-11} Н·м^2/кг^2 баробар мебошад.

Баъд аз кашфи принсипи нисбияти Галилео Галилей ва қонунҳои механкии Нютон дар физика як қатор кашфиёти ҷадид ба вуқуъ пайваста, назарияҳои нав пайдо гардиданд, ки барои шарҳи онҳо қонунҳои механикии Нютон оҷиз монд. Масалан, соли 1785 қонуни таъсири мутақобилаи ҷисмҳои зарядноки ором аз тарафи Ш.О. Кулон; соли 1790 элементи галванӣ аз тарафи А.Волта; соли 1820 таъсири ҷараёни электрикӣ ба ақрабаки магнитӣ аз тарафи Х. Эрстед; соли 1821 аввалин ҳаракатдиҳандаи электрикӣ аз тарафи М. Фарадей; соли 1825 робитаи ҳодисаҳои электрикӣ ва магнитӣ аз тарафи А.М. Ампер; соли 1827 таносуби байни қувваи ҷараён, шиддат ва муқовимати занҷири электрикӣ аз тарафи Г. Ом; соли 1831 индуксияи электромагнитӣ аз тарафи М. Фарадей ва ҳамин тавр кашфиёти зиёди дигаре пайдо шуданд.

Дар заминаи чунин кашфиёти ҷолиб дар охирҳои асри XIX ҷои манзараи механикии оламро назарияи электромагнитӣ ишғол намуд. Асосгузорони манзараи электродинамикии олам Эрстед, Фарадей ва Максвелл ба шумор мераванд, ки мувофиқи ин назария дар олам модда на танҳо дар намуди ҷисм, балки ба намуди майдонҳои физикӣ вуҷуд дошта метавонанд. Ҳамин тариқ, барои қонуниятҳои олами сағир (микроолам) манзараи электродинамикӣ низ оҷиз монд ва ҷои онро илми наве бо номи механикаи квантӣ (мавҷӣ) ишғол намуд. Дар асоси принсипҳои механкаи квантӣ манзараи кванто-релятивистии олам ба вуҷуд омад, ки асосгузорони он М. Планк, Н. Бор, Э. Шредингер, В. Гейзенберг ва дигарон ба шумор мераванд. Ҳамин тариқ, пас аз инқилоби илмӣ - техникӣ дар соҳаҳои мухталифи физика сол аз сол кашфиёти аз ин ҳам дақиқтару муҳимтаре ба вуқуъ пайваста истодаанд, ки онҳо ба пайдоиши манзараҳои илмии навбатӣ заминаҳои мусоидро фароҳам меоранд.

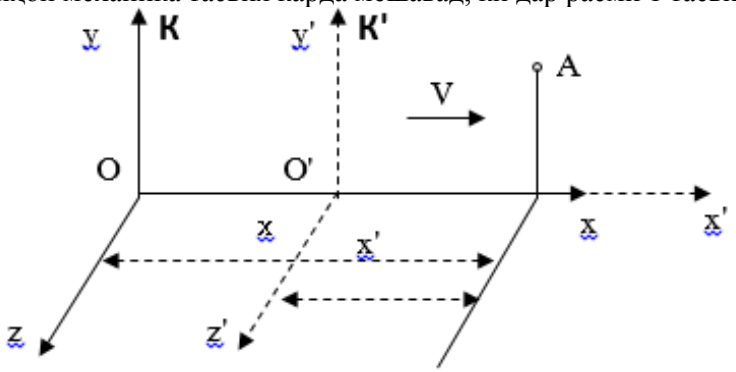
Дар манзараи механикии Олам мафҳумҳои фазои мутлақ ва вақти мутлақ нақши асосӣ мебозанд. Ин мафҳумҳо асоси консепсияи механикии фазо ва вақтро ташкил медиҳанд, ки мувофиқи он материя, фазои мутлақ ва вақти мутлақ мафҳумҳои аз якдигар новобаста ҳисобида мешаванд.

Дар механикаи классикӣ принсипи нисбияти Галилей ҷой дорад, ки мувофиқи он:

– ҳангоми гузариш аз як системаи сарҳисоби инерсиалӣ ба системаи сарҳисоби инерсиалии дигар намуди қонунҳои механикӣ тағйир намеёбад.

– дар системаҳои сарҳисоби инерсиалӣ ҳолати оромӣ ва ҳаракати ростхаттаю мунтазами ҷисмҳо фарқ карда намешавад.

Аз ин принсип бармеояд, ки фазо ва вақт мафҳумҳои сирф мутлақ буда, аз хосиятҳои объектҳои материалӣ вобаста намебошанд. Гузариш аз як системаи инерсиалӣ ба системаи инерсиалии дигар як тарзи табдилёбиҳои координатаҳо мебошанд, ки онро табдилёбиҳои Галилей меноманд ва мувофиқи он принсипи нисбияти механикаи классикӣ ҳамчун принсипи ковариантнокии қонунҳои механика тасвия карда мешавад, ки дар расми 1 тасвир гардидаанд.



Расми 1. Системаҳои сарҳисоби беҳаракат K ва ҳаракаткунанда K'

Дар расми 1 системаи сарҳисоби К - ором ва К’ - ростхатта ва мунтазам ҳаракаткунанда нисбати К мебошад. Яъне мувофиқи системаи пурраи табдилёбиҳои Галилей формулаи зерин ҷой дорад:

$$x' = x - Vt;\ \ y' = y;\ \ z' = z;\ \ t' = t. \quad (1)$$

Аз ин ҷо бармеояд, ки мувофиқи табдилёбиҳои Галилей координатаҳои фазоӣ ва вақтӣ ба муодилаҳои (1) баробарқуввa дохил намешаванд, яъне x’ аз x ва t вобаста аст, вале t’ танҳо аз t вобаста буда, аз x вобаста намебошад. Ҳамин тавр, дар табдилёбиҳои Галилей вақт ҳамчун бузургии мустақил ва новобаста аз фазо тасаввур карда мешавад.

Мувофиқи принсипи нисбияти Галилей агар ҷисм дар ду шакли ҳаракат иштирок кунад, суръати умумии он ҷамъ ё тарҳ мешавад (V ± v). Аммо баробари омӯзиши ҳодисаҳои электрикӣ, магнитӣ ва оптикӣ вазъият тағйир меёбад. Пайдоиши назарияи майдони электромагнитӣ ва тасдиқи таҷрибавии мавҷудияти реалии он саволеро ба миён гузошт, ки оё принсипи нисбияти Галилей, ки барои ҳодисаҳои механикӣ ҷой дорад, барои ҳодисаҳои электромагнитӣ ҳам ҷой дошта метавонад? Сухан дар бораи он меравад, ки ба муодилаҳои Максвелл, ки тавсифкунандаи муодилаҳои асосии назарияи электромагнитӣ мебошанд, коэффисиенти доимӣ дохил мешавад, ки он суръати рӯшноӣ буда, тақрибан ба c = 300000 км/сон баробар аст. Пас, табиист, саволе ба миён меояд, ки суръати рӯшноӣ нисбат ба чӣ доимист? Посух чунин буд, ки нисбат ба фазои мутлақ ва ором, яъне эфир. Бояд гуфт, ки он солҳо мавҷи рӯшноиро лаппиши як муҳити умумиҷаҳонии универсалии беҳаракат – эфир мепиндоштанд. Агар ин тавр бошад, пас дар системаи сарҳисоби дилхоҳе, ки нисбат ба эфир бо суръати доимии v ҳаракат мекунад, бояд суръати рӯшноӣ чунин бошад: c ± v. Аз ин рӯ, агар мо суръати рӯшноиро нисбат ба эфир ва нисбат ба системаи сарҳисоби ҳаракаткунанда ҳисоб кунем, он гоҳ суръати системаи сарҳисобро нисбат ба эфир, ё худ суръати мутлақро нисбат ба фазои мутлақ ёфта метавонем. Дар асоси ин ақида таҷрибаи машҳури физики амрикоӣ А. Майкелсон гузаронида шуд, ки он бояд ҳаракати Заминро нисбат ба эфир ошкор мекард. Вале ин таҷриба сарфи назар аз он, ки борҳо ва бо саҳеҳии дақиқ гузаронида шуд, натиҷаи манфӣ дод. Мақсад аз ин таҷриба ёфтани фарқи байни суръати рӯшноии ба самти ҳаракати Замин перпендикуляр буд. Вале таҷриба нишон дод, ки суръати рӯшноӣ дар ҳама самтҳо якхелааст, яъне ҳаракати Замин ба суръати рӯшноӣ таъсир намерасонад. Аз натиҷаи таҷрибаи Майкелсон принсипи доимии суръати рӯшноӣ бармеояд, ки мувофиқи он суръати рӯшноӣ дар фазои холӣ новобаста аз ҳаракати манбаъ ва ё қабулкунаки рӯшноӣ доимӣ мебошад.

Ҳамин тавр, охирҳои асри XIX ва ибтидои асри XX инкишофи физика физикдононро ба дарки ихтилоф ва номувофиқатӣ байни ду принсипи дар алоҳидагӣ дуруст ва дар таҷриба исбот шуда овард: принсипи нисбияти Галилей ва принсипи тағйирнопазирии (доимии) суръати рӯшноӣ.

Ҳалли чунин масъаларо А. Эйнштейн пешниҳод намуд, ки бинобар ақидаи ӯ принсипҳои бо роҳи таҷрибавӣ исбот шуда, ба ҳам зид буда наметавонанд. Бо вуҷуди ин, агар зиддият пайдо шавад, пас сабаби онро бояд дар шартҳои заминавии ин принсипҳо ҷуст. Барои бартараф намудани зиддияти зикршуда Эйнштейн ба хулоса омад, ки бояд аз табдилёбиҳои Галилей ва аз ақидаи мутлақияти фазо ва вақт даст кашид. Аз ҷумла ӯ ба ақидаи қатъӣ омад, ки мафҳуми яквақтагии ҳодиса характери нисбӣ дорад, яъне, масалан, ду ҳодисае, ки дар як системаи сарҳисоб яквақтаанд, нисбат ба системаи сарҳисоби дигар яквақта буда наметавонанд ва баръакс. Ин чунин маъно дошт, ки ба мафҳуми вақти мутлақ хотима дода шавад, яъне дар системаҳои сарҳисоби гуногун вақт якхела ҷорӣ намешавад.

Дар натиҷаи таҳлили мафҳуми яквақтагии ҳодисаҳо А. Эйнштейн бар ивази табдилёбиҳои Галилей табдилёбиҳоеро истифода кард, ки намуди зерин доранд:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}};\quad y' = y;\quad z' = z;\quad t' = \frac{t - vx/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad (2)$$

Бояд гуфт, ки табдилёбиҳои (2)-ро физики ҳолландӣ Х.А. Лоренс ҳанӯз соли 1896 пешниҳод карда буд, вале ба онҳо маънои физикӣ дода натавонист. А. Эйнштейн нишон дода тавонист, ки маҳз ҳамин табдилёбиҳо ифодаи математикии нисбӣ будани фазо ва вақт мебошанд. Воқеан, аз табдилёбиҳои Лоренс бармеояд, ки

$$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \qquad (3)$$

а) андозаи ҷисм ба самти ҳаракат кӯтоҳ мешавад – эффекти кӯтоҳшавии релятивии андозаи ҷисм ба самти ҳаракат:

Ин ҷо L_0 ва L - мувофиқан дарозии ҷисм дар системаҳои сарҳисоби К ва К’.

б) ҷоришавии вақт дар системаи сарҳисоби ҳаракаткунанда суст мешавад – эффекти сустшавии релятивии ҷоришавии вақт дар системаи сарҳисоби ҳаракаткунанда:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad (4),$$

дар ин ҷо Δt_0 ва Δt – мувофиқан фосилаи вақт дар системаҳои сарҳисоби К ва К’мебошанд.

Дар механикаи классикӣ бузургии массаи ҷисм доимӣ ҳисобида мешавад. Аз назарияи махсуси нисбият бармеояд, ки бо зиёдшавии суръат масса низ меафзояд. Агар массаи ҷисми оромро бо m_0 ишора намоем, онгоҳ массаи ҳамин ҷисми бо суръати V ҳаракаткунанда намуди зеринро дорад:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad (5)$$

Аз ин баробарӣ бармеояд, ки бо афзудани суръати ҳаракати ҷисм массаи он зиёд мешавад. Ин эффект барои заррахои элементарӣ (электронҳо ва ғ.) кайҳо исбот карда шудааст.

Аз формулаҳои (3), (4) ва (5) бармеояд, ки агар ҷисм бо суръати рӯшноӣ ҳаракат кунад, бояд андозаи он баробари сифр (0) шавад, дар ҳамон системаи ҳаракатнок ҷоришавии вақт қатъ гардад ва массаи ҷисм беохир калон шавад. Азбаски аз назари физикӣ чунин ҳолатҳо маъно надоранд, пас ба хулоса омадан мумкин аст, ки ҷисми дорои массабуда бо суръати рӯшноӣ ҳаракат карда наметавонад.

Дар назарияи махсуси нисбият системаҳои сарҳисоб инерсиалӣ ҳисобида мешаванд. Назарияи махсуси нисбият муқаррар менамояд, ки дар ҳамаи системаҳои инерсиалӣ равандҳои физикӣ якхела сурат мегиранд.

Асоси назарияи умумии нисбиятро ду ақида ташкил медиҳад:

а) назарияи махсуси нисбият;

б) далели баробарии массаи инертӣ ва массаи ҷозибавӣ (гравитатсионӣ).

Аз назарияи умумии нисбият як хулосаи ниҳоят муҳим бармеояд: дар майдони ҷозиба дастаи рӯшноӣ каҷхатта паҳн мешавад. Ин натиҷа барои санҷидан ва асоснок намудани назарияи мазкур аҳамияти фавқулодда муҳим дорад, зеро онро бо роҳи таҷрибавӣ мушоҳида намудан мумкин аст. Воқеан, ченкуниҳои дақиқ, ки дар аснои гирифтани пурраи офтоб, соли 1919 гузаронида шуд, ин пешгӯиро пурра тасдиқ намуданд. Каҷшавии дастаи рӯшноӣ дар майдони ҷозиба аз он шаҳодат медиҳад, ки суръати рӯшноӣ дар ин гуна майдон доимӣ набуда, балки аз як нуқта ба нуқтаи дигар (вобаста аз шадидияти майдон) тағйир меёбад.

Назарияи нисбияти Эйнштейн аввалин назарияи физикӣ буд, ки нуктаи назари олимонро оид ба фазо, вақт ва ҳаракат куллан тағйир дод. Агар дар механикаи классикӣ фазо ва вақтро новобаста аз ҳамдигар ва аз ҳаракати ҷисмҳои материалӣ, яъне мафҳумҳои мутлақ ҳисобида мешуданд, пас бо бунёди назарияи махсуси нисбият қатъиян муқаррар гардид, ки ҳама гуна ҳаракати ҷисмҳо танҳо нисбат ба ҷисмҳои дигар, ки чун системаҳои сарҳисоб ҳисобидан мумкин аст, тасвир карда мешавад ва фазою вақт байни худ вобастагии зич доранд, зеро танҳо дар якҷоягӣ онҳо ҳолати ҷисми мутаҳаррикро муайян карда метавонанд. Маҳз бо ҳамин сабаб дар назарияи нисбият системаи координатаҳои чорченака дохил карда мешавад, ки дар он координатаи чорум вақт аст.

Назарияи махсуси нисбият нишон дод, ки принсипи нисбият дар системаҳои сарҳисоби инерсиалӣ барои қонунҳои электродинамика низ ҷой дорад, танҳо дар ин ҳол бар ивази табдилёбиҳои Галилей табдилёбиҳои Лоренс истифода мешаванд;

Дар асоси ба равандҳои электромагнитӣ татбиқ намудани принсипи нисбият, доимии суръати рӯшноӣ ҳамчун постулат қабул карда мешавад.

Назарияи умумии нисбият маҳдудиятҳоеро ба монанди бартарияти системаҳои сарҳисоби инерсиалӣ ва принсипи доимии суръати рӯшної эътироф накарда, ба хулоса меоварад, ки ҳама гуна системаҳои сарҳисоб барои тасвири қонунҳои табиат баробарқувваанд.

Бояд гуфт, ки муҳимтарини ҷиҳати назарияи умумии нисбият аз он иборат аст, ки вай вобастагии хусусиятҳои фазову вақтии Оламро аз мавқеъ ва ҳаракати массаҳои ҷозибавӣ муқаррар наменамояд. Яъне фазо ва вақт бидуни материя ҳеҷ маъно надоранд. Фазову вақт шакли мавҷудияти материя ба шумор мераванд.

АДАБИЁТ:

1. Гоффман Б. Корни теории относительности / Пер. с англ. – М.: Знание, 1987. – 256 с.
2. Матвеев А.Н. Электродинамика и теория относительности. – М.: Высшая школа, 1964. – 424 с.
3. Погребысский И.Б. От Лагранжа к Эйнштейну. – М.: Наука, 1966. – 328 с.
4. Симонов М.А. Специальная теория относительности. – Минск, 1965.
5. Смородинский Я.А. А.Эйнштейн и его значение в развитии физики // Природа, 1956. – №6. – С. 23-32.
6. Франкфурт У.И. Специальная и общая теория относительности: исторические очерки. – М.: Наука, 1966. – 332 с.
7. Холтон Дж. Эйнштейн, Майкельсон и «рещающий эксперимент» // В кн.: Эйнштейновский сборник. – М.: Наука, 1974. – С. 104-221.

АЗ ТАЪРИХИ НАЗАРИЯИ НИСБИЯТ ВА АСОСҲОИ ФИЗИКИИ ОН

Дар мақола таърихи пайдоиши назарияи нисбият ва асосҳои физикии он ба таври мухтасар баррасӣ гардидааст. Дар он татбиқ ва оҷизии назарияи классикӣ ё механикии Нютон барои физикаи муосир ва зарурати пайдоиши назарияи нав баён шудааст. Мақола натанҳо барои муаррихони илм, балки барои донишҷӯёни факултетҳои физикаи муассисаҳои таҳсилоти олӣ манфиатовар хоҳад буд.

КАЛИДВОЖАҲО: назарияи нисбият, таърих, физика, Нютон, Галилей, Эйнштейн, механика, ақрабаи магнитӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Қурбонов Диловаршо Мирзоевич, омӯзгори кафедраи методикаи таълими физикаи Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абӯабдуллоҳи Рӯдакӣ. Тел.: (+992) 985-61-33-75; e-mail: qdilovarsho@mail.ru

Комилӣ Абдулҳай Шарифзода, доктори илмҳои физикаю математика, профессор, директори Институти таърихи илмҳои табииётшиносӣ ва техникаи назди Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 919-18-00-99; e-mail: akomili2006@mail.ru

ИЗ ИСТОРИИ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ И ЕЕ ФИЗИЧЕСКИХ ОСНОВ

В статье кратко рассматривается история теории относительности и ее физические основы. В ней описывается применение и невозможность классической или механической теории Ньютона для современной физики и необходимость появления новой теории. Статья будет полезна не только историкам науки, но и студентам факультетов физики высших учебных заведений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: теория относительности, история, физика, Ньютон, Галилей, Эйнштейн, механика, магнитая стрелка.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Курбонов Диловаршо Мирзоевич, преподаватель кафедры методики преподавании физики Кулябского государственного университета имени Абуабдуллох Рудаки. Тел.: (+992) 985-61-33-75; e-mail: qdilovarsho@mail.ru

Комили Абдулхай Шарифзода, доктор физико-математических наук, профессор; директор Института истории естетсвенных и технических наук при Бохтарском государственном университете имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 919-18-00-99; e-mail: akomili2006@mail.ru

FROM THE HISTORY OF THE THEORY OF RELATIVITY AND ITS PHYSICAL BASIS

The article briefly examines the history of the theory of relativity and its physical foundations. It describes the application and impossibility of the classical or mechanical theory of Newton for modern physics and the need for a new theory. The article will be useful not only to historians of science, but also to students of physics departments of higher educational institutions.

KEY WORDS: theory of relativity, history, physics, Newton, Galileo, Einstein, mechanics, magnetic needle.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Qurbonov Dilovarsho Mirzoevich, lecturer at the department of methods of teaching physics of Kulyab State University named after Abuabdullohi Rudaki. Phone: (+992) 985-61-33-75; e-mail: qdilovarsho@mail.ru

Komili Abdulhay Sharifzoda, doctor of physical and mathematical sciences, professor, Director of the Institute of History of Natural and Technical Sciences at Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 919-18-00-99; e-mail: akomili2006@mail.ru

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ ТЕОРИИ ТЕСТОВ

Шерматов Д.С., Хусравбеков Л.Д., Ибронов С.С.
Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибн Сино

Модернизацию образования и повышение качества оценки знаний приводят многие вузы и средние общеобразовательные учреждения, при необходимости включают в свои программы экзамены по различным дисциплинам. То есть экзамены, которые сдаются методами тестирования. Такая форма оценки знаний школьников становится всё более популярной в работах многих учёных мира [1-3, 31].

Для успешной подготовки к экзамену по физике, абитуриент должен иметь необходимые учебные пособия и начинать следует с подбора учебной литературы. Если абитуриент уверен в своих силах, то для подготовки к экзамену ему можно порешать задачи того учебного заведения, в которое он собирается поступать. Абитуриент не должен приобретать все учебники и задачники, которых к настоящему времени выпущено достаточно много. Изучить их все за ограниченное время подготовки к экзамену, наверно, невозможно.

В этой работе мы рассматриваем историю развития и становления теории тестов некоторых учёных, которые внесли большой вклад в теорию тестов и их работы послужили развитию данной системы контроля знаний.

Тестология – это система знаний о методах измерения и оценки индивидуальных особенностей личности, которая используется с дифференциальными целями в различных областях человеческой деятельности, а кроме того это наука о тестах и их эффективном применении. Цель тестологии – достижение обоснованного вывода о знаниях учащихся на основе содержания теста. Историческое развитие теории тестов связано с развитием педагогики и психологии как научной дисциплины [4]. Для понимания требования к тестологии сперва необходимо иметь представление о психологических тестах. Теория тестов или тестология возникла на основе попыток психологов в Европе и США решать разные психологические и педагогические проблемы.

Согласно некоторым научным работам по истории тестов, задания в виде тестов нашли свои применения с давних времён [5]. Одним из первых источников является учебник по математике, содержащий примерно 100 заданий. Этот учебник был написан на куске папируса того времени, длина которого составляла более 5 метров [6]. В настоящее время этот учебник, как память от древних педагогов, находится в Британском музее.

В наше время такие тесты применяются при диагностике задержки умственного развития и нарушений у детей, связанных с поражением их центральной нервной системы.

Европейские, американские и российские учёные внесли огромный вклад в развитие и становление теории тестов.

В образовательной сфере с целью осуществления всевозможных экзаменов применялись новейшие методики тестирования, названные «тестами достижений». Использоваться данные тесты стали тогда, когда в ряде стран вместо письменного контроля знаний начали применять устный контроль. В 1864 году вышла книга Дж. Фишера, в которой излагались задания с ответами. Эти сборники для проверки правописания, задания по арифметике, по чтению, по грамматике и т.д. Как справедливо отмечал А.Г. Шмелев, «наши обычные школьные контрольные работы по проверке знаний и умений являются не чем иным, как не слишком хорошо формализованными и отработанными тестами достижений».

Тестирование как самостоятельное направление развивалось благодаря деятельности Ф. Гальтона [7]. В его работе аргументирована целесообразность использования математической статистики в экспериментальной практике. Гальтон определил идею о воздействии внешних критериев на итоги тестирования, для определения информативности теста. Впервые Гальтоном было предложено вторичное тестирование. В настоящее время это предложение Гальтона является одним из критериев оценки надёжности тестов.

В это время Г. Эббингаузом [8] были разработаны тесты по арифметике, которые применялись для выявления степени запоминания.

Впервые аргументация качества заданий была произведена во Франции, в начале XX века. Впервые Бинет А. и Симон Т. создали интеллектуальные тесты для детей, а также впервые проводили эмпирический контроль заданий, для разработки варианта теста. Для того, чтобы оценить пригодность теста для применения Бинет А. и Симон Т. применили два основных критерия:

- эмпирический критерий сложности определённого задания, который они обусловливали долей или процентами верных ответов среди учащихся разного возраста;

- сведения о степени совпадения результатов теста с мнением педагогов.

Для того чтобы сопоставить полученные авторами данные, с данными, которые получили другие исследователи А. Бинетт и Т. Симон [9], сопровождали тест стандартной инструкцией проведения тестирования. Эти авторы пользовались очень интересным методом для оценивания дискриминативной силы. Для оценки дифференцирующей способности заданий, они представили результаты ответов, экзаменуемых на каждое задание в виде точек на плоскости. К примеру, на оси X давали значения возраста, а на оси У долю правильных ответов в каждой возрастной группе. Таким образом, они получили график, на котором была ломанная линия, и по этому графику делали выводы о пригодности задания для того или иного возраста [10]. Такой метод оценивания дифференцирующей способности в дальнейшем использовался М. Ричардсоном в научных трудах [11].

В начале XIX века во Франции были разработаны первые педагогические тесты. Эти тесты были предназначены для проверки счёта, решения задач и для проверки правописания. В это же время в Англии Элеонора Шоннел [12] особое внимание уделяла проблемам тестирования, видам тестов и их применению.

Для оценивания и использования результатов тестирования, Р. Герберих [13] предлагал тесты успешности и проводил также советы по разработке данных тестов.

В работах А. Дэвиса [14] были изложены цели тестирования и виды тестов по иностранным языкам. Девис распределяет тесты на исследовательские и практические, и преподаватели могут использовать тесты только для практического применения. После получения результатов тестирования преподаватель может распределить учащихся на сильных и слабых. Сделать вывод относительно причин неудачного выполнения теста. Также преподаватель может обнаружить свои несовершенства в преподавании, чтобы в дальнейшей своей деятельности их исправить.

В работах Э. Инграма [15] можно ознакомиться с конструированием диагностических тестов и тестов достижений. По мнению Инграмма, любой разработанный специалистами тест зависит от каждого тестового задания, включенного в него.

П. Клайн [16] предлагает то, что разработка теста и составление тестовых заданий является наукой и искусством. Наука заключается в умении применить достаточно отработанный механизм для проверки диагностических методик при установлении их валидности и надёжности. Искусство разработчика теста состоит в успешно подобранном содержании заданий, в их соответствии умственному развитию той выборки, для которой и создавался тест.

В отличие от тестов Бинет А. для проверки счёта, Р. Иеркес в 1915 году разработал некоторые тесты, в которых тестируемый за каждый правильный ответ к заданию получает определённый балл, и полученный испытуемым балл переводился по приложенным стандартам в коэффициент одарённости или успешности.

В 1924 году для профессионального отбора, Г. Мюнстерберг [17] разработал тесты, которые были апробированы на группе рабочих. По полученным результатам, в последствие тестирования принимали их заново на работу. Предпосылкой этой процедуры служила идея корреляции между психическими структурами (М.Г. Ярошевский [18]), которые были необходимы для выполнения деятельности, и теми структурами, благодаря которым испытуемый справляется с тестами.

Для выявления классификации тестируемых английский психолог Ч. Спирмен [19] проводил измерения с использованием факторного анализа для определения способностей испытуемых. Спирмен доказал, что положительная корреляция между тестами на разнообразные способности определяет общий генеральный фактор, который обозначил буквой «G». По мнению Спирмана «G-фактор» – это общая «умственная энергия», которой в равной мере наделены испытуемые, и именно он влияет на успех выполнения любой деятельности. Предложенная теория Спирмена сыграла большую роль в формировании тестологии во всём мире.

В современном мире тестирование является ведущим методом исследования в области педагогики и психологии. По мнению К. Ингенкампа [20], тестирование, при помощи которого усовершенствуется учебный процесс, предназначен для определения недостатков в обучении, подтверждения результатов обучения, улучшения условий учёбы.

Г. Вицлак, Ю. Гутке и У. Волраб [21], предлагали кратковременные тесты и долговременные тесты обучаемости. Авторы предлагали новый метод для разработки тестов обучаемости, которые фиксировали сам процесс обучения, а не разницу в результатах, которые позволяли прогнозировать успешность учебной деятельности.

Сегодня Институт образования ЮНЕСКО (Гамбург) и Международный центр педагогических исследований (Париж) также занимаются решениями вопросов международного тестирования.

К примеру, в Великобритании после окончания средней школы обязательным экзаменом является GCSE (General Certificate of Secondary Education), после прохождения которого, выдаётся сертификат о получении среднего образования. По факту GSCE считается аналогом аттестата о среднем полном образовании во многих странах СНГ за тем исключением, что в GSCE отражаются только обязательные предметы, которые предусмотрены школой (обычно это 4-6 предметов), и те, которые выбрал сам ученик для изучения на углубленном уровне. К обязательным дисциплинам относятся естественные науки, английский язык, искусство и дизайн, математика, иностранные языки, информационные технологии, физическое воспитание.

Впервые термин «интеллектуальный тест» был употреблён в работах американских психологов Дж. М. Кеттэлла и Ф. Гальтона [22]. Они описали тесты для определения интеллектуального уровня студентов колледжей. По мнению Кеттэлла, применение тестов на выборке из большого количества тестируемых, даёт возможность выявить закономерности психологических процессов, и таким образом будет способствовать реорганизации психологии в точную науку. В 1895 году А. Бинет и В. Генри доказали, что тесты, предложенные Ф. Гальтоном и Дж. Кеттэллом, направлены, в первую очередь, на элементарные психические процессы, и с их применением, невозможно, на высшем уровне измерить основные психические функции, лежащие в основе интеллекта.

В США Отисом Ф. были разработаны «Альфа» и «Бета» тесты для оценивания умений призывников, чтобы выявить их способности. Тесты «Альфа» были предназначены для оценивания умений англоязычных, а для иностранцев, которые были более слабее, предназначались тесты «Бета» (в виде картинок). М.С. Бернштейн [23], систематизировал эти принципы.

После этого в 1918 году А. Отис разработал групповые психологические тесты для учащихся школ. Одновременно ряд американских ученых занимались разработкой и созданием тестов интеллекта для средних школ страны, которые потом называли «национальные тесты».

Дж. И. Термен создал шкалу Станфорд-Бине [24], модифицировав шкалу Бинет-Симона, куда были приобщены новые задания для исследования пространного диапазона способностей. При помощи этих заданий можно было определить понимание инструкции, узнать предметы, объяснить значение слов, аналогичность предметов, смысл пословиц и т.д.

Учёные из США Т. Килли [25] и Л.Л. Терстоуном [26] предложили специфический фактор, «S-фактор», который принадлежал только одному виду деятельности. Согласно теории Терстоуна, метод факторного анализа используется при «конденсировании» тестовых оценок, при сближении их к сравнительно низкому количеству независимых переменных и для выделения факторов, необходимых для описания различий индивидуальных тестовых результатов. Базируясь на факторных исследованиях, были сформированы тесты общих способностей (GATB), содержащие в себе тесты для определенных специальностей. Заметим, что в настоящее время специальная область математической статистики основана на методах факторного анализа.

Первый педагогический тест, измеряющий эффективность обучения навыкам письма был разработан в 1894 году в Америке доктором С. Райсом. И его идеи заинтересовали передовых американских педагогов.

Р. Торндайк [27-28], считается одним из основоположников педагогических измерений прошлого столетия. Первые школьные тесты созданы при его непосредственном участии. Исследования Р. Торндайка способствовали дальнейшему развитию школьных тестов в Америке.

В 1929 году В. Хенмон в Америке опубликовал книгу, в которой описал подробный анализ тестирования по изучению современных языков. В своей работе автор обобщил опыт разработки и применения тестов, необходимость создания объективных стандартных тестов в процессе обучения, а также критерии, которым должны соответствовать тесты.

Американский тестолог П. Симондс [29] разработал прогностические тесты, целью которых являлось выявление способностей и квалификации преподавателя.

На сегодняшний день в США в качестве вступительных экзаменов используются Общенациональные стандартизированные экзамены, такие как SAT (Scholastic Aptitude Test) и ACT (American College Testing) [30]. Особенность американской системы образования заключается в отсутствии единых федеральных стандартов для школ, в каждом штате приняты

свои стандарты. Тест New SAT длится 3 часа, и кроме того, дополнительно отводится 50 минут на написание эссе. Тест состоит из трех частей: доказательное чтение и грамматика, математика и эссе (по желанию). Акцент делается на знаниях, навыках и способностях понимать прочитанное, что выделено как наиболее востребованное для дальнейшего обучения. В данной версии теста особое внимание уделено вербальному аспекту, как анализу способности абитуриента корректно подбирать слова, анализировать смысл в зависимости от выбранного слова, тона и воздействия. В новой версии теста нет штрафа за неправильные ответы и за угадывание.

Совместно с SAT проводится SAT Subject Test (или SAT II). Данный экзамен сосредоточен на оценке уровня знаний в одной из пяти областей: английский язык (литература, грамматика), история (всемирная история, история США), естественные науки (химия, физика, молекулярная биология, экология и биология), иностранные языки (только чтение). Тест содержит от 50 до 80 заданий, в зависимости от выбранной области.

Тест SAT I является тестом готовности, он не проверяет конкретных знаний, а устанавливает насколько абитуриент готов к обучению. Кроме теста SAT в США есть тест ACT, который впервые был проведен в 1959 году. Изначально тест состоял только из вопросов с выбором ответа. С 2005 года в тесте появилась письменная часть, а с 2015 года вводится компьютерная версия. Основная задача теста – определить уровень подготовленности абитуриентов к обучению на программах бакалавриата. Данный тест разрабатывается организацией American College Testing Program совместно с ETS.

ACT является стандартизированным тестом, поэтому его результаты принимаются по всей стране. Все задания (кроме письменной части) являются заданиями с выбором ответа. В тесте существует ограничение во времени, поэтому тест требует не только знаний от абитуриента, но и навыков быстрого решения тестов.

Исторический и теоретический анализ развития и становления теории тестов и тестовых заданий показал, что тест мало исследован.

О результатах использования педагогических измерений, и необходимости обновления систем контроля, а также оценке качества обучения в средних общеобразовательных учреждениях Республики Таджикистан будут представлены материалы в следующей статье. Данные педагогические измерения являются научной основой для развития и совершенствования систем управления качеством образования и создания новой системы показателей качества образования.

Основной вывод, к которому можно прийти – это необходимость создания в Таджикистане направления педагогической и психологической науки, теории педагогических измерений, которую можно развивать в рамках классической и современной педагогики, что может положительно влиять на качество образования в стране.

Сегодня нет явных предпочтений в выборе экзамена, и поэтому во всех образовательных учреждениях Республики Таджикистан проводят тестовые вступительные экзамены. Экзамены показали значимые результаты в способности предсказывать успеваемость абитуриентов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Звонников, В.И. Проведение мониторинга качества образования / В.И. Звонников, Ф. Ефремова, Н.Н. Найденова, М.Б. Челышкова // Исслед. центр проблем качества подгот. специалистов. – Москва, 2005.
2. Ковалева, Г.С. Результаты российских учащихся в международном исследовании PISA-2000 / Г.С. Ковалева, Э.А. Красновский, Л.П. Краснокутская, К.А. Краснянская, Н.Т. Кошеленко, Е.С. Смирнова. – Москва, 1994.
3. Байденко, В.И. Болонский процесс: поиск общности европейских систем высшего образования (проект TUNING) / В.И. Байденко // Исслед. центр проблем качества подгот. специалистов. – М., 2007.
4. Вайтзенхоффер, А.М. Математические структуры и психологические измерения / А.М. Вайтзенхоффер // Психометрика. – 1951. – №16. – С. 387-406.
5. Барр, С. Россыпи головоломок / С. Барр. – М., 1987. – 415 с.
6. Циркуляр по Санкт-Петербургскому учебному округу. / Циркуляр по Санкт-Петербургскому учебному округу. – Санкт-Петербург, 1901. – №5. – 218 с.
7. Galton, F. Inquiries into human faculty and its development / F. Galton // – London: Macmillan, –1983.
8. Ebbinghaus, H. Uber eine neue Methode zur Pruning geistiger Fahigkeiten und ihre Anwendung dei shulkindern / H. Ebbinghaus // Zeitshrift fur Angewandte Psichologie. – 1987.
9. Binet, A.The development of the Binet-Simon scale / A. Binet, T. Simon // In W. Dennis (Ed.) Readings in the history of psychology. – New-York: Appleton-Century-Crofts, 1948.

10. Аванесов В.С. Методологические и теоретические основы тестового педагогического контроля: дисс. соиск. уч. степ. докт. пед. наук. – СПб.: Государственный университет, 1994. – 339 с.
11. Richardson, M.W. Notes on the Rationale of Item Analysis / M.W. Richardson // Psychometrika. – 1936. – №1. – P. 169-76.
12. Schonell, F.J. Diagnostic and Attainment Testing. Including a Manual of Tests, their Nature, Use, Recording and Interpretation / F.J. Schonell, F.E. Schonell. – London: Oliver and Boyd, 1956.
13. Gerberich, J.R. Specimen Objective Tests Items / J.R. Gerberich // A Guide to Achievement Test Construction. – New-York: Longmans, Green and Co. – 1956.
14. Davies, A. Language Testing Introduction / A. Davies // Department of Applied Linguistics. – Edinburg. – 1968.
15. Ingram, E.O. Attainment and Diagnostic Testing. / E.O. Ingram // L. Testing Papers of Department of Applied Linguistics. – Edinburg, 1968.
16. Клайн, П. Введение в психометрическое проектирование / П. Клайн // Справочное руководство по конструированию тестов. – Киев: ПАН Лтд, 1994. – 184 с.
17. Мюнстерберг, Г. Психология и экономическая жизнь / Г. Мюнстерберг. – М.: 1924.
18. Ярошевский, Ю.З. История психологии / Ю.З. Ярошевский. – М.: Просвещение, – 1985.
19. Spearman, C. The proof and measurement of association between two things / C. Spearman // Journal of Psychology. – 1904. – №15. – P. 72-101.
20. Ингенкамп, К. Педагогическая диагностика / К. Ингенкамп // Пер. с нем. – М.: Педагогика, 1991. – 265 с.
21. Вицлак, Г. Психодиагностика: теория и практика. / Г. Вицлак, Ю. Гутке, У. Волраб // пер. с нем. Г.А. Буткина, З.Л. Друян: общ. ред. вступ. ст. Н.Ф. Талызиной. – Москва: Прогресс, 1986. – 207 с.
22. Galton, F. Inquiries into human faculty and its development / F. Galton // In W. Dennis (Ed)/ readings in the history of Psychology. – New-York: Appleton-Century-Grofts, 1948.
23. Бернштейн, М.С. Методологические предпосылки метода тестов. В сб. «Тесты» (теория и практика). Сб. / М.С. Бернштейн. – М.: Работник просвещения, 1928.
24. Terman, L. The Measurement of Intelligence. – New-York.
25. Kelley, T.L. Selection of groups for the validation of test items / T.L. Kelley // Journal of Educational Psychology. – 1939. – №30. – P. 16 -20.
26. Thurstone, L.L. Attitudes can be measured / L.L. Thurstone // American Journal of Sociology. – 1928. – №33. – P. 529-554.
27. Thorndike R.L. Measurement and Evaluation in Psychology and Education / R.L. Thorndike, E. Hagen. – New-York, 1955.
28. Thorndike, R.L. An introduction to the theory of mental and social measurements / R.L. Thorndike. – New-York, 1904.
29. Symonds, P.M. A modern Foreign Language Prognosis Test / P.M. Symonds. – New-York: Macmillan Company, 1929.
30. American Standardized Achievement Testing. A Brief Overview. SRA / Pergamon
31. Хусравбеков, Л.Д., Шерматов Д.С. Оценивание различных трудностей тестовых заданий по физике / Л.Д. Хусравбеков, Д.С. Шерматов // Физика в школе. – Москва. – 2019. – №1. – С. 62-68.

ТАЪРИХИ ИНКИШОФ ВА ТАШАККУЛИ НАЗАРИЯИ ТЕСТҲО

Дар ин мақола муаллифон таърихи рушд ва ташаккули назарияи тестҳои баъзе олимонро, ки дар назарияи тестҳо саҳми калон гузоштаанд ва фаъолияти онҳоро дар ташаккули ин системаи назорати дониш баррасӣ мекунанд. Дар ҷаҳони муосир тест усули пешбари таҳқиқот дар соҳаи педагогика ва психология мебошад.

Имрӯз дар соҳаи маориф бо мақсади навсозии таҳсилот ва баланд бардоштани сифати баҳодиҳии дониш бо мақсади гузаронидани ҳама гуна имтиҳонҳо усулҳои навтарини тестӣ истифода мешаванд. Барои назорати дониши хаттии довталабон аз тестҳо барои имтиҳонҳои дохилшавӣ истифода мебаранд.

КАЛИДВОЖАҲО: санҷиш, таълим, педагогика, барномаҳо, довталаб, назария, таҳия, навгонӣ, арзёбии эътимоднокӣ, дониш, омӯзиш, манбаъ, механизми санҷиш.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Шерматов Дусназар Саидович, доктори илмҳои физика-математика, профессори кафедраи физикаи тиббӣ ва биологӣ бо асосҳои технологияи иттилоотии Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуалӣ ибни Сино. Тел.: (+992) 919-04-49-48; e-mail: erkin_sermatov@list.ru.

Хусравбеков Лоик Давлатбекович, ассистенти кафедраи физикаи тиббӣ ва биологӣ бо асосҳои технологияи иттилоотии Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуалӣ ибни Сино. Тел.: (+992) 93-569-63-76; e-mail: loik.khusrawbekov.1977@mail.ru

Ибронов Сайризвон Саидихсонович, ассистенти кафедраи физикаи тиббӣ ва биологӣ бо асосҳои технологияи иттилоотии Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуалӣ ибни Сино. Тел.: (+992) 903-20-01-80.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ ТЕОРИИ ТЕСТОВ

В данной статье авторы рассматривают историю развития и становления теории тестов некоторых учёных, которые внесли большой вклад в теорию тестов и их работы послужившие развитию данной системы контроля знаний. В современном мире тестирование является ведущим методом исследования в области педагогики и психологии

Сегодня в образовательной сфере с целью осуществления всевозможных экзаменов применяются новейшие методики тестирования, а также модернизации образования и повышения качества оценки знаний. Используют тесты для вступительных экзаменов письменного контроля знаний абитуриентов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Тестирование, образование, педагогика, программы, абитуриент, теория, развитие, модернизация, оценка надёжности, знания, подготовка, источник, механизм проверки.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Шерматов Дусназар Саидович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры медицинской и биологической физики с основами информационной технологий Таджикского государственного медицинского университета имени Абуали ибни Сино. Тел.: (+992) 919-04-49-48; e-mail: erkin_sermatov@list.ru.

Хусравбеков Лоик Давлатбекович, ассистент кафедры медицинской и биологической физики с основами информационной технологий Таджикского государственного медицинского университета имени Абуали ибни Сино. Тел.: (+992) 93-569-63-76; e-mail: loik.khusrawbekov.1977@mail.ru

Ибронов Сайризвон Саидихсонович, ассистент кафедры медицинской и биологической физики с основами информационной технологий Таджикского государственного медицинского университета имени Абуали ибни Сино. Тел.: (+992) 903-20-01-80.

HISTORY OF DEVELOPMENT AND FORMATION OF THE THEORY OF TESTS

Abstract: In this article, the authors consider the history of the development and formation of the theory of tests of some scientists who made a great contribution to the theory of tests and their work contributed to the development of this knowledge control system. In the modern world, testing is the leading research method in the field of pedagogy and psychology.

Today, in the educational sphere, in order to carry out all kinds of exams, the latest testing methods are used in order to modernize education and improve the quality of knowledge assessment. Use tests for entrance examinations to control the written knowledge of applicants.

KEY WORDS: Testing, education, pedagogy, programs, applicant, theory, development, modernization, reliability assessment, knowledge, training, source, verification mechanism.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Shermatov Dusnazar Saidovich, doctor of physical and mathematical sciences, professor of the department of medical and biological physics with the basics of information technology of Tajik State Medical University named afte Abuali Ibni Sino. Phone: (+992) 919-04-49-48; e-mail: erkin_sermatov@list.ru.

Khusravbekov Loiq Davlatbekovich, assistant of the department of the department of medical and biological physics with the basics of information technology of Tajik State Medical University named afte Abuali Ibni Sino. Phone: (+992) 93-569-63-76; e-mail: loik.khusrawbekov.1977@mail.ru

Ibronov Sairizvon Saidikhsonovich, assistant of the department of medical and biological physics with the basics of information technology of Tajik State Medical University named afte Abuali Ibni Sino. Phone: (+992) 903-20-01-80.

БА ТАВАҶҶУҲИ МУАЛЛИФОН

Маҷаллаи «Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав» (силсилаи илмҳои табиӣ) нашрияи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав ба ҳисоб меравад.

Маҷалла тибқи «Қонун дар бораи матбуот ва воситаҳои ахбори умум» интишор мегардад.

Дар силсилаи илмҳои табиии маҷалла натиҷаи корҳои илмӣ-таҳқиқотии профессорону омӯзгорони донишгоҳ ва уламои ватаниву хориҷӣ оид ба риёзиёт, физикаю технология, химия ва биология, таърихи илм ва техника нашр карда мешавад.

Ҳайати таҳририя, ки ба он мутахассисони соҳаҳои илм шомиланд, бо фармони ректори Донишгоҳ тасдиқ карда шудааст.

Маҷалла мақолаҳои илмию назариявиро вобаста ба нусхаи асл ба забонҳои тоҷикӣ, русӣ ва англисӣ ба табъ расонида, соле 4 маротиба нашр мешавад. Маҷалла мақолаҳои илмиро тибқи қарори кафедра қабул менамояд.

Мақолаҳое, ки ба суроғаи маҷаллаи «Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав» (силсилаи илмҳои табиӣ) ирсол карда мешаванд, бояд ба талаботи зерин ҷавобгӯ бошанд:

Дар мақолаҳои илмӣ ҳалли масъалаҳо аниқ ва равшан ифода гардад.

Ҳаҷми мақола якҷоя бо расм, ҷадвал, диаграмма, график ва матни аннотатсия (0,5 саҳ.) набояд аз 15 саҳифаи чопӣ зиёд бошад.

Мақолаҳо бояд дар компютер тибқи барномаи Microsoft Word бо шрифти Times New Roman 14, андозаи А4 ҳуруфчинӣ ва дар диск сабт карда шаванд.

Фосилаи байни сатрҳо 1 см, ҳошия аз тарафи чап 3 см, аз тарафи рост 2 см, аз боло 3 см ва поёни саҳифа 2,5 см-ро ташкил намуда, матни мақола аз тарафи рост саҳифабандӣ карда шавад.

Дар саҳифаи аввал номи мақола, дар сатри дуюм ному насаби муаллиф ва муассисаи корӣ навишта мешавад.

Дар дохили матни асосӣ адабиёти истифодашуда тибқи муқаррарот, бо қавсайни квадратӣ, масалан [1, с. 10] ишора мегардад. Дар поёни матн рӯйхати адабиёт бо тартиби дар матн нишондодашуда таҳти унвони «Адабиёт» оварда мешавад. Пас аз рӯйхати адабиёт мазмуни мухтасари мақола ба забонҳои тоҷикӣ, русӣ ва англисӣ, ҳамчунин калидвожаҳо (то 10 калима) ва маълумот дар бораи муаллиф (муаллифон) бо ин забонҳо илова мегардад.

Мақолаҳои илмие, ки ба идораи маҷалла ирсол мешаванд, бояд варақаи экспертӣ, маълумотномаи муаллифӣ ва тақризи мутахассисони соҳаро дошта бошанд.

Дар охири мақола ному насаб, ҷои кор, дараҷаву унвони илмӣ, суроғa, рақами телефон, e-mail ва имзои муаллиф ҷой дода мешаванд.

Ҳайати таҳририя ҳуқуқ дорад, ки мақолаҳои илмиро ихтисору ислоҳ намояд ва ё мустақилона барои тақризи иловагӣ фиристонад.

Мақолаҳое, ки сатҳи илмии онҳо ҷавобгӯи талабот нест, ба нашр расонида намешаванд.

Дастхати мақолаҳо баргардонида намешаванд.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В серии естественных наук научного журнала «Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава» печатаются статьи, содержащие результаты научных исследований по математическим, физическим, технологическим, химическим и биологическим наукам, истории науки и техники.

При отправке статьи в редакцию авторам необходимо соблюдать следующие правила:

Объем статьи не должен превышать 15 страниц компьютерного текста, включая текст, таблицы, библиографию, рисунки и тексты аннотаций на таджикском, русском и английском языках.

Статья должна быть подготовлена в системе Microsoft Word. Одновременно с распечаткой статьи сдается электронная версия статьи. Рукопись должна быть отпечатана на компьютере (гарнитура Times New Roman 14, формат А4, интервал одинарный, поля: верхнее-3 см, нижнее-2,5 см, левое-3 см, правое-2 см), все страницы статьи должны быть пронумерованы.

Сверху страницы по центру листа указывается название статьи, ниже через один интервал инициалы и фамилии автора (авторов). Далее через строку следует основной текст.

Ссылки на цитируемую литературу даются в квадратных скобках, например, [1, с.10]. Список литературы приводится общим списком после основного текста (под заголовком «Литература») в порядке упоминания в тексте.

К статье прилагается резюме на таджикском, русском и английском языках с указанием названия статьи. Текст резюме приводится в конце статьи после списка использованной литературы. В конце резюме приводятся ключевые слова (до 10 слов) и сведения об авторе (авторов) на таджиском, русском и английском языках.

Научные статьи, представленные в редакцию журнала, должны иметь экспертное заключение, авторскую справку и отзыв специалистов о возможности опубликования.

В конце статьи приводятся сведения об авторе (авторах) с указанием ученой степени, ученого звания, должности, названия организации, адреса, телефона, e-mail.

Редколлегия оставляет за собой право производить сокращения и редакционные изменения статьи.

Статьи, не отвечающие настоящим требованиям, редколлегией не принимаются.

Рукописи не возвращаются.

МУНДАРИҶА

МАТЕМАТИКА *МАТЕМАТИКА*

Комилиён Ф.С., Саидзода И.М.
АМСИЛАСОЗИИ МАТЕМАТИКИИ МАРҲАЛАҲОИ ҲАЁТИ ПОПУЛЯТСИЯИ
ОИЛАИ ЗАНБӮРИ АСАЛ.....5

Сафаров Д.С., Кулобиев М.А.
ДВОЯКОПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ РАВНОМЕРНО ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА НА ПЛОСКОСТИ С НАГРУЖЕННЫМ ЧЛЕНОМ…14

Кодиров О.К.
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕШЕНИЙ ОДНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ
С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ
ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА……18

Кибориён Б.К.
СУЩЕСТВОВАНИЕ И ЕДИНСТВЕННОСТЬ РЕШЕНИЙ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ……....21

ФИЗИКА *ФИЗИКА*

Исломов С.
ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКОН ПРИ
ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ЖИДКИМИ СРЕДАМИ МЕТОДОМ ЭПР СПИНОВЫХ МЕТОК……...27

Нуров К.Б., Рустами Т., ДжураевТ.Дж., Мирзозода А.Н.
АКУСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАСТИ РАССЛАИВАНИЯ РАСПЛАВОВ
В СИСТЕМАХ Ga-Cd И Ga-Pb…….31

Ойматова Х.Х.
КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ КОЭФФИЦИЕНТОМ АДСОРБЦИИ И КОЭФФИЦИЕНТОМ
НАБУХАНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ ТРЁХКОМПОНЕНТНЫХ
СИСТЕМ (КК, МСУНТ И N_2H_4).....37

Зувайдов М.М., Икромзода И.Л., Саидов Х.К.
ПРИМЕНЕНИЕ ДЕМПФИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
СЕЙСМОЙСТКОСТИ ЗДАНИЙ ……...40

Алимардонов А.М., Рахимов С.С., Назирзода М.
ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ КОМБИНИРОВАННЫХ
С ПРЕДВАРИТЕЛЬНО СПРЕССОВАННЫМИ ГРУНТОВЫМЫ ОСНОВАНИЯМИ ....……..43

Джахонгири А., Рахматулоев А.З., Шарипов С.К., Сафарализода Б.С.
МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА, ЗАНЯТОГО ОБСЛУЖИВАНИЕМ ЛИНИЙ
НАПРЯЖЕНИЕМ ±500 КВ 46

Шарипов С.М.
ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ (70%масс. УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК) НА ИЗМЕНЕНИЕ
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЖИДКОГО МЕТИЛБУТИЛКЕТОНА……49

ХИМИЯ *ХИМИЯ*

Ганиев И.Н., Алиев Дж.Н., Аминов Ф.М.
ВЛИЯНИЕ ЦИРКОНИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ЦИНКОВО-АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ Zn5Al и Zn55Al……...53

Назарзода Х.Х., Рахимов Х.А., Абулхаев В.Д., Сайдалиев Б.Дж.
КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ
СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ Gd_5Bi_3 – Tb_5Bi_3 57

Исозода Д.Т.
ИЗМЕНЕНИЯ ЭНТАЛПИИ ОБРАЗОВАНИЙ И ЭНЕРГИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ БОРОГИДРИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ШЗМ МЕТАЛЛОВ ОТ ПОРЯДКОВОГО НОМЕРА…….62

Олимов М.А., Олимов Р.А.
СИНТЕЗ И РОСТОСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОБАЛЬТА С ЭФИРАМИ ГЛИЦЕРИНА И АМИНОКИСЛОТАМИ……66

Сайдалиев Б.Д., Абулхаев В.Д., Назарзода Х.Х.
МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ АНТИМОНИДОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СОСТАВА Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb) 72

Бободжонова З.Х.
КИНЕТИКА СОРБЦИОННОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ УРАНСОДЕРЖАЩИХ ДРЕНАЖНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АУ^{400} ...……. 78

Фирузи Хамрокул
ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ПРАЗЕОДИМА НА АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЦИНКОВОГО СПЛАВА Zn0,5Al.....82

Алиев Ф.А.
КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА E-AlMgSi («АЛДРЕЙ») С ГАЛЛИЕМ, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ.....87

БИОЛОГИЯ *БИОЛОГИЯ*

Кобилов Ю.Т., Маниязова Н.А., Абдуллаев А.
НЕКОТОРЫЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У РАЗНОВИДНОСТЕЙ КОНСКОГО БОБА, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В ТАДЖИКИСТАНЕ В УСЛОВИЯХ ЗАСУХИ ……92

Бобозода И.А.
НОРАСОИИ ОБИ БАРГИ РАСТАНИИ АНҶИРИ МУҚАРРАРӢ *(F. CARICA L.)* ДАР МИНТАҚАҲОИ ГУНОГУНИ ТОҶИКИСТОН.....97

Султонмамади Гулмамад
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ АКТИВНЫХ β-КАРОТИНА В ЦЕЛЫХ КОРНЯХ ЭРЕМУРУСА ГИССАРСКОГО (EREMURUS HISSARICUS VVED.) В ПРОЦЕССЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ……...99

Балхова Л., Абдуллаев А., Маниязова Н.А., Кобилов Ю.
УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ САФЛОРА В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ.....102

ТАЪРИХИ ИЛМ ВА ТЕХНИКА *ИСТОРИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ*

Давлатзода С.Х., Комилӣ И.Ш.
АНДАР МАСЪАЛАҲОИ ЭПИДЕМИОЛОГӢ ВА ТАЪЛИМОТИ БЕҲДОШТИ ИҶТИМОӢ ДАР ОСОРИ АБӮАЛИИ СИНО..... 106

Азим Иброҳим
ДОИР БА ПАЖӮҲИШОТИ ДОНИШҲОИ КӮҲӢ-ГЕОЛОГӢ ВА ҶУҒРОФИЁИ ТАБИИИ ОСИЁИ МИЁНА.....109

Хусейнов Р.С.
ВОПРОСЫ ГЕОМЕТРИИ В «КИТАБ-УТ-ТАФХИМ» БИРУНИ ……. 113

Қурбонов Д.М., Комилӣ А.Ш.
АЗ ТАЪРИХИ НАЗАРИЯИ НИСБИЯТ ВА АСОСҲОИ ФИЗИКИИ ОН.....116

Шерматов Д.С., Хусравбеков Л.Д., Ибронов С.С.
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ ТЕОРИИ ТЕСТОВ……121

БА ТАВАҶҶУҲИ МУАЛЛИФОН.....127

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ.....127

МУАССИСИ МАҶАЛЛА:

МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав»
Суроғa: 735140, вилояти Хатлон, ш. Бохтар, кӯчаи Айнӣ, 67, бинои асосии донишгоҳ.

НОШИР:

Маркази табъу нашр, баргардон ва тарҷумаи МДТ «Донишгоҳи давлати Бохтар ба номи Носири Хусрав»
Суроғa: 735140, вилояти Хатлон, ш. Бохтар, кӯчаи Айнӣ, 67, бинои асосии донишгоҳ, ошёнаи дуюм.

Маҷалла дар Маркази табъу нашр, баргардон ва тарҷумаи МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав» тарҳрезии компютерӣ ва саҳифабандӣ шуда, дар ҶДММ «Матбаа», бо суроғаи ш. Бохтар, кӯчаи Осимӣ, 22А, нашр мегардад.

Ба чоп 30.03.2022 таҳвил шуд. Чопи офсетӣ.

Андозаи 60х84/16. Ҷузъи чопӣ 15,5.

Индекс 77737. Адади нашр 500 нусха.

Журнал отпечатан в ООО «Матбаа», г. Бохтар.
Индекс 77737. Тираж 500 экз.
The magazine was printed in LLC «Matbaa», Bokhtar.
Index 77737. Circulation 500 copies.