

ISSN 0130-7061

Index 76127

მეცნიერება და ტექნოლოგია
სამეცნიერო ჟურნალი

SCIENCE AND TECHNOLOGIES
SCIENTIFIC MAGAZINE

НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№1(715)



თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ
2014

გამოდის 1949 წლის
იანვრიდან,
განახლდა 2013 წელს.

მეცნიერება და
ტექნოლოგიები

№1(714), 2014 №.

УЧРЕДИТЕЛИ:

Национальная академия наук Грузии
Грузинский технический университет
Инженерная академия Грузии
Академия сельскохозяйственных наук Грузии
Грузинское общество истории наук

დამფუძნებლები:
საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
საქართველოს საინჟინრო აკადემია
როგორც სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია
მეცნიერების ისტორიის საქართველოს საზოგადოება

CONSTITUENTS:

Georgian National Academy of Sciences
Georgian Technical University
Georgian Engineering Academy
Georgian Academy of Agricultural Sciences
Georgian Society for the History of Science

სარედაქციო კოლეგია:

ა. ფრანგიშვილი (თაგმჯდომარე), ი. გორგიძე (თაგმჯდომარის მოადგილე), შ. ნაცყებია (თაგმჯდომარის მოადგილე), რ. ჩიქოვანი (თაგმჯდომარის მოადგილე), გ. აბდუშელიშვილი, ძ. აბშილაძე, გ. არაბიძე, რ. არეველაძე, რ. ბაბაიანი (რუსეთი), ხ. ბადათურია, თ. ბაციკაძე, გ. ბიბილეიშვილი, კ. ბურტოვი (რუსეთი), გ. გაგარინაშვილი, ზ. გასიტაშვილი, ზ. გეღვინძე, თ. გელაშვილი, ალ. გრიგოლიშვილი, ლ. გურგენიძე, ბ. გუსევი (რუსეთი), ი. ელიშავევი (აშშ), ს. გასილევი (რუსეთი), ხ. ვახანია (მექსიკა), მ. ზგუროვანიშვილი (უკრანა), თ. ზუმბურიძე, პ. ზუნკელი (ავსტრია), ლ. თაგხელიძე, ა. თოფხიშვილი, ზ. კაკულია, კ. კვარაცხელია, გ. კვესიტაძე, ლ. კლიმაშვილი, ფ. კრიადო (ესპანეთი), მ. კუხალევიშვილი, რ. ლაზაროვი (აშშ), ჯ. ლაიტმანი (აშშ), ხ. ლომსაძე, ნ. მახვილაძე, დეკანოზი ლ. მათეშვილი, მ. მაცაბერიძე, კ. მატვეევი (რუსეთი), პ. მელაძე, ე. მექმარიაშვილი, თ. ნათოშვილი, რ. ნამიჩევიშვილი, ლ. ნოვიკოვი (რუსეთი), ს. პედორლო (იტალია), რ. უინგიზიუსი (ლიბერტა), ი. უორდანია, კ. უკავუცხასი (რუსეთი), პ. რიჩი (იტალია), მ. სალუქვაძე, ფ. სიარლე (საფრანგეთი), რ. სტურუშ, თ. სულაბერიძე, ფ. უნგარი (ავსტრია), ა. ფაშაევი (აზერბაიჯანი), ხ. ყავლაშვილი, ა. წევიძე, გ. ცინცაძე, თ. ცინცაძე, ნ. წერეთელი, ზ. წერიაძე, გ. ხელულური, თ. ჯაგოლინიშვილი, გ. ჯავახაძე, მიტროპოლიტი ა. ჯაფარიძე, გ. ჯერებაშვილი, მ. ჯიბლაძე, ჯ. ჯუჯარო (იტალია)

EDITIOAN BOARD:

A. Prangishvili (chairman), I. Gorgidze (vice-chairman), Sh. Nachkebia (vice-chairman), R. Chikovani (vice-chairman), G. Abdushelishvili, A. Abshilava, G. Arabidze, R. Arveladze, R. Babaian (Russia), N. Bagaturia, T. Batsikadze, G. Bibileishvili, V. Burkov (Russia), A. Chkheidze, P. Ciarlet (France), I. Elishakov (USA), Z. Gasitashvili, G. Gavardashvili, Z. Gedenidze, O. Gelashvili, G. Giugiaro (Italy), Al. Grigolishvili, D. Gurgenidze, B. Gusev (Russia), T. Jagodnishvili, Metropolitan A. Japaridze, G. Javakhadze, G. Jerenashvili, M. Jibladze, Z. Kakulia, N. Kavlashvili, G. Khubuluri, L. Klimiashvili, F. Kriado (Spain), M. Kukhaleishvili, V. Kvaratskhelia, G. Kvesitadze, J. Laitman (USA), R. Lazarov (USA), Z. Lomsadze, N. Makhviladze, Archpriest L. Mateshvili, M. Matsaberidze, V. Matveev (Russia), E. Medzmariaшvili, H. Meladze, G. Miqashvili, O. Namicheishvili, O. Natishvili, D. Novikov (Russia), A. Pashaev (Azerbaijan), S. Pedrolo (Italy), P. Ricci (Italy), M. Salukvadze, R. Sturua, T. Sulaberidze, H. Sunkel (Austria), D. Tavkhelidze, A. Topchishvili, G. Tsintsadze, T. Tsintsadze, N. Tzereteli, Z. Tzveraidze, F. Unger (Austria), N. Vakhania (Mexico), S. Vasilev (Russia), M. Zgurovsky (Ukraine), R. Zhinevichius (Lithuania), I. Zhordania, V. Zhukovski (Russia), O. Zumuridze

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Прангишвили (председатель), И. Горгидзе, (зам. председателя), Ш. Начкебия (зам. председателя), Р. Чиковани (зам. председателя), Г. Абдушлишвили, А. Абшилава, Г. Арабидзе, Р. Арвеладзе, Р. Бабаян (Россия), Н. Багатуриа, Т. Бацикадзе, Г. Бибилишвили, В. Бурков (Россия), С. Васильев (Россия), Т. Вахания (Мексика), Г. Гавардашвили, З. Гаситашвили, З. Геденидзе, О. Гелашвили, Ал. Григолишвили, Д. Гургенидзе, Б. Гусев (Россия), Г. Джавахадзе, Т. Джагоднишвили, Митрополит А. Джапаридзе, Г. Джеренашвили, М. Джилладзе, Дж. Джуджаро (Италия), И. Елишаков (США), Р. Жиневичус (Литва), И. Жордания, В. Жуковский (Россия), М. Згуровский (Украина), О. Зумбуридзе, Х. Зункел (Австрия), Н. Кавлашвили, З. Какулия, В. Кварацхелия, Г. Квеситадзе, Л. Климиашвили, Ф. Криадо (Испания), М. Кухалеишвили, Р. Лазаров (США), Дж. Лайтман (США), З. Ломсадзе, В. Матвеев (Россия), Протеинерей Л. Матешвили, Н. Махвиладзе, М. Мацаберидзе, Э. Медзмариашвили, Г. Меладзе, Г. Микиашвили, О. Намичеишвили, О. Натишвили, Д. Новиков (Россия), С. Педроло (Италия), З. Ричи (Италия), М. Салуквадзе, Ф. Сиарле (Франция), Р. Стурна, Т. Сулаберидзе, Д. Тавхелидзе, А. Топчишвили, Ф. Унгер (Австрия), А. Фашаев (Азербайджан), Г. Хубулури, З. Цвераидзе, Н. Церетели, Г. Цинцадзе, Т. Цинцадзе, А. Чхеидзе

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2014
Publishing House “Technical University”, 2014

©

Издательский дом “Технический Университет”, 2014
<http://www.acnet.ge/publicut.htm>
scitech@gw.acnet.ge



შინაარსი

შურნალი “მეცნიერება და ტექნოლოგიები” – 65	9
შიხითა	
მ. ჯიბლაძე, თ. ბაციკაძე. ატომის პიროვნების კლასტერული აბებულება	11
დემოგრაფია	
ბ. გოიშვილი. მთა 001693ს შველას	41
ახალი ტექნოლოგიები	
ზ. ასლამაზაშვილი, გ. ონიაშვილი, გ. ზახაროვი, გ. თავაძე, გ. ურუშაძე.	
Ti-Cr-C-Me ფაზათოვარმოქმნის სისტემაზი ზოგიერთი თავისებულება თვითგავრცელებაზი მაღალტემპავრატურული სინთეზის (თმს) დროს	45
მარანის მარატონებები	
თ. ნატრიაშვილი, ვ. მარგველაშვილი, რ. დემეტრაშვილი. საავტომობილო საწვავებაზე ზოგიერთი დანამატის ეფექტურობის შესახებ	52
ს. იაშვილი. შეთავსებადობის კრიტერიუმის შერჩევა საზეთი მასალებისათვის	58
ელექტრომანქანათმშენებლობა	
ა. რიკრიკაძე, ა. შერმაზანაშვილი. თვითაბზენებაზი სამზაზა ასინქრონული გენერატორების კვლევის შედებები	63
სატრანსპორტო მარანის მარატონებები	
† გ. შარაშენიძე, ვ. მარგველაშვილი, გ. უსანეთაშვილი, ს. შარაშენიძე. ძრავიანი ვაგონის ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის დამატებით მოძრაობათა დიზერენციალური განტოლებების ვორმირება	70
რპინიგზის ტრანსპორტი	
თ. კუპატაძე, ნ. კუპატაძე, ბ. დიდებაშვილი, ზ. კუპატაძე, გ. გურამიშვილი.	
მთაბროიანი რელიეფის პირობებში რპინიგზის ბამტარუნარიანობის ზოგიერთი პროგლობა	76
მასალათმცოდნეობა	
გ. ლარიბაშვილი, ვ. მეტრეველი, ზ. მირიჯანაშვილი, ზ. ჯაბუა, ი. კუპრეიშვილი.	
დურალუმინის ზედაპირის დაფარვა შავი, ცვეთამედები ვენიო	79
ზ. ჯაბუა, ი. ტაბატაძე, ა. გიგინეიშვილი. ერბიუმის მონოტელურიდის ფირების მიღება, მათი რაციონური და ელექტრული თვითსებები	84

სამშენებლო მიმართვა

ა. მენაბიძიშვილი. ქარების შედგენილობისა და ოპლიეფის ზეგავლენის გამოკვლევა
ცერდობის მდგრადობაზე ასაჭირებელი ნაბეჭრების და სეისმური დატვირთვების
გათვალისწინებით.....91

გუნდის რჩეულებები

რ. სხვიტარიძე, ვ. ციციშვილი, ბ. კერძელავა, გ. წინწკალაძე. საქართველოს
გუნდის ცერდობის გამოყველება საშენ მასალათა დანამატებად98

არქიტექტურა

6. ახვლედიანი. კოლხეთის დაბლობის დასავლეთ ზონაში გაღეოლობიური რაიონის
ცორმირების ზოგიერთი საკითხი103

პიმიური ტექნოლოგია

გ. ანდრიაძე, ე. მხჩიანი, ე. შენგელია, ლ. გვასალია. ნიტრატ-ნიტრიტის
შემცველობის ცვლილება მოვანილეულის კულინარიული დამუშავებისას109

მსუბუქი მრეწველობა

თ. მაღლაკელიძე, მ. ზაქარაია. ვეხსაცმლის საცდელი სტანდის სტრუქტურული
მოდელები114

საზოგრო მრეწველობა

6. ჩხაიძე, 6. მახეილაძე, ლ. ლურსმანაშვილი, თ. ჩუბინიშვილი. აბრევამის
წარმოების განვითარების ისტორია საქართველოში120

მრეწველობის ისტორია

თ. გოგოლიშვილი. მრეწველობის განვითარების პირველი ნაიჯები აჭარაში127

მეცნიერების ისტორია

† ლ. ურუშაძე. ძველი მეცნიერების ახალი ფურცლები131

CONTENTS

MAGAZINE “SCIENCE AND TECHNOLOGIES” - 65	9
PHYSICS	
M. Jibladze, T. Batsikadze. CLUSTER STRUCTURE OF NUCLEAR KERNELS	11
DEMOGRAPHY	
B. Goishvili. MOUNTAINS REQUIRE HELP	41
NEW TECHNOLOGIES	
Z. Aslamazashvili, G. Oniashvili, G. Zakharov, G. Tavadze, G. Urushadze. SOME PECULIARITIES OF PHASE FORMATION IN TI-CR-C-ME SYSTEM BY SHS	45
MECHANICAL ENGINEERING	
T. Natriashvili, V. Margvelashvili, R. Demetrašvili. ABOUT EFFECTIVENESS OF SOME ADMIXTURES OF THE AUTOMOBILE FUELS.....	52
S. Iashvili. CHOICE OF COMPATIBILITY CRITERION FOR LUBRICATING MATERIALS	58
ELECTRICAL ENGINEERING INDUSTRY	
A. Rikrikadze, A. Shermazanashvili. ANALYSIS OF INVESTIGATION RESULTS OF SELF-EXCITABLE THREE-PHASE ASYNCHRONOUS GENERATORS.....	63
MECHANICAL ENGINEERING OF TRANSPORT	
† G. Sharashenidze, V. Margvelashvili, G. Usanetashvili, S. Sharashenidze. TOWARDS THE CREATION OF DIFFERENTIAL EQUATIONS FOR ADDITIONAL MOTIONS OF PLUS BRAKE LEVER CONTROLS OF DRIVING CAR	70
RAILWAY TRANSPORT	
T. Kupatadze, N. Kupatadze, B. Didebashvili, Z. Kupatadze, G. Guramishvili. SOME PROBLEMS OF MOUNTAINOUS RAILWAYS CAPACITY	76
MATERIALS SCIENCE	
V. Garibashvili, V. Metreveli, Z. Mirijanashvili, Z. Jabua, I. Kupreishvili. COATING OF DURALUMIN SURFACE BY BLACK, WEAR-RESISTANT LAYER	79
Z. Jabua, I. Tabatadze, A. Gigineishvili. PREPARATION OF ERBIUM MONOTELLURIDE FILMS, AND THEIR OPTICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES.....	84
STRUCTURAL MECHANICS	
P. Menabdishvili. INVESTIGATION OF ROCK COMPOSITION AND RELIEF EFFECT ON THE SLOPE STABILITY CONSIDERING THE LOADINGS OF THE STRUCTURES TO BE BUILT AND SEISMIC ONES	91

NATURAL RESOURCE

- R. Skhvitaridze, V. Tsitsishvili, B. Keshelava, G. Tzintzkaladze.** PROSPECTS OF APPLICATION
OF GEORGIAN NATURAL ZEOLITES AS A BUILDING MATERIALS ADDITIONS 98

ARCHITECTURE

- N. Akhvlediani.** SOME QUESTIONS OF FORMATION OF THE BALNEOLOGICAL REGION OF
WESTERN ZONE IN THE LOWLAND OF KOLKHETI 103

CHEMICAL TECHNOLOGY

- G. Andriadze, E. Mkhchian, E. Shengelia, L.Gvasalia.** CHANGES IN THE VOLUME
OF NITRATE-NITRITE CONCENTRATION DURING THE PROCESS OF CHOPPING HERBS 109

LIGHT INDUSTRY

- T. Maglakelidze, M. Zakaraia.** STRUCTURAL MODELS OF THE STAND FOR SHOE TEST 114

TEXTILE INDUSTRY

- N. Chkhaidze, N. Makhviladze, L. Lursmanashvili, T. Chubinishvili.** SILK PRODUCTION
DEVELOPMENT HISTORY IN GEORGIA 120

HISTORY OF INDUSTRY

- O. Gogolishvili.** THE FIRST STEPS OF DEVELOPMENT OF INDUSTRY IN ADJARA 127

HISTORY OF SCIENCES

- † L. Urushadze.** NEW PAGES OF OLD SCIENCE..... 131

СОДЕРЖАНИЕ

ЖУРНАЛ “НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ” -65	9
ФИЗИКА	
М. Джибладзе, Т. Бацикадзе. КЛАСТЕРНОЕ СТРОЕНИЕ ЯДЕР ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	11
ДЕМОГРАФИЯ	
Б. Гоишвили. ГОРА ПРОСИТ ПОМОЩИ	41
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
З. Асламазашвили, Г. Ониашвили, Г. Захаров, Г. Тавадзе, Г. Урушадзе. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФАЗООБРАЗОВАНИЯ ПРИ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕМСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ СИНТЕЗЕ (СВС) В СИСТЕМЕ Ti-CR-C-ME.....	45
МАШИНОСТРОЕНИЕ	
Т. Натриашвили, В. Маргвелашвили, Р. Деметрашвили. ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ НАДБАВОК АВТОМОБИЛЬНЫХ ТОПЛИВ	52
С. Иашвили. ПОДБОР СОВМЕСТИМОСТИ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	58
ЭЛЕКТРОМАШИНОСТРОЕНИЕ	
А. Рикриадзе, А. Шермазанашвили. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ САМОВОЗБУЖДАЕМЫХ ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ	63
ТРАНСПОРТНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ	
† Г. Шарашенидзе, В. Маргвелашвили, Г. Усанеташвили, С. Шарашенидзе. К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ ДОБАВОЧНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ РЫЧАЖНОЙ ТОРМОЗНОЙ ПЕРЕДАЧИ МОТОРНОГО ВАГОНА	70
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ	
Т. Купатадзе, Н. Купатадзе, Б. Диебашвили, З. Купатадзе, Г. Гурамишвили. НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ГОРНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	76
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ	
В. Гариашвили, В. Метревели, З. Мириджанашвили, З. Джабуа, И. Купреишвили. ПОКРЫТИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЮРАЛЮМИНИЯ ЧЕРНЫМ ИЗНОСОСТОЙКИМ СЛОЕМ.....	79
З. Джабуа, И. Табатадзе, А. Гигинишвили. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПЛЁНОК МОНОТЕЛЛУРИДА ЭРБИЯ, ИХ ОПТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА	84
СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА	
П. Менабдишвили. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЛЬЕФА И СОСТАВА ПОРОД НА УСТОЙЧИВОСТЬ СКЛОНА С УЧЕТОМ ВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ И СЕЙСМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ	91

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ	
Р. Схвитаридзе, В. Цицишили, Б. Кешелава, Г. Цинцкаладзе. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ ГРУЗИИ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВОК ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	98
АРХИТЕКТУРА	
Н. Ахвледиани. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ К ФОРМИРОВАНИЮ БАЛЬНЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНА ЗАПАДНОЙ ЗОНЫ КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ	103
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ	
Г. Андриадзе, Э. Мхчян, Е. Шенгелия, Л. Гвасалия. ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТ-НИТРИТОВ В ЗЕЛЕНИ ПРИ ЕЕ КУЛИНАРНОЙ ОБРАБОТКЕ.....	109
ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ	
Т. Маглакелидзе, М. Закарая. СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ОБУВИ	114
ТЕКСТИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ	
Н. Чхайдзе, Н. Махвиладзе, Л. Лурсманашвили, Т. Чубинишвили. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ШЕЛКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ГРУЗИИ	120
ИСТОРИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
О. Гоголишвили. ПЕРВЫЕ ШАГИ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В АДЖАРИИ	127
ИСТОРИЯ НАУКИ	
† Л. Урушадзе. НОВЫЕ СТРАНИЦЫ СТАРОЙ НАУКИ.....	131

XX საუკუნის 40-იანი წლებიდან ჩვენს რესპუბლიკაში თანამედროვე ქართულ მეცნიერებას კოორდინაციას უწევდა უკვე ახლად ჩამოყალიბებული საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია (1941 წ.), რომლის ინიციატივითაც საფუძველი ჩაეყარა მსოფლიოში სახელგანთქმულ არაერთ ქართულ სამეცნიერო სკოლას, ახალ მეცნიერულ მიმართულებასა და მიმდინარეობას, კვლევის ახალ ფორმებსა და მეოთხებს. სწორედ საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მზრუნველმა დამოკიდებულებამ და სახელოვანი მეცნიერებისა და ტექნიკის სპეციალისტთა თაოსნობამ და მონდომებამ ახალი სიცოცხლე შთაბერა წლების განმავლობაში ფუნქციადაკარულ ქართულ სამეცნიერო-ტექნიკურ პერიოდულ გამოცემას – 1948 წლის დეკემბერში საქართველოს მთავრობის გადაწყვეტილებით დაფუძნდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო-პოპულარული ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნიკა”, რითაც ხორცი შეესხა დიდი ნიკო მუსხელიშვილისა და მისი სახელოვანი თანამედროვეების ჩანაფიქრს, რომ საბუნებისმეტყველო დარგის ქართველ მეცნიერებსა და ტექნიკის სპეციალისტებს საკუთარი ორიგინალური ჟურნალი ჰქონდათ.

ჟურნალის მთავარ რედაქტორად დაინიშნა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, აკადემიკოსი რაფიელ აგლაძე. მასთან ერთად სარედაქციო კოლგიგიაში შედიოდნენ: აკადემიკოსი ვიქტორ კუპრაძე, პროფესორი ვასილ კაკაბაძე, დოცენტი მათე მირიანშვილი, ინჟინრები კონსტანტინე გურგენიძე და შალვა ჯაბუა, ევგენი წელაძე (რედაქციის პასუხისმგებელი მდივანი).

ჟურნალი იმთავითვე მაღალი პროფესიული დონით გამოირჩეოდა როგორც შინაარსობრივად და თვემატიკურად, ისე მხატვრული თვალსაზრისითაც. ეს შემთხვევებით არ იყო. მისი საკმაოდ ხანგრძლივი (65-წლიანი) საქმიანობა მწირ ნიადაგზე არ აღმოცენებულა; მანამდე – 1925–1926 წლებში გამოდიოდა ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნიკა”; 1925–1929 წლებში – „ტექნიკა და ცხოვრება”; 1929-დან 1938 წლამდე – ჟურნალი „ტექნიკა და შრომა”, ხოლო 1938 წლიდან 1941 წლამდე „ტექნიკის” სახელწოდებით განაგრძობდა ფუნქციონირებას. 1941–1948 წლებში ჯერ ომით გამოწვეული, მერე კი ომის შემდგომი მძიმე პირობების გამო სამეცნიერო-ტექნიკური პერიოდიკის განვითარებაში ერთგარი ვაკუუმი წარმოიქმნა. არადა, საჭირო იყო ჟურნალი, რომელიც გააცნობდა ჩვენს ხალხს, თუ როგორ ემსახურებიან საქართველოს სამეცნიერო დაწესებულებები და თვით მეცნიერები სახალხო მეურნეობის შემდგომი განვითარების საქმეს; ჟურნალს უნდა დაეკმაყოფილებინა ჩვენი ახალგაზრდობის მისწრაფება მეცნიერები და ტექნიკური ცოდნის შეძენისა და ამაღლებისა, ხელი შეეწყო ტექნიკური გამოცდილების გაცვლა-გამოცვლისათვის წარმოებაში ახალი ტექნიკის დანერგვისათვის. განსაკუთრებული ჟურადღება უნდა მიეცია იმ მიღწეულების გაშუქებისათვის, რომლებიც ტექნიკასთან არის დაკავშირებული; ჟურნალი უნდა დახმარებოდა ნოვატორებს, გამომგონებლებსა და რაციონალიზატორებს.

შეიძლება გადაუჭარბებლად ითქვას, რომ სწორედ ახალდაარსებული ჟურნალის ფურცლებზე გამოქვეყნებული სტატიები, წერილები, რეპორტაჟები, ინფორმაციები საფუძვლიანად პასუხისმგებდა ამ მოთხოვნებს და ყოველთვის კეთილისმყოფელ ზემოქმედებას ახდენდა მკითხველზე. ბევრი ახალბედა და ტექნიკით გატაცებული ახალგაზრდისათვის ჟურნალი ცოდნის დაუფლების საიმედო ორიენტირს წარმოადგენდა. ასეა ეს დღესაც. არაერთი აწ უკვე აღიარებული მეცნიერებისა და ტექნიკის მოღვაწის შემოქმედებისა და საგამომგონებლო-რაციონალიზატორული საქმიანობის დებიუტი სწორედ ამ ჟურნალში შედგა.

ჟურნალი ყოველთვის პირნათლად პასუხისმგებდა იმ მოთხოვნებს, რაც მას დაფუძნების დროს დაუსახეს. იგი ყოველთვის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებისა და ტექნიკის სფეროში მომხდარი მოვლენების პოპულარიზაციას ახდენდა და, როგორც წესი, სამეცნიერო-ტექნიკურ სამყაროსა და მკითხველთა შორის ერთგვარი შეამავლის როლს ასრულებდა.

უურნალის არსებობის განმავლობაში მისი გამორჩეული სახისა და სტილის დამკვიდრების პროცესს შემოქმედებითად წარმართავდნენ უურნალის მთავარი რედაქტორები. როგორც ზემოთაც აღვნიშნეთ, ახალდაარსებული უურნალის პირველი მთავარი რედაქტორის ამ კეთილშობილურ მოვალეობას 1949 წლიდან 1953 წლამდე ასრულებდა აკადემიკოსი რაფიელ აგლაძე – სამეცნიერო წრეებში დიდი ავტორიტეტის ქვეყნება, რომელმაც ყველაფერი იღონა, რომ უურნალი „შეცნიურება და ტექნიკის“ რედაქციას სწორი მიმართულებით გადაედგა პირველი ნაბიჯები. მის სასახლოდ უნდა ითქვას, რომ უურნალის რედაქციამ უნარიანად აუღო ალდო დაკისრებულ მოვალეობას და თავის შემდგომ საქმიანობას საიმედო საფუძველი ჩაუყარა.

1953 წლიდან 1956 წლამდე უურნალის რედაქციას სათავეში ედგა საქვეყნოდ ცნობილი მეცნიერი და საზოგადო მოღვაწე რაფიელ დვალი – დიდი მეცნიერული ერუდიციისა და იშვიათი პიროვნული ხიბლის ქვეყნება ადამიანი. ბატონმა რაფიელმა დიდი ამაგი დასდო უურნალის რედაქციას და მის მუშაობაში მთელი რიგი სიახლეები დანერგა.

1956 – 1959 წლებში უურნალის მთავარი რედაქტორის თანამდებობა ეკავა აკადემიკოს ვახტანგ მახალდიანს, რომელმაც თავისი მოღვაწეობით დიდად შეუწყო ხელი უურნალის წინსვლასა და მისი უახლესი მიზნების განსაზღვრას.

ყველაზე ხანგრძლივი დროით (1959 – 1990 წწ.) უურნალს ხელმძღვანელობდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, ბატონი ზურაბ წილოსანი, რომელმაც სამი ათეული წლის განმავლობაში წარუშლელი კვალი დაამსნია უურნალსა და მის რედაქციას. მაღალ მეცნიერულ და ორგანიზაციულ ნიჭოთან ერთად ზ. წილოსანი განსაკუთრებული კეთილშობილებითა და ადამიანური სითბოთი გამოირჩეოდა, როთაც რედაქციაში ურთიერთგაგებისა და თანადგომის ატმოსფერო შექმნა.

ზ. წილოსანის გარდაცვალების შემდეგ, 1990 წლიდან 2009 წლამდე, უურნალის რედაქტორი იყო გამოჩენილი კიბერნეტიკოსი, ქართული ფიზიკა-მათემატიკური სკოლის სახელოვანი წარმომადგენელი, აკადემიკოსი ვლადიმერ ჭავჭანიძე. მისი რედაქტორობის პერიოდში უურნალმა ჯერ სამეცნიერო-ილუსტრირებული (1991), ხოლო 2000 წლიდან სამეცნიერო-რეფერირებული უურნალის სტატუსი მიიღო. 2000 წელს შეეცვალა უურნალს სახელწოდებაც: საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის 2000 წლის №104 დადგენილებით უურნალს „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ ეწოდა. განსაკუთრებით უნდა ადინიშნოს ვლ. ჭავჭანიძის უანგარო საქმიანობა 1990-იან წლებში, როდესაც უურნალის რედაქციას უკიდურესად გაუჰირდა. ბატონმა ვოგამ რედაქციის თანამშრომლებთან ერთად უურნალი ფაქტორივად დახურვას გადაარჩინა – კრიტიკულ სიტუაციებში იგი საკუთარი სახსრებით უზრუნველყოფდა უურნალის დადგენილ ვადებში გამოცემას.

ვლ. ჭავჭანიძის გარდაცვალების შემდეგ უურნალს მთავარი რედაქტორი არ ჰყოლია. მართლაც, მძიმე პერიოდი დაუდგა რედაქციას, მაგრამ იგი მისთვის ძნელებელის ქამსაც თვალისწინებით უფრთხოდებოდა და აგრძელებდა ათეულწლობით ჩამოყალიბებულ ძვირფას ტრადიციებს.

რედაქციის თანამშრომლების თავდადებული შრომის შედეგად და უურნალის კურატორის, მთავარი რედაქტორის მოვალეობის ამსრულებლის (2009 – 2012 წწ.), აკადემიკოს მინდია სალუქაძის ძალისხმევით უურნალმა ფუნქციონირება არ შეწყვიტა 2012 წლის ივლისამდე. ხოლო აკადემიკოს არჩილ ფრანგიშვილის (ამჟამად უურნალის მთავარი რედაქტორი) მცდელობამ – დახმარებოდა უურნალს, უკალოდ არ ჩაიარა; მან ნახევარ საუკუნეზე მეტი ხნის უურნალი დასახურად ვერ გაიმეტა და 2013 წელს მას ახალი სული შთაბერა. დღეს უურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ ისევ ფეხზე დგას და წელგამართული ხვდება თავისი დაარსების 65-ე წლისთაგას.

უურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიების“
სარედაქციო კოლეგია

ატომის ბირთვის კლასტერული აბებულება

მ. ჯიბლაძე, თ. ბაციკაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

თანამედროვე მეცნიერება ნივთიერების აგებულების შესახებ შეიქმნა და მღიერ განვითარდა ფიზიკისა და ქიმიის ზღვარზე. [1-4]-ში განხილული იყო პროტონის მიერ შექმნილი ელექტროსტატიკური ველის გავლენა სხვადასხვა ბირთვის სტრუქტურის ფორმირებაზე და ნუკლონების სტრუქტურის ქარქულ მოდელზე დაყრდნობით ნაჩვენები იყო ელექტრული ველი, რომელიც ნუკლონებში ელექტრულ დიპოლებს წარმოქმნის, უზრუნველყოფს მდგრად რომბულ, პრიზმულ და კუტური ფორმის კლასტერებს, რომლებიც ჰელიუმის, ნახშირბადისა და ჟანგბადის ბირთვებს შეესაბამება.

ბირთვული თეორიის შექმნის მცდელობები ბირთვული ძალების თვისებებზე არსებული არასაკმარისი ცოდნის გამო მრავალ სიძნელესთანაა დაკავშირებული. ამიტომ იძულებული ვართ ნუკლონებს შორის არსებული ურთიერთქმედების ძალები მოდელური დამოკიდებულებების გამოყენებით ცნობილ ექსპერიმენტულ შედეგებს შევუსაბამოთ.

ატომის ბირთვი, რომელიც მრავალნაწილაკიან ქანტურ სისტემას წარმოადგენს, უადრესად რთული ობიექტია და, ამდენად, ბირთვული თეორიის შექმნის ცდები დიდ სიძნელეებს აწყდება ძირითადად ბირთვული ძალების ბუნებაზე არასრულყოფილი წარმოდგენების გამო. თუმცა ნუკლონებს შორის არსებული ბირთვული ძალების ბუნება ცნობილიც რომ იყოს, მრავალ ნაწილაკთა ურთიერთქმედების ქანტური ამოცანის გადაწყვეტის პროცესში მაინც დადგება.

ატომის ბირთვის თეორია განვითარდა ისეთი ბირთვული მოდელების შექმნის გზით, რომლებიც ბირთვის თვისებების ან მოვლენების არჩეული ერთობლიობის პარამეტრების მინიმალური რაოდენობით აღიწერება. მოდელის ღირებულება პარამეტრების რაოდენობითა და ბირთვების ახალი თვისებების წინასწარმეტყველებით ან უკვე არსებული თვისებების ახსნის შესაძლებლობით განისაზღვრება, ოღონდ ნებისმიერი მოდელის შესაძლებლობები შეზღუდულია და ბირთვის კველა თვისების სრულყოფილად აღწერა არ შეუძლია, რის შედეგადაც იძულებული ვართ გამოვიყენოთ მრავალი სხვადასხვა მოდელი, რომლებიც მოვლენების შეზღუდულ რაოდენობას აღწერს, მაგრამ მთლიანობაში ბირთვის შესახებ ჩვენი ცოდნის დონეს შეესაბამება.

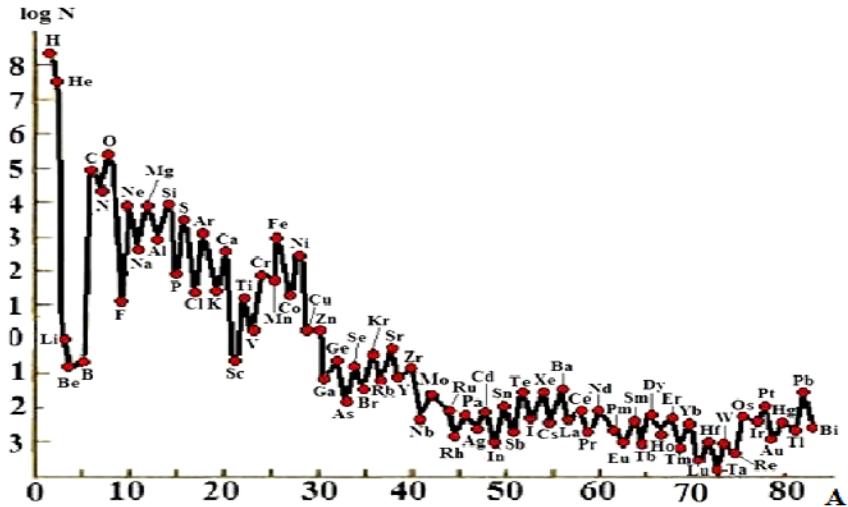
ბირთვის ნებისმიერი მოდელის საფუძველია არჩეული ობიექტის თავისუფლების ხარისხის ნებისმიერი ერთობლიობის შედარებითი დამოუკიდებლობის დაშვება. თავისუფლების ხარისხი კლასიფიცირდება როგორც ერთნაწილაკიანი, რომელიც ცალკეული ნუკლონების დამოუკიდებელ მოძრაობას აღწერს, ისე კოლექტიური, რომელიც მრავალი ნაწილაკის ურთიერთშეთანხმებულ მოძრაობას შეესაბამება. ასეთია, მაგალითად, ორი მოდელი: წვეთური, რომელიც კოლექტიური თავისუფლების ხარისხს ეყრდნობა, და გარსული, რომელიც ნუკლონის, როგორც ერთი ნაწილაკის, მოძრაობის აღწერას იყენებს.

წინამდებარე ნაშრომში ბირთვების კლასტერულ წარმოდგენებზე დაყრდნობით განვიხილავთ ქიმიური ელექტროგების ბირთვების შექმნის სქემებს.

ჩვენს სამყაროში დაახლოებით 100 სხვადასხვა ქიმიური ელექტროგებია. როგორ წარმოიქმნა ეს ელექტროგები ბუნებრივ პირობებში?

ამ კოხვებაზე პასუხს იძლევა სამყაროში ქიმიური ელექტროგების რაოდენობითი განაწილება (ნახ. 1). როგორც ჩანს, ყველაზე მსუბუქი ელექტროგების – წყალბადისა (H) და ჰელიუმის

(He) ბერძნებაში უფრო ხშირად გვხვდება ნახშირბადისა (C) და ჟანგბადის (O) ატომები. გავრცელების მიხედვით მათ მოხდევს ნეონი (Ne), მაგნიუმი (Mg) და სილიციუმი (Si).



ნახ. 1. ქიმიური ელემენტების განაწილება სამყაროში

მზის სისტემაში არსებული ქიმიური ელემენტების განაწილების განსაკუთრებულობათა შორის უმნიშვნელოვანესია შემდეგი:

- სამყარო ძირითადად წყალბადისაგან შედგება, რომელიც ატომთა მთლიანი რაოდენობის 90%-ს შეადგენს;
- გავრცელების მიხედვით, ჰელიუმი მეორე ადგილზეა (9%);
- არის ღრმა მინიმუმი, რომელიც შეესაბამება ქიმიურ ელემენტებს: ლითიუმს (Li), ბერილიუმს (Be) და ბორს (B);
- Li-ის, Be-ისა და B-ის ელემენტების გავრცელების ღრმა მინიმუმს მოჰყვება ნახშირბადისა (C) და ჟანგბადის (O) ატომების მაქსიმუმი, რაც გამოწვეულია მათი შედარებით მაღალი გავრცელებით;
- ჟანგბადის შემდეგ დამზირება ქიმიური ელემენტების გავრცელების ნახტომისებრი (ხერხისებრი) შემცირება სკანდიუმამდე Sn (A=45);
- შეინიშნება ელემენტების გავრცელების მკვთრი ზრდა რკინის Fe (A = 56) უბანში (რკინის ჯგუფი);
- ნეოდიუმის შემდეგ ელემენტების გავრცელების შემცირება უფრო მონოტონურად ხდება;
- მნიშვნელოვანი განსხვავებაა წყვილი და კენტი პროტონების რაოდენობის მიხედვით. როგორც წესი, წყვილი რაოდენობის პროტონების მქონე ქიმიური ელემენტი ბუნებაში უფრო გავრცელებულია.

როგორც ცნობილია, შედარებით მსუბუქი ქიმიური ელემენტები ვარსკვლავების შუაგულ სივრცეში იქმნება, ხოლო მძიმე ელემენტების შესაქმნელად აუცილებელია ზეახალი ვარსკვლავების აფეთქება ზემადალი ტემპერატურებისა და წნევების პირობებში. ვარსკვლავების სიღრმეში ბირთვების შექმნის პროცესი ტემპერატურისა და ნივთიერების სიმკვრივის ზრდის მიხედვით ეტაპობრივად მიმდინარეობს:

1. წყალბადის წვა ვარსკვლავებში ($\rho = 10^2 \text{ g/l}^\beta$, $T = 2 \cdot 10^6 \text{ K}$);
2. ჰელიუმის წვა ვარსკვლავებში ($\rho = 10^3 \text{ g/l}^\beta$, $T = 2 \cdot 10^8 \text{ K}$);
3. ნახშირბადის წვა ვარსკვლავებში ($\rho = 10^5 \text{ g/l}^\beta$, $T = 8 \cdot 10^8 \text{ K}$);
4. ჟანგბადის წვა ვარსკვლავებში ($\rho = 10^5 \cdot 10^6 \text{ g/l}^\beta$, $T = 2 \cdot 10^9 \text{ K}$);
5. კაუბადის წვა ვარსკვლავებში ($\rho = 10^6 \text{ g/l}^\beta$, $T = (3-5) \cdot 10^9 \text{ K}$).

როგორც ვხედავთ, ქიმიური ელემენტების შექმნისას ძირითადი ბირთვებია წყალბადის, ჰელიუმის, ნახშირბადის, ჟანგბადისა და კაჟბადის ბირთვები.

ატომის ბირთვების აგებულების მოდელი. ატომის ბირთვის მოდელების რაოდენობა ძალზე დიდია. ხშირად ისინი ბირთვში ნუკლონების მოძრაობის ხასიათის ურთიერთსაწინააღმდეგო პოსტულატებს ემყარება. გავიხსენოთ ზოგიერთი მათგანი;

1. ბირთვის პიდროდინამიკური (წვეთური) მოდელი (ნ. ბორი, 1936). წვეთური მოდელი დაეფუძნა ბირთვში ნუკლონებისა და სითხის წვეთში მოღეკულების მოძრაობებს შორის ანალოგიას. ისევე როგორც ზვეულებრივ წვეთში, ბირთვის ზედაპირიც შესაძლოა ირხეოდეს. თუ ამ რხევების ამპლიტუდა ძალზე გაიზრდება, წვეთი დაიშლება, ანუ ბირთვი დაიშლება;

2. ბირთვის გარსული მოდელი (მ. პეპერ-მაერი, ი. იენსენი, 1950). ჯერ კიდევ ბირთვული ფიზიკის განვითარების საწყის ეტაპზე ატომების ბირთვებში პროტონებისა და ნეიტრონების „მაგიური რიცხვების“ (2, 8, 20, 50, 82, 126) აღმოჩენის საფუძველზე წარმოდგენილ იქნა გარსული მოდელი ატომში ელექტრონების გარსების თეორიის ანალოგიურად. გარსულ მოდელში ძირითადია ნუკლონების დამოუკიდებელი მოძრაობა თვითშეთანხმებულ ველში, რაც პიდროდინამიკურ მოდელს ეწინააღმდეგება. ბირთვის გარსულმა მოდელმა შეძლო სპინისა და ბირთვის მაგნიტური მომენტების არსებობის ახსნა; ამასთან, ატომის ბირთვების სხვადასხვა მდგრადობის ფაქტისა და ბირთვების თვისებების ცვლილებების პერიოდულობის გამოვლენა;

3. ბირთვის კოლექტიური მოდელი (ჯ. რეინოუტერი, 1959; ო. ბორი და ბ. მოტელსონი, 1952) შეიქმნა წვეთურ მოდელზე დაურდნობით და ახსნა ნაკლებად აგზნებული ბირთვების ბუნება, ხოლო ბირთვების აგზნება – როგორც ზედაპირის დინამიკური დეფორმაცია (ანუ ზედაპირის დროში ცვლილება);

4. ბირთვის განზოგადებულ მოდელში (ო. ბორი და ბ. მოტელსონი) განიხილება კოლექტიური და ერთნაწილაკოვანი თავისუფლების ხარისხი. ეს მოდელი ეყრდნობა სტატისტიკური ფიზიკის ისეთ წვეულებრივ ცნებებს, როგორიცაა ტემპერატურა, დონეების სიმკვივე, ენტროპია, ფლუქტუაცია და ა.შ. ბირთვების ეს მახასიათებლები ბირთვული რეაქციების აღწერისათვის გამოიყენება. განზოგადებულმა მოდელმა ახსნა ზოგიერთი ბირთვის დიდი კვადრუპოლური მომენტები და დაასკვნა, რომ ამ ბირთვების გარე ნუკლონები იწვევს ბირთვის გულარის ძლიერ დეფორმაციას, რაც მას სფერულობას აკარგვინებს და ბირთვი ოვალურ ფორმას იდებს;

5. წყვილი კორელაციის მოდელი. ბირთვის განზოგადებული მოდელი გარკვეულ წინააღმდებებს აწყდება ექსაერიმენტული შედეგების ახსნის დროს, განსაკუთრებით იმ ბირთვების თვისებების აღწერისას, სადაც ბირთვის გულარის გარშემო რამდენიმე ნუკლონი მოძრაობს. ამ მოდელის გაუმჯობესების ბუნებრივი გზა ნუკლონების გულართან ურთიერთქმედების გათვალისწინებაა. გარსული მოდელის შესაბამის მოდიფიკაციებს წყვილი კორელაციის მოდელები ეწოდება, რომელთაგან ყველაზე ცნობილი ბირთვის ზეგამტარული მოდელია (ნ. ბოგოლიუბოვი, ო. ბორი, ბ. მოტელსონი, დ. პაინსი, 1958). ამ მოდელს საფუძვლად დაედო წარმოდგენა იმის შესახებ, რომ პროტონებისა და ნეიტრონების წყვილი ერთმანეთის ტოლი და ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულების მოძრაობის რაოდენობის მომენტებით ბირთვში შეკავშირებულ მდგომარეობას ქმნის;

6. ბირთვის სტატისტიკური მოდელი (ო. ფრენკელი, 1936; ლ. ლანდაუ, 1937). უფრო დიდი აგზნების დროს (6-7 მეტრი) დონეების რაოდენობა საშუალო და მძიმე ბირთვებში ძალზე დიდია, რის შედეგადაც დონეებს შორის მანძილი მცირდება. ამ დროს თითოეული დონის ქვანტური მახასიათებლების დადგენა შეუძლებელია და არც არის საჭირო. მიზანშეწონილია მოცემული სპინით, იზოსპინით და ა.შ. დონეების სიმკვრივის ცნების შემოტანა;

7. ბირთვული ნივთიერების ზეგამტარობა. ნუკლონებს შორის ძლიერ ურთიერთქმედებას (სრული კუთხეური მომენტით $J=0$ და სპინით $S=0$) ბირთვის ნივთიერების ზეგამტარობამდე მივყართ (ო. ბორი, ჯ. ვალანტინი, 1958). ამ მოდელის შედეგია ბირთვის ერთსისშირიანი აგზნების სპექტრში დარის წარმოქმნა და დეფორმირებული ბირთვების ინერციის მომენტების შემცირება

„მყარი“ ბირთვების მომენტებთან შედარებით. ისევე როგორც ლითონებში ელექტრონების შეწყვილება ზეგამტარობის მიზეზია, ნუკლონების შეწყვილებამ, შესაძლოა, ბირთვული ნივთიერების ზეგამტარობა გამოიწვიოს;

8. ბირთვის ოპტიკური მოდელი გამოიყენება ბირთვებში ნუკლონებზე დრეკადი გაბნევების განსახილებად. ეს მოდელი პირდაპირ ბირთვულ რეაციებს აღწერს, რომლებიც $\sim 10^{-22}-10^{-23}$ წმ დროის განმავლობაში მიმდინარეობს. ბირთვების საწინააღმდეგო მდგომარეობა სტატისტიკური მოდელით აღიწერება;

9. კლასტერულ მოდელში გამოიყენება ნუკლონების ასოციაციის მოდელი ატომის ბირთვის კლასტერულ (ბლოკების) სტრუქტურაზე დაყრდნობით. ეს მოდელი შეიქმნა გასული საუკუნის 30-იანი წლების მეორე ნახევარში, როდესაც სისტემაზიზებულ იქნა მონაცემები მსუბუქ ბირთვებში ურთიერთკავშირის ენერგიის შესახებ. აღმოჩნდა α -დაშლის მიმართ იმ ბირთვების მდგრადობის გაზრდა, რომლებსაც წყვილი პროტონები და ნეიტრონები აქვს. მათ შორის არის ${}^8\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{16}\text{O}$ და $\text{A}.\text{Z}.$ ბირთვები. მრავალი ბირთვი აგზნებულ მდგომარეობაში დიდი ალბათობით α -ნაწილაკების გამოსხივების შედეგად იშლება. კ. უილერმა 1937 წელს წამოაყენა მოსაზრება, რომ მრავალი ბირთვი α -ნაწილაკების კლასტერებისაგან შედგება. მაგალითად, ლითიუმის (${}^6\text{Li}$) ბირთვი ძირითადად იმყოფება ისეთ მდგომარეობაში, რომელიც დეიტრონისა და α -ნაწილაკის ურთიერთქმედებით აღიწერება და ბირთვის ცენტრის გარშემო ბრუნავს. α -ნაწილაკების კორელაცია ნათლად ვლინდება ბირთვებისათვის, რომელთა ატომური რიცხვი $A < 40$. უფრო მძიმე ბირთვებისათვის ეს უფლები ნაკლებად ვლინდება. მსუბუქ ბირთვებში შესაძლოა სხვა კლასტერების შექმნაც. მაგალითად, ზოგ შემთხვევაში ლითიუმის (${}^6\text{Li}$) ბირთვი შესაძლოა განვიხილოთ, როგორც ორნაწილაკიანი სისტემა $\alpha+d$ (უფრო სწორი იქნება ეს ბირთვი განვიხილოთ, როგორც $\alpha+n+p$ სისტემა).

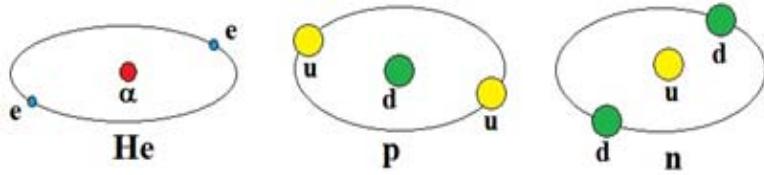
წარმოდგენილი ბირთვული მოდელები აღწერს ატომური ბირთვების ძირითად თვისებებს. თუმცა ისინი არასაკმარისი აღმოჩნდნენ ბირთვების ძირითად და α -ზნებულ მდგომარეობაში დამზერილი კველა ექსპერიმენტული შედეგის შესაფასებლად.

ატომის ბირთვის კლასტერული მოდელი. წინამდებარე ნაშრომში განვიხილავთ კლასტერულ მოდელს, რომლის მიზანია ნუკლონების კვარკულ მოდელზე დაყრდნობით სხვადასხვა ბირთვის სივრცული მოდელის შექმნა.

აღსანიშნავია, რომ ნუკლონების ქვარკული მოდელის თანახმად, პროტონი ორი a -ქვარკისა და ერთი d -ქვარკისაგან შედგება, ხოლო ნეიტრონი შეიცავს ერთ a -ქვარკსა და ერთ d -ქვარკს. თუ პროტონისა და ნეიტრონის, როგორც ნუკლონებში არსებულ თავისუფლად მოძრავი ნაწილაკების (a - და d -ქვარკები) სისტემად წარმოვიდგენთ, მაშინ სივრცეში ქვარკების გასაშუალოებული მდებარეობა პროტონის დადებით მუხტს და ნეიტრონის ნულოვან მუხტს განაპირობებს.

როგორც ცნობილია, ერთი პროტონი შეიძლება შეუერთდეს ერთ ნეიტრონს, რის შედეგადაც დეიტერიუმის ბირთვი წარმოიქმნება. მას მეორე ნეიტრონის მიერთებაც შეუძლია (ტრიტიუმის ბირთვი), მაგრამ, მიუხედავად იმისა, რომ თავისუფალი ადგილი ბევრია, მესამე ნეიტრონს აღარ მიიერთებს. ამასთან, აღსანიშნავია, რომ ბუნებაში დეიტერიუმის გავრცელება ტრიტიუმთან შედარებით ძალზე დიდია, მაგრამ თუ ტრიტიუმის სისტემა კიდევ ერთ პროტონს მიიერთებს, მივიღებთ ძალზე სტაბილურ და ბუნებაში ფართოდ გავრცელებულ ჰელიუმის (${}^2\text{He}^4$) იზოტოპს (a -ნაწილაკი).

როგორც აღვნიშნეთ, ქვარკული მოდელის თანახმად, ნუკლონები შეიძლება სამი ნაწილაკის ერთობლიობად წარმოვიდგინოთ (პროტონი – $\text{a}+\text{d}$ და ნეიტრონი – ddu), თანაც შეიძლება დავუშვათ, რომ ქვარკების წყვილი ნუკლონებში ისე მოძრაობს, როგორც ელექტრონები ჰელიუმის ატომში, ხოლო ნუკლონის ცენტრალურ ნაწილში ერთი ქვარკია (ნახ. 2).



ნახ. 2. პელიუმის ატომი, პროტონი და ნეიტრონი

თუ მხედველობაში მივიღებთ ელექტრონებს შორის არსებულ ძლიერი კულონური განხილვის ძალებს, ცხადი გახდება, რომ პელიუმის ბირთვში ელექტრონები ერთმანეთისაგან მაქსიმალურ მანძილებზე უნდა იყოს დაცილებული. ამდენად, პელიუმის ატომში ელექტრონებს უნდა პქონდეს ისეთი ტრაექტორიები, რომ ძირითადად წრის დიამეტრზე სცილდებოდეს ერთმანეთს (ნახ. 2).

პელიუმის ატომისაგან განსხვავებით, სადაც მსუბუქი ელექტრონები დიდი მასის მქონე ბირთვის გარეშე მოძრაობს, ქვარკების მასები ნუკლონებში თითქმის ერთმანეთის ტოლია. პელიუმის ბირთვის ნებისმიერი მოძრაობა ელექტრონების მოძრაობის სიბრტყის სივრცული ორიენტაციის ცვლილებას იწვევს. ანალოგიური მდგომარეობაა ნუკლონებშიც, მაგალითად, პროტონში ორი ა-ქვარკი ასევე ბრუნავს ერთი ა-ქვარკის გარშემო თითქმის წრიულ ორბიტაზე ისე, რომ ერთმანეთისაგან მაქსიმალურად დაცილებულია, თუმცა პროტონის ცენტრალურ უბანში მყოფი ა-ქვარკი მისი მცირე მასის გამო გაცილებით რთულ მოძრაობას ასრულებს (დიდი ამპლიტუდით), ვიდრე პელიუმის ატომში ბირთვის მოძრაობაა. მიუხედავად ამისა, ყველა ამ ქვარკის გასაშუალოებული მდებარეობა პროტონის ცენტრშია და ერთის ტოლ საერთო მუხტს (q_e) იძლევა.

ანალოგიური სურათია ნეიტრონის, სადაც ა-ქვარკის გარშემო ორი ა-ქვარკი ბრუნავს, მაგრამ ქვარკების გასაშუალოებული მდებარეობა ნეიტრონის ცენტრშია და საერთო ნეიტრალურ მუხტს იძლევა.

ისმის კითხვა: რატომ არ არსებობს ნეიტრონთა წყვილი?

მართლაც, წარმოვიდგინოთ ნეიტრონი მზის წიაღში ზემადალი ტემპერატურებისა და წნევების პირობებში. მისი კინეტიკური ენერგია ძალზე დიდია და შეჯახებისას ის შეიძლება როგორც პროტონს, ისე ნეიტრონსაც შეუერთდეს. თუმცა, ნეიტრონის შეერთება მეორე ნეიტრონთან ძალზე იშვიათია და ეს წყვილი რამდენიმე წამში იშლება, მაშინ როდესაც ნეიტრონის შეერთება პროტონთან დეიტერიუმის სტაბილურ იზოტოპს გვაძლევს.

ამრიგად, ნეიტრონი პროტონთან ერთიანდება. გასაგებია, რომ ძლიერმა მიზიდულობის ბირთვულმა ძალებმა უნდა უზრუნველყოს პროტონსა და ნეიტრონს შორის ძლიერი კავშირი, მაგრამ ეს ძალები რატომ ვერ უზრუნველყოფს კავშირს ორ, სამ და მეტ ნეიტრონს შორის?

ზოგიერთ ბირთვულ რეაქციაში (d_2 , d_3 , d_4 რეაქციები) დაიმზირება ორი, სამი და ოთხი ნეიტრონისაგან შედგენილი სისტემის გამოსხივება, მაგრამ მათი მდგრადობა მცირება და რამდენიმე წამში იშლება. გასაოცარია, თუ ისინი ერთად იყვნენ, როგორ მოხდა მათი შემდგომი დაცილება, თუ მათ შორის ძლიერი ბირთვული ურთიერთოქმედი ძალებია? გამოდის, რომ დაწყვილებულ ნეიტრონებს შორის ძლიერი ბირთვული ძალები კი არ მოქმედებს, არამედ მათი მცირე სისტემის შეკავშირების მიზეზი გაცილებით სუსტი გრავიტაციული მიზიდულობის ძალებია.

ნეიტრონებს შორის ძლიერი ბირთვული ძალების არსებობის შემთხვევაში წარმოქმნებოდა არა მარტო მცირე რაოდენობის ნეიტრონებისაგან შედგენილი სტაბილური გუნდები, არამედ ძალზე დიდი რაოდენობის ნეიტრონებისაგან შედგენილი გუნდებიც, რაც ატომგულთა სისტემას მთლიანად შეცვლიდა. როგორც ცნობილია, ნეიტრონების ძალზე დიდ გუნდს ნეიტრონული ვარსკვლავები წარმოადგენს გრავიტაციული მიზიდულობის ძალების მოქმედების გამო.

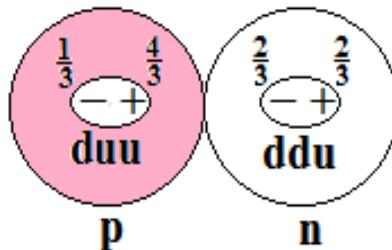
შეიძლება დაგასკვნათ, რომ მცირე რაოდენობის ნეიტრონების გუნდის წარმოქმნისას მთავარ როლს ბირთვული ძალები კი არ ასრულებს, არამედ გრავიტაციული ძალები, მიუხედავად მათი

სიმცირისა. თუ გავითვალისწინებთ ნუკლონების ძალზე მცირე ზომებს, შესაძლოა, გრავიტაციულმა ძალებმა უზრუნველყოს მცირე რაოდენობის ნეიტრონებისაგან შემდგარი გუნდის რამდენიმეზემცირისანი ერთიანობა, მაგრამ ნეიტრონების დიდი გუნდის შექმნისათვის აუცილებელია ძალზე დიდი რაოდენობით ნეიტრონთა ერთობლიობა, რაც ნეიტრონულ ვარსკვლავებში ხორციელდება. გამოდის, რომ ნეიტრონებს შორის ბირთვული მიზიდულობის ძალები არ არსებობს და ნეიტრონი იერთებს პროტონს მასში არსებული ელექტრული მუხტის მიერ შექმნილი ველის საშუალებით.

აღსანიშნავია, რომ ნუკლონების მცირე ზომების გამო, ქვარკებს შორის არსებული ელექტრული ურთიერთქმედების ძალები დაახლოებით 10^{11} -ჯერ აღემატება პელიუმის ატომში ელექტრონსა და ატომზულს შორის არსებულ ელექტრულ ძალებს.

მნიშვნელოვანია, რომ სწორედ ქვარკების წრიულ მოძრაობას შეუძლია უზრუნველყოს ნუკლონების შესაბამისი მაგნიტური მომენტები. მართლაც, პროტონის მაგნიტური მომენტი $\mu_p = 2.8\text{μ}_\text{B}$ (მა. - ბირთვული მაგნეტონია), ხოლო ნეიტრონის მაგნიტური მომენტი შეადგენს $\mu_n = -1.9\text{μ}_\text{B}$. ნუკლონების მაგნიტურ მომენტებს შორის ეს განსხვავება შეიძლება განაპირობოს d - და u -ქვარკებს შორის მუხტების სიდიდის სხვაობამ.

დაგუშვათ, რომ ძირითადი ძალა, რომელიც ორ ნუკლონს შორის მოქმედებს, კულონური ძალაა. მაშინ, პროტონ-ნეიტრონის წყვილის შექმნისას, პროტონის დადგებითი მუხტის მიერ შექმნილი ელექტრული ველი ნეიტრონში გამოიწვევს ქვარკების მოძრაობის ტრაექტორიის ისეთ ცვლილებას, რომ წარმოიქმნება ელექტრული დიპოლი qd (ნახ. 3). რადგან ნუკლონში ქვარკები თავისუფლად გადაადგილდება, პროტონის ელექტრული ველის გაელენით მაქსიმალურად შესაძლო ელექტრული დიპოლი წარმოიქმნება. ასეთივე დიპოლი წარმოიქმნება პროტონშიც ნეიტრონში აღძრული დიპოლური ველის გავლენით. ამ დიპოლების ურთიერთქმედება ნეიტრონსა და პროტონს შორის ურთიერთქმედების მიზიდულობის ძალას უზრუნველყოფს.



ნახ. 3. პროტონ-ნეიტრონული ელექტროდიპოლური ურთიერთქმედება

როგორც ვხედავთ, პროტონ-ნეიტრონულ წყვილში ორივე ნუკლონი ელექტრულად პოლარიზებული შეიძლება იყოს, მიუხედავად იმისა, რომ თავისუფალ მდგომარეობაში ნუკლონებში ელექტრული დიპოლები ქრება. ნეიტრონში ელექტრული დიპოლის წარმოქმნა გამოწვეულია პროტონის მიერ შექმნილი ველით და გამოდის, რომ მიზიდულობის ბირთვული ძალები კულონის ელექტრული ძალებითაა უზრუნველყოფილი.

რამდენად ძლიერი შეიძლება იყოს ეს ელექტრული მიზიდულობის პროტონ-ნეიტრონის ძალები? თუ დიპოლის სიგრძე დაახლოებით ნუკლონის რადიუსის ტოლია ($d \sim r$), მაშინ კულონის კანონის თანახმად, ურთიერთქმედების ძალა ელექტრულ დიპოლებს შორის იქნება:

$$F \sim 0.6 \frac{k e^2}{r^2},$$

სადაც r – ნუკლონის რადიუსია, e – ელექტრონის მუხტი.

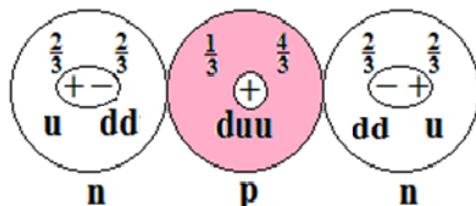
ბირთვის მცირე ზომების გამო პროტონსა და ნეიტრონს შორის ურთიერთქმედების ძალა შეიძლება ძალზე დიდი იყოს. რადგან ბირთვის ზომები $10^5 - 10^6$ -ჯერ ნაკლებია ატომის ზომებზე, ბირთვში არსებული ელექტრული ძალები $10^{10} - 10^{11}$ -ჯერ გადაჭარბებს ატომებში არსებულ

ელექტრულ ძალებს. ცხადია, ორ პროტონს შორის არსებული განზიდვის ძალები უფრო დიდია და ამიტომ პროტონების წყვილი ბუნებაში არ არსებობს. სწორედ ეს ელექტრული ძალები განაპირობებს დეიტერიუმის ბირთვის – დეიტონის არსებობას.

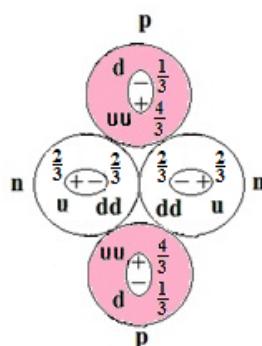
ცნობილია, რომ დეიტონს (პროტონ-ნეიტრონის სისტემა) შეუძლია მიიღოთოს პროტონი და ნეიტრონი. ნეიტრონის მიერთებით დეიტონი ტრიტიუმის ბირთვად გადაიქცევა, მაგრამ ეს სისტემა არ არის მდგრადი და წყალბადის ეს იზოტოპი არასტაბილურია. თუ მივიღებთ ნუკლონების დიპოლურ მოდელს, მაშინ ამ სამეულში ნეიტრონები პროტონთან ერთი წრფის გასწვრივ განლაგდება და ერთმანეთისგან მაქსიმალურად იქნება დაცილებული. მართლაც, მე-4 ნახ-ზე მოცემული დაგრამის თანახმად, ნეიტრონებში შექმნილი დიპოლური მუხტები ერთმანეთს განიზიდავს და ერთ წრფეზე განლაგდება. ეს სისტემა დამატებით ნეიტრონს ვეღარ მიიღოთებს. ელექტრული მიზიდულობის ძალა პროტონსა და ნეიტრონებს შორის ტრიტიუმის ბირთვში დაახლოებით 3-ჯერ აღემატება დეიტონში არსებულ ძალებს:

$$F \sim 0,2 \text{ ke}^2/r^2.$$

მართალია, ტრიტიუმი არასტაბილურია და ბუნებაში ძალზე იშვიათად გვხდება და მას არ შეუძლია დამატებით ნეიტრონის მიერთება, მაგრამ ის ადვილად იერთებს კიდევ ერთ პროტონს და ქმნის ძალზე სტაბილურ და ბუნებაში კარგად გაგრცელებულ ჰელიუმის (${}^4\text{He}$) იზოტოპს (ანაზიდაკს). სავარაუდოა, რომ მისი სივრცული სტრუქტურა წარმოადგენს რომბს, მაგრამ, როგორია ეს სტრუქტურა ქვარკული დიპოლების გათვალისწინებით? ცხადია, პროტონები ერთმანეთისგან მაქსიმალურად იქნება დაცილებული, თუმცა ნეიტრონები ქვარკული ელექტრული დიპოლების წარმოქმნის შედეგად პროტონებს ჰელიუმის ბირთვად გააერთიანებს (ნახ. 5).



ნახ. 4. ტრიტიუმის ბირთვის შესაძლო სტრუქტურა



ნახ. 5. α -ნაზიდაკის აგებულების ელექტროდიპოლური მოდელი

როგორც ვხედავთ, მივიღეთ ნუკლონების საკმაოდ მდგრადი სისტემა, სადაც ნეიტრონებში აღძრული ელექტრული დიპოლური ძალები უდიდეს როლს ასრულებს. ასე რომ, ამ სისტემაში ქვარკები ყოველთვის მოძრაობაშია, მაგრამ ეცექტური დიპოლური ველის შექმნა შეუძლია. ამ ველის გავლენით ოთხი ნუკლონისაგან ისეთი შეკრული, მყარი სისტემა იქმნება, რომ α -ნაზიდაკი უშეალოდ ადარც ნეიტრონს იერთებს, ადარც პროტონს და მეორე α -ნაზიდაკსაც კი უკუაგდებს.

სწორედ ამიტომ ბუნებაში არ არსებობს სტაბილური იზოტოპები, რომელთა მასური რიცხვია 5 და 8. მართალია, არის ჰელიუმის უფრო მძიმე იზოტოპები, მაგრამ ისინი ყველა არასტაბილურია. ამრიგად, α-ნაწილაკს აქვს რომბის ფორმა (ნახ. 5) და იმდენად მდგრადია, რომ მნელია მისი დაშლაც და გარდაქმნაც.

დეიტონს შეუძლია კიდევ ერთი პროტონის მიერთება, თუ ის პროტონისაგან მოშორებით განლაგდება და წრფივ სისტემას შექმნის. ამ შემთხვევაში მიიღება ჰელიუმის მსუბუქი იზოტოპი – ^3He , მაგრამ ბუნებაში ის ნაკლებადაა გავრცელებული. როგორც ჩანს, ერთ ნეიტრონს თრი პროტონის შეკავება და დამატებითი ნეიტრონის დახმარებას ითხოვს, რათა α-ნაწილაკი გახდეს. თუმცა, α-ნაწილაკს შეუძლია მიიერთოს ნეიტრონ-პროტონის წყვილი ისე, რომ პროტონი α-ნაწილაკის პროტონებს რაც შეიძლება მაქსიმალურად დასცილდეს. ამ გზით მიიღება ^6Li -ის იზოტოპი, თუმცა ბუნებაში უფრო გავრცელებულია იზოტოპი ^7Li (92,5%), რომლის ბირთვშიც დამატებითი პროტონი α-ნაწილაკს ორი ნეიტრონით უკავშირდება (ნახ. 8).

როგორც ვხედავთ, α-ნაწილაკი წარმოადგენს ძირითად კლასტერს სხვადასხვა ბირთვის წარმოქმნისას, მაგრამ, ცნობილია, რომ არ არსებობს ისეთი სტაბილური ბირთვი, რომელიც მხოლოდ ორი α-ნაწილაკისაგან შედგებოდეს. ეს ფაქტი იმაზე მიუთითებს, რომ α-ნაწილაკებს არ შეუძლია ერთმანეთთან რომბის გვერდებით შეერთება და ბრტყელი სტრუქტურის შექმნა.

მსუბუქი ბირთვების აგებულება. [1–4]-ში განხილული იყო ნეკლონებს შორის არსებული ძალების პრობლემა. აღსანიშნავია, რომ 6eV შორის არსებული ურთიერთქმედების ბირთვული ძალები განპირობებულია ნეიტრონისა და პროტონში წარმოქმნილი ელექტრული დამოლური ძალებით. რადგან ნეიტრონებს ელექტრული მუხტი არა აქვს, მათ შორის არსებული მიზიდულობის ძალები ძალზე მცირეა და გრავიტაციული მიზიდულობის ძალებითაა განპირობებული.

თუ გამოვითვლით გრავიტაციული მიზიდულობის ძალას ორ ნეიტრონს შორის (ნეიტრონის მასა $m=1,675 \cdot 10^{-27}$ კგ, დიამეტრი $d=10^{-15}\text{m}$), გრავიტაციული მიზიდულობის ძალისათვის მივიღებთ:

$$F=Gm^2/d^2 \sim 6,67 \cdot 10^{-11} \times 2,8 \cdot 10^{-54}/10^{-30} \sim 2 \cdot 10^{-34} \text{ N.}$$

ეს ძალა დაახლოებით 10^{16} -ჯერ აღემატება პროტონსა და ელექტრონს შორის არსებულ გრავიტაციული მიზიდულობის ძალას, თუმცა არასაკმარისია იმისათვის, რომ ორი ნეიტრონი ერთმანეთთან სტაბილურად შეაკავშიროს.

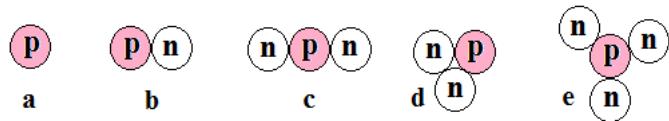
ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რადგან წინააღმდეგ შემთხვევაში წარმოიქმნებოდა ძალზე დიდი რაოდენობის ნეიტრონებისაგან შედგენილი ატომგულები, რომლებსაც შესაძლოა ერთი ან რამდენიმე პროტონი პერიოდულად თავის გარსზე და ბუნებაც აღარ იქნებოდა ისეთი, როგორიც არის.

განვიხილოთ ქიმიური ელემენტების ბირთვების სტრუქტურა პროტონ-ნეიტრონული ურთიერთქმედების საფუძველზე.

წყალბადი (H) სამი იზოტოპის სახით გვხვდება, რომელთაც თავიანთი სახელწოდებები აქვთ: პროტიუმი (H_1), დეიტერიუმი (D) და ტრიტიუმი (T). პროტიუმი და დეიტერიუმი სტაბილური იზოტოპებია მასური რიცხვებით 1 და 2. მათი რაოდენობა ბუნებაში, შესაბამისად, შეადგენს წყალბადის 99,9885 % და 0,0115 %-ს [5,6]. ეს თანაფარდობა შეიძლება უმნიშვნელოდ შეიცვალოს წყალბადის სხვადასხვა წყაროს მიხედვით. იზოტოპი ტრიტიუმი (^3H) არასტაბილურია და მისი ნახევარდაშლის პერიოდი 12,32 წელს შეადგენს. ბუნებაში ტრიტიუმი ძალზე მცირე რაოდენობით გვხვდება. [6]-ში მოცემულია წყალბადის სხვა იზოტოპების (მასური რიცხვებით 4–7) მახასიათებლები, რომელთა ნახევარდაშლის პერიოდი $10^{-22}–10^{-23}$ წმ-ია.

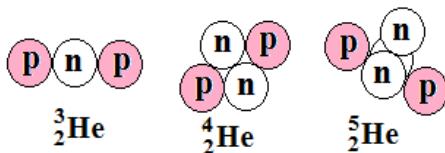
[1,2]-ის მიხედვით, წყალბადის იზოტოპების ბირთვები უნდა წარმოვიდგინოთ, როგორც წრფივი სტრუქტურა (ნახ. 6, a,b,c). ამ დროს პროტონის დადებითი მუხტი ნეიტრონებში ელექტრულ დიპოლებს ქმნის, ხოლო პროტონებსა და ნეიტრონებს შორის მიზიდულობის ძალას უზრუნველყოფს. ტრიტიუმის შემთხვევაში სტაბილური იზოტოპის შექნისთვის ეს ძალა საკმარისი აღარ არის. თუმცა ბირთვი იქნება წრფივი, რადგან ნეიტრონებში აღძრულ დიპოლებს ნუკლონების სამკუთხედად

განაწილების შემთხვევაში (ნახ. 6, d,e) ნეიტრონები ერთმანეთისაგან განიზიდავს. ასევე შეუძლებელია სტაბილური იზოტოპების შექმნა უფრო დიდი ნეიტრონების რიცხვით (^4H , ^5H და ა.შ.).



ნახ. 6. წყალბადში შესაძლებელი (a, b, c) და შეუძლებელი (d,e)
პროტონ-ნეიტრონული კავშირები

ჰელიუმი (^4He) ერთ-ერთი ძალზე გავრცელებული იზოტოპია სამყაროში. ის წყალბადის შემდეგ მეორე ადგილზეა და ორი სტაბილური იზოტოპისაგან შედგება: ^4He (99,99986 %) და ^3He (0,00014 %). ცნობილია კიდევ 6 ხელოვნური გზით მიღებული მეტად არასტაბილური ჰელიუმის იზოტოპი. მე-7 ნახ-ზე წარმოდგენილია ჰელიუმის იზოტოპების ბირთვები.



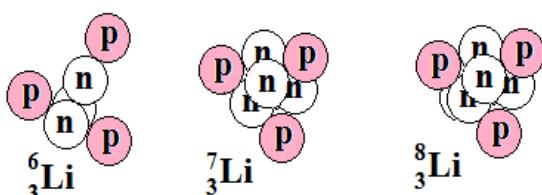
ნახ. 7. ჰელიუმის იზოტოპების ბირთვების აგებულება

დეიტონმა შეიძლება კიდევ ერთი პროტონი მიიერთოს, თუ ის პროტონისაგან მოშორებით, მეორე მსარეს აღმოჩნდება. ამ დროს მიიღება ჰელიუმის მსუბუქი იზოტოპი (^3He), რომელიც ბუნებაში ძალზე მცირე რაოდენობითაა წარმოდგენილი.

თუ ჰელიუმის იზოტოპის ^3He ბირთვში მიზიდულობის ძალები საკმაოდ სუსტია, იზოტოპ ^4He -ის ბირთვში ერთი პროტონის დამატებით უაღრესად მდგრადი α-ნაწილაკი შეიქმნება, რომელიც სხვა ნეიტრონს ან პროტონს აღარ მიიერთებს.

ა-ნაწილაკი ძირითადი კლასტერი აღმოჩნდა სხვადასხვა ბირთვის შექმნის გზაზე, თუმცა მხოლოდ ორი ა-ნაწილაკისაგან შექმნილი სტაბილური ბირთვი არ არსებობს.

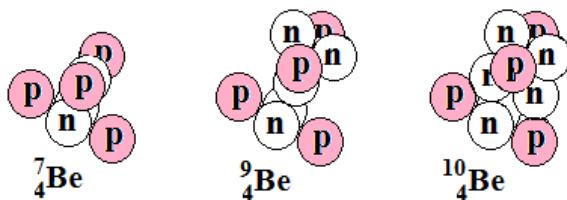
ლითიუმი (^3Li). როგორც ვნახეთ, ერთ ნეიტრონს ორი პროტონის შეკავება არ შეუძლია და დახმარებას სხვა ნეიტრონს სთხოვს, რათა ა-ნაწილაკი გახდეს. ასევე ა-ნაწილაკს არ შეუძლია ერთი ნეიტრონის ან პროტონის მიერთება და ამიტომაც არ არსებობს სტაბილური ბირთვი რიგითი ნომრით 5. თუმცა, ა-ნაწილაკს დამატებით ნეიტრონ-პროტონის წყვილის მიერთება შეუძლია. მართლაც, ამ გზით მიიღება ლითიუმის იზოტოპი ^6Li , თუმცა ბუნებაში უფრო გავრცელებულია შედარებით უფრო მძიმე იზოტოპი ^7Li (92,5 %), რომლის ბირთვში დამატებითი პროტონი ა-ნაწილაკს ორი ნეიტრონით უკავშირდება. ლითიუმს კიდევ შვიდი ხელოვნურად მიღებული რადიოაქტიური იზოტოპი აქვს (^4Li – ^{12}Li). მათ შორის ყველაზე მდგრადი იზოტოპია ^8Li (ნახევარდაშლის პერიოდით $T_{1/2} = 0,8403$ წელი), ^7Li ერთ-ერთი იზოტოპია, რომელიც უშეალოდ ვარსკვლავის ბირთვში პირველადი ნუკლეოსინთეზის დროს წარმოიქმნება. ლითიუმის იზოტოპების ბირთვების სტრუქტურა მოცემულია მე-8 ნახ-ზე.



ნახ. 8. ლითიუმის იზოტოპის ბირთვის აგებულება

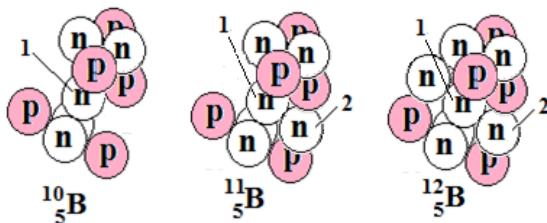
როგორც ჩანს, ბირთვის ყველაზე მკვრივი სტრუქტურა იქმნება ^7Li -ის იზოტოპით და სწორედ ეს იზოტოპია ყველაზე გავრცელებული ლითიუმის იზოტოპთა შორის, თუმცა ბუნებაში ბერილიუმისა და ბორის მსგავსად იშვიათად გვხვდება (წყალბადზე თითქმის მიღლიარდვებრ ნაკლებია).

ბერილიუმი (^8Be). ბერილიუმის იზოტოპი ^8Be ორი ა-ნატილაკისაგან უნდა შედგებოდეს, მაგრამ აღმოჩნდა, რომ ა-ნატილაკი უცუაგდებს არა მხოლოდ ერთეულ ნეიტრონსა და პროტონს, არამედ ა-ნატილაკსაც და ამიტომ ^8Be ბუნებაში არ არსებობს (მისი ნახვარდაშლის პერიოდი 10^{-18} წმ-ია). ბერილიუმის სტაბილური იზოტოპის (^9Be) შესაქმნელად ორ ა-ნატილაკს შორის უნდა არსებობდეს შემაკავშირებელი ნეიტრონი. ამ სისტემას შეუძლია დამატებით რამდენიმე ნეიტრონის მიღება, მაგრამ ბერილიუმის ყველა უფრო მძიმე იზოტოპი არასტაბილურია და ამდენად, ბერილიუმის მხოლოდ ერთი სტაბილური იზოტოპი (^9Be) არსებობს (ნახ. 9, გვერდხედი). ამ სტაბილური იზოტოპის გარდა, ბუნებაში გვხვდება რადიოაქტიური იზოტოპები – ^7Be და ^{10}Be . ე.ო. ორი ა-ნატილაკის კავშირი ნეიტრონის დახმარებით არის უაღრესად მნიშვნელოვანი უფრო რთული ბირთვული სისტემების ასაგებად. ამასთან, მოსალოდნელია, რომ კავშირი ორ ა-ნატილაკს შორის უმთავრესად ერთი ნეიტრონით განხორციელდეს.



ნახ. 9. ბერილიუმის იზოტოპების ბირთვების აგებულება

ბორი (^9B) ორი ა-ნატილაკის ერთი პროტონით შეერთების გზით მიიღება, მაგრამ ბორის იზოტოპი ^9B მეტად არასტაბილურია. მისი სტაბილურობისათვის ორ ა-ნატილაკს შორის ერთი ან, უმჯობესია, ორი ნეიტრონი მოთავსდეს, რაც გვაძლევს ^{10}B (18,8 %) და ^{11}B (81,2 %) სტაბილურ იზოტოპებს (ნახ. 10).



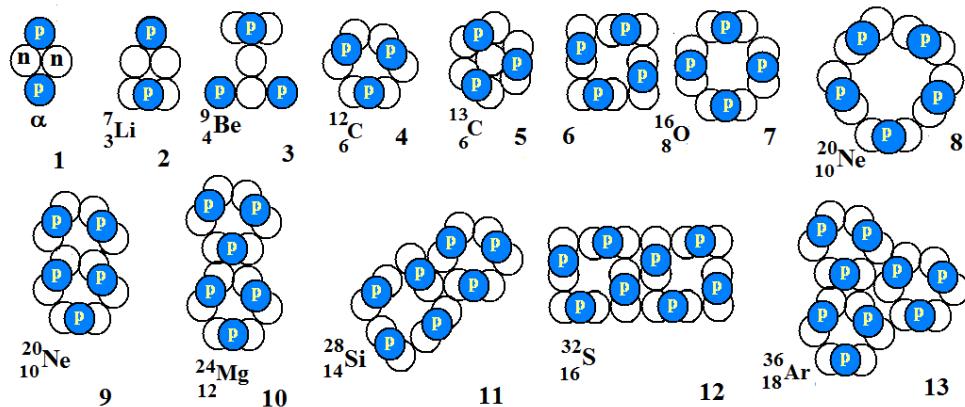
ნახ. 10. ბორის იზოტოპების ბირთვების აგებულება

ბორი ძალზე მყარი ნივთიერებაა. ^{10}B იზოტოპს აქვს სითბური ნეიტრონების შთანთქმის ძალაზე მაღალი კვეთი, შედის ბორის მჟავას შედგენილობაში და ფართოდ გამოიყენება ატომურ რეაქტორებში. ბორის ორი – ^{10}B (18,8 %) და ^{11}B (81,2 %) – სტაბილური იზოტოპის გარდა, არსებობს ათი არასტაბილური იზოტოპი.

ბორის ბირთვის სტრუქტურა საკმაოდ რთულია. იგი წარმოიქმნება ბერილიუმის იზოტოპზე (^9Be) პროტონის დამატებით. რადგან ა-ნატილაკი უშუალოდ პროტონს არ უერთდება, დამატებითი პროტონი შესაძლოა ნეიტრონს (1) შეუერთდეს და სტაბილური იზოტოპი (^{10}B) შექმნას. თუმცა, თუ ამ პროტონსა და ნეიტრონს (1) შორის შეალევდური ნეიტრონია (2), მივიღებთ ყველაზე გავრცელებულ ბორის იზოტოპს – ^{11}B -ს. დამატებითი ნეიტრონი გვაძლევს ბორის არასტაბილურ იზოტოპს – ^{12}B -ს.

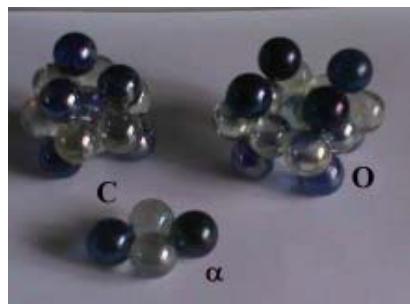
საშუალო ბირთვების სივრცითი სტრუქტურა. როგორი უნდა იყოს უფრო მძიმე ბირთვების სივრცითი სურათი კლასტერული მოდელის თანახმად?

აღსანიშნავია, რომ α -ნაწილაკების პროტონები და დამატებითი პროტონები შედლების-დაგვარად ერთმანეთისგან მაქსიმალურად უნდა იყოს დაცილებული (კულონური განხილვის ძალების გამო). მაშინ ისინი ბირთვის ზედაპირზე აღმოჩნდებიან. თუ ბირთვი ორ α -ნაწილაკზე მეტს შეიცავს, მაგალითად, ნახშირბადის (3 α) და ჟანგბადის (4 α) ბირთვების, α -ნაწილაკების შეკრული სისტემა გვექნება, ნახშირბადისთვის მიიღება პრიზმის მსგავსი სტაბილური სტრუქტურა (ნახ. 11. 4, ზედხედი), ხოლო ჟანგბადისათვის – კუბის ფორმასთან მიახლოებული სწორკუთხა პარალელური პიპედი (ნახ. 11, 6, 7).



ნახ. 11. ზოგიერთი ბირთვის კლასტერული მოდელი

α -ნაწილაკთან ერთად (რომელსაც რომბის ფორმა აქვს) ამ ფიგურებს შეიძლება კლასტერები ვუწოდოთ. ამ კლასტერების სივრცითი სურათები წარმოდგენილია მე-12 ნახ-ზე.

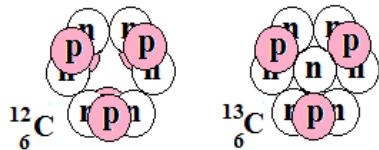


ნახ. 12. კლასტერების სივრცითი სურათები

ნახშირბადი (${}^6\text{C}$), ლითიუმის, ბერილიუმისა და ბორისაგან განსხვავებით, სამყაროში საკმაოდ გავრცელებული ელემენტია (ნახ. 1). ეს განპირობებულია ${}^{12}\text{C}$ ბირთვის განსაკუთრებული აგებულებით: ბუნებრივი ნახშირბადი შედგება ორი სტაბილური იზოტოპისგან [${}^{12}\text{C}$ (98,93 %) და ${}^{13}\text{C}$ (1,07 %)] და ერთი ${}^{14}\text{C}$ რადიოაქტიური იზოტოპისგან (β-გამომსხივარი $T_{1/2}=5730$ წ.). გარდა ამ იზოტოპებისა, არსებობს კიდევ ნახშირბადის თერთმეტი არასტაბილური იზოტოპი.

მნიშვნელოვანია, რომ ყველაზე გავრცელებული იზოტოპის ბირთვს (${}^{12}\text{C}$) აქვს პრიზმის ფორმა, რომლის გვერდები α -ნაწილაკებია, ხოლო პრიზმის ცენტრალური უბანი ექვსი ნეიტრონისაგან შედგება (ნეიტრონების სარტყელი). ამ ბირთვს ნახშირბადის კლასტერი ეწოდა [1,2]. აღნიშნული პრიზმის შიგნით, სამი პროტონის გვერდით, შეიძლება ნეიტრონი განთავსდეს და ნაკლებად

გავრცელებულ ^{13}C იზოტოპს მივიღებთ (ნახ. 13). პრიზმის მეორე მხარეს დამატებული მეორე ნეიტრონი ნახშირბადის ბირთვის არასტაბილურ ^{14}C იზოტოპს გვაძლევს. პრიზმის შიგნით შეიძლება მხოლოდ სამი ნეიტრონი განთავსდეს, მაგრამ ნახშირბადის უფრო მძიმე არასტაბილური იზოტოპების მისაღებად ნეიტრონები პროტონებს პრიზმის კედლის გარედან უნდა მიუერთდეს. რაც შეეხება ^{10}C და ^{11}C იზოტოპებს, აქ საჭმე დაუშენებელ კლასტერებთან გვაქვს, სადაც ^4He -ის ნაცვლად გვაქვს ^3He -ის იზოტოპები და, შესაბამისად, ეს ბირთვები არასტაბილურია.

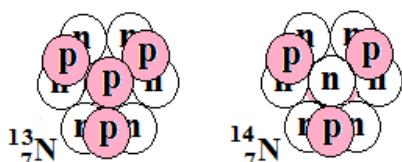


ნახ. 13. ნახშირბადის სტაბილური ბირთვის კლასტერები

აღსანიშნავია, რომ ნახშირბადის პრიზმულ კლასტერში მხოლოდ სამი ნუკლონის მოთავსება შეიძლება, რაც მაქსიმალური სიმკვრივის ბირთვს ქმნის. ჟანგბადის ბირთვისათვის კი ა-ნაწილაკების დახმარებით ორი სხვადასხვა ტიპის კლასტერი მიიღება. ერთი კლასტერი უფრო დიდი სიმკვრივისაა (ნახ. 11, 6), ვიდრე მეორე კლასტერი (ნახ. 11, 7). შესაბამისად, ჟანგბადის კლასტერის კონფიგურაცია უფრო ალბათურია ბირთვის მეტი სიმკვრივის გამო (ნახ. 11, 6). ცხადია, რომ უფრო ფართო კლასტერები, მაგალითად, ნეონის იზოტოპის ბირთვი (ნახ. 11, 8), ამ ფორმით არ უნდა არსებობდეს. საგულისხმოა, რომ პრიზმისა და პარალელეპიდების უველა გვერდითი ზედაპირი ა-ნაწილაკებისაგან შედგება (ნახ-ები: 11 და 12).

ზემოაღნიშნულ ორივე შემთხვევაში კლასტერის „შენობის“ შიგა ნაწილში შეიძლება მხოლოდ სამ ნუკლონამდე მოთავსდეს ისე, რომ ბირთვის მაქსიმალური სიმკვრივე უზრუნველყოს. ამ „შენობის“ ქვედა სართულზე სამი პროტონია განლაგებული. მეორე სართული მთლიანად ერთმანეთზე მიერულ ექვს ნეიტრონს უკავია, ხოლო ზედა სართულზე დანარჩენი სამი პროტონი იმყოფება. სწორედ ასეთია ბუნებაში ნახშირბადის იზოტოპებს შორის უველაზე გავრცელებული ^{12}C (98,9%) იზოტოპი. ამ შენობის ცენტრალურ ნაწილში (რომელიმე სართულზე) ერთი ნეიტრონის მოთავსებით მივიღებთ ^{13}C (1,1 %) სტაბილურ იზოტოპს. შემდგომი ნეიტრონების დამატებით ნახშირბადის მხოლოდ არასტაბილური იზოტოპები მიიღება. არასტაბილური იქნება ის იზოტოპებიც, რომლებსაც არ ყოფნის ნეიტრონები ა-ნაწილაკების შესაქმნელად.

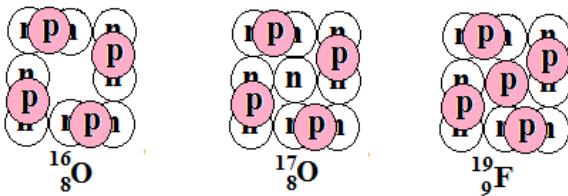
აზოტი (N). ერთი პროტონის დამატება ნახშირბადის ^{12}C კლასტერზე ასალი იზოტოპის – აზოტის ^{13}N კლასტერს გვაძლევს (ნახ. 14). მიუხედავად იმისა, რომ პროტონი კლასტერის ცენტრში ნეიტრონების გარემოცვაშია (მეორე სართულზე), იგი არასტაბილურია ($T_{1/2}=9,93$ წთ), მაგრამ ქვედა და ზედა სართულებზე ნეიტრონების დამატებით სტაბილური იზოტოპები $^{14}\text{N}(99,635\%)$ და $^{15}\text{N}(0,365\%)$ მიიღება. ამით დასრულდება კლასტერის შიგა არის შევსება, მაგრამ ნეიტრონების შემდგომი დამატება კლასტერის გარე ზედაპირებზე აზოტის არასტაბილურ იზოტოპებს ქმნის, რომლებიც ამ ნეიტრონებს ადგილად კარგავს.



ნახ. 14. აზოტის ბირთვის იზოტოპები

აზოტი მზის სისტემაში გავრცელებულ კლემენტებს შორის მეოთხე ადგილზეა (წყალბადის, ჰელიუმისა და ჟანგბადის შემდეგ). აზოტის ^{14}N რადიოაქტიური იზოტოპი მიღება ხელოვნური გზით (მასური რიცხვებით 10–13 და 16–25). მათ შორის უფრო სტაბილური იზოტოპის (^{13}N) ნახევარდაშლის პერიოდია 10 წთ. ამ იზოტოპზე ერთი ან ორი ნეიტრონის დამატება მას ^{14}N და ^{15}N სტაბილურ იზოტოპებად გარდაქმნის.

ჟანგბადს (8O) სამი სტაბილური იზოტოპი აქვს: ^{16}O , ^{17}O და ^{18}O , რომელთა გავრცელება, შესაბამისად, დედამიწაზე არსებული ჟანგბადის 99,759, 0,037 და 0,204 %-ია. მათ შორის ყველაზე მსუბუქი იზოტოპის (^{16}O) მკვერტად გამოხატული რაოდენობა იმითაა განპირობებული, რომ ეს იზოტოპი მხოლოდ α -ნაწილაკებისაგან შედგება (ნახ. 15) [1–4].



ნახ. 15. ჟანგბადისა და ფტორის სტაბილური იზოტოპები

როგორც ვხედავთ, ჟანგბადის ბირთვი, კლასტერული მოდელის თანახმად, ოთხი α -ნაწილაკისაგან შედგება და ნახშირბადის კლასტერის ანალოგიურად იქმნება. ჟანგბადის ბირთვის პირველი სართული ოთხ პროტონს აქვს დაკავებული, მეორე სართულზე მხოლოდ რვა ნეიტრონია, ხოლო ბოლო სართულზე კვლავ ოთხი პროტონია მოთავსებული (ნახ.-ები: 12 და 15), ამ გზით მიიღება ჟანგბადის ყველაზე გავრცელებული იზოტოპი ^{16}O . ამ კლასტერის შიგნით ორი ნეიტრონის დამატებით ორ, თუმცა ნაკლებად გავრცელებულ, ^{17}O და ^{18}O ჟანგბადის იზოტოპებს მივიღებთ. შემდეგი ნეიტრონების დამატება როგორც კლასტერის შიგით, ისე მის გარეთ, მხოლოდ არასტაბილურ იზოტოპებს გვაძლევს. აღსანიშნავია, რომ კლასტერის კედლებში ნეიტრონების უკმარისობა ^4He -ის ბირთვს ^3He ბირთვად გარდაქმნის და ჟანგბადის შესაბამისი იზოტოპების (მასური რიცხვებით 12–15) არასტაბილური ბირთვები მიიღება.

ამრიგად, კუბური ფორმის ჟანგბადის კლასტერი, ისევე როგორც პრიზმული ნახშირბადისა და რომბული ფორმის α -ნაწილაკების კლასტერები წარმოადგენს ძირითად ელემენტებს კველა სხვა ბირთვების აგებისათვის. ისინი გამოირჩევიან მაღალი მდგრადობით, რაც ბუნებაში მათ დიდ რაოდენობას განაპირობებს. ნუკლონების დამატება ნახშირბადისა და ჟანგბადის კლასტერების შიგნით უმეტესად სტაბილურ იზოტოპებს გვაძლევს, ხოლო კლასტერების გარეთა მხრიდან ნეიტრონების დამატებით არასტაბილური იზოტოპები მიიღება, რომელთა რაოდენობა შეზღუდულია.

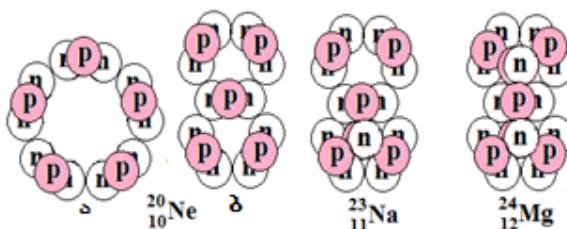
ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ წყალბადის წვა ვარსკვლავებში ჰელიუმის ბირთვს (^4He) იძლევა, რომლის შემდგომი დაწვით (α -ნაწილაკების შეერთების გზით) პრიზმული ფორმის ნახშირბადისა და კუბური ფორმის ჟანგბადის კლასტერები მიიღება.

ფტორი (9F) მონოიზოტოპოური კლემენტია, რადგან ბუნებაში მხოლოდ ერთადერთი სტაბილური იზოტოპით (^{19}F) არის წარმოდგენილი. ცნობილია ფტორის კიდევ ჩვიდმეტი რადიოაქტიური იზოტოპი მასური რიცხვებით 14-დან 31-მდე. ყველაზე დიდი სიცოცხლისუნარიანობით გამოირჩება ფტორის იზოტოპი ^{18}F , რომლის ნახევარდაშლის პერიოდი 109,77 წმ-ია. ფტორის ბირთვი ჟანგბადის კუბური კლასტერისაგან მიიღება ერთი პროტონისა და ორი ნეიტრონის დამატებით, რომლებიც ამ კლასტერს მთლიანად აქვებს (ნახ. 15). პროტონი ამ კლასტერის ცენტრალურ ნაწილში განთავსდება, მაგრამ ეს იზოტოპი არასტაბილურია და 70 წმ-ის განმავლობაში თავისით იშლება. ამ იზოტოპზე ბირთვის ორივე მხარეს ორი ნეიტრონის დამატება ბირთვს სტაბილურს ხდის და მიიღება ფართოდ გავრცელებული სტაბილური იზოტოპი ^{19}F .

ორკლასტერული ბირთვები. ნეონი (${}_{10}^{20}\text{Ne}$) სამყაროში არათანაბრადაა განაწილებული, თუმცა მთლიანობაში მას მეხუთე აღგილი უგავია – დაახლოებით 0,13 % მასის მიხედვით. ნეონის ყველაზე დიდი კონცენტრაცია მზეზე და სხვა ცხელ ვარსკვლავებზე, ნისლეულებზე და გარე პლანეტების ატმოსფეროში შეინიშნება.

არსებობს ნეონის სამი სტაბილური იზოტოპი: ${}^{20}\text{Ne}$ (90,48%), ${}^{21}\text{Ne}$ (0,27%) და ${}^{22}\text{Ne}$ (9,25%). ასევე დამზერილია ნაკლებად პროდუქტიული ბირთვული რეაქციები, რომელთა დროს წარმოიქმნება იზოტოპები ${}^{21}\text{Ne}$ და ${}^{22}\text{Ne}$ (ა-ნაწილაკების ჩაჭერა ${}^{18}\text{O}$ უანგბადისა და ${}^{19}\text{F}$ ფტორის მძიმე იზოტოპებით). სამი სტაბილური ნეონის იზოტოპის გარდა, კიდევ ექვსი არასტაბილური იზოტოპია.

ყველაზე გავრცელებული იზოტოპი ${}^{20}\text{Ne}$ ხუთი ა-ნაწილაკისაგან შედგება და შესაძლოა ხუთკუთხოვან კლასტერად წარმოვიდგინოთ (ნახ. 16, ა).



ნახ. 16. ნეონის, ნატრიუმისა და მაგნიუმის ბირთვების შესაძლო კონფიგურაციები

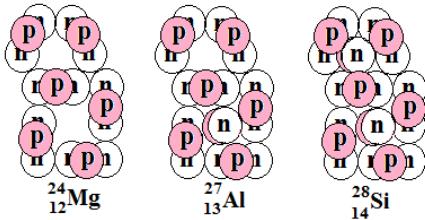
მე-16 ა ნახ-ზე წარმოდგენილი ხუთკუთხა პრიზმის ფორმის ბირთვის არსებობა ნაკლებად ალბათურია, რადგან ბირთვის შიგა მოცულობა ძალზე დიდია მასში შემდგომი ნუკლონების მჭიდროდ განთავსებისათვის. ამრიგად, ნეონის სტაბილური იზოტოპი ${}^{20}\text{Ne}$ უნდა წარმოადგენდეს ორი ნახშირბადის კლასტერისაგან შექმნილ სისტემას ერთი საერთო ა-ნაწილაკით. რადგან ორი ა-ნაწილაკის ერთმანეთთან უშეალოდ დაკავშირება შეუძლებელია (ბერილიუმის სტაბილური იზოტოპის ${}^{8}\text{Be}$ ბირთვის არარსებობის გამო), კლასტერებში ორ ა-ნაწილაკს ერთი საერთო გვერდი უნდა ჰქონდეს (ან ა-ნაწილაკებს შორის ერთი ნუკლონი მაინც უნდა იმყოფებოდეს).

ნატრიუმი (${}_{11}^{23}\text{Na}$). პროტონის ორ ნეიტრონთან ერთად ნახშირბადის ერთ-ერთ კლასტერში დამატებით ნატრიუმის სტაბილური იზოტოპი ${}^{23}\text{Na}$ მიიღება. ამჟამად ცნობილია ნატრიუმის ოცი იზოტოპი მასური რიცხვებით 18-დან 37-მდე და ორი ბირთვული იზომერი. იზოტოპების უმრავლესობის ნახევარდაშლის პერიოდი 1 წთ-ზე ნაკლებია. არსებობს კიდევ ორი რადიოაქტიური იზოტოპი ნახევარდაშლის დიდი პერიოდით. ესენი ${}^{22}\text{Na}$ -ის იზოტოპის პოზიტრონული დაშლით მიიღება და მისი ნახევარდაშლის პერიოდი 2,6 წელს აღწევს. მას, როგორც პოზიტრონების წყაროს, მეცნიერული კვლევების ჩასატარებლად იყენებენ. ${}^{24}\text{Na}$ -ის იზოტოპს, რომლის ნახევარდაშლის პერიოდი 15 საათია, მედიცინაში იყენებენ ლეიკემიის ზოგიერთი ფორმის დიაგნოსტირებისა და მკურნალობისთვის.

მაგნიუმის სტაბილური იზოტოპი ${}^{24}\text{Mg}$ (78,60%) ორკლასტერული ბირთვის მოდელის ტიპური მაგალითია (ნახ. 16). ის ნახშირბადის ორი კლასტერისაგან შედგება და მეორე კლასტერში პროტონისა და ორი ნეიტრონის დამატებით შეიძლება მიგველო, მაგრამ მე-16 ნახ-ზე წარმოდგენილი მაგნიუმის იზოტოპის ბირთვი ${}^{24}\text{Mg}$, ალბათ, ნაკლებალბათურია, რადგან მაგნიუმს აქვს კიდევ ორი სტაბილური იზოტოპი ${}^{25}\text{Mg}$ (10,11%) და ${}^{26}\text{Mg}$ (11,29%), ხოლო ამავე ნახ-ზე წარმოდგენილი ბირთვის სტრუქტურაში ორმაგი კლასტერის შიგნით სტაბილური ბირთვების შესაქმნელად სხვა ნეიტრონებისთვის აღგილი აღარ რჩება.

ერთი ნეიტრონის უგმარისობა (არასრულად შეგსებული კლასტერი) მაგნიუმის იზოტოპს (${}^{23}\text{Mg}$) გვაძლევს, მაგრამ თითო ნეიტრონის შედგენილ კლასტერში დამატებით ძირითად იზოტოპს სტაბილურ, თუმცა ნაკლებად გავრცელებულ ${}^{25}\text{Mg}$ (11,5%) და ${}^{26}\text{Mg}$ (11,1%) იზოტოპებად გარდაქმნის. ნეიტრონების შემდგომი დამატებით მხოლოდ მაგნიუმის არასტაბილური იზოტოპები მიიღება.

უფრო ალბათურია, რომ ^{24}Mg (78,60%) იზოტოპი ორმაგ კლასტერს წარმოადგენდეს, რომელიც ნახშირბადისა და ჟანგბადის კლასტერების ნაერთია (ნახ. 17). ძალზე მნიშვნელოვანია, რომ ამ კლასტერებს საერთო გვერდი (α -ნაწილაკი) აქვს და კლასტერების შიგა არეები თავისუფალია, რომლებშიც თითო ნეიტრონის განთავსებით სტაბილური იზოტოპის ბირთვები მიიღება. ასეთი შესაძლებლობა ორმაგი ნახშირბადის კლასტერს აქვს (ნახ. 17) და, შესაბამისად, უპირატესობა ორმაგ ნახშირბად-ჟანგბადის კლასტერს ენიჭება.



ნახ. 17. ორმაგი ნახშირბად-ჟანგბადის მაგნიუმის (^{24}Mg), ალუმინისა (^{27}Al) და სილიციუმის (^{28}Si) კლასტერები

ნაკლებად სავარაუდოა, რომ მაგნიუმის იზოტოპი ექვსი α -ნაწილაკისაგან შედგენილ ერთ დიდ კლასტერს წარმოადგენს ამ კლასტერის დიდი დიამეტრის გამო.

ალუმინი (^{27}Al) მხოლოდ სტაბილური იზოტოპისაგან (^{27}Al) შედგება. ალუმინის კლასტერის მისაღებად ^{24}Mg -ის ორკლასტერული ბირთვის ერთ-ერთ კლასტერში პროტონი ორ ნეიტრონთან ერთად უნდა იყოს მოთავსებული (ნახ. 17). ამ შემთხვევაში პროტონი ერთ-ერთი კლასტერის ცენტრში განლაგდება (ნეიტრონების გარემოცვაში), ხოლო მის სტაბილურობას კიდევ ორი ნეიტრონი უზრუნველყოფს. თუ ეს ჟანგბადის კლასტერია, მაშინ პროტონი რვა ნეიტრონის უშუალო მახლობლობაში აღმოჩნდება, რაც მის დიდ სტაბილურობას განაპირობებს. ნეიტრონების მეორე კლასტერში დამატებით შეყვანით ალუმინის არასტაბილური იზოტოპები მიიღება.

სილიციუმი (^{28}Si). უურადღებას იმსახურებს სილიციუმის ^{28}Si (92,27%) ბირთვის აგებულება. ამ ორმაგ ნახშირბად-ჟანგბადის კლასტერში შეიძლება კიდევ ორი ნეიტრონი განთავსდეს და დამატებით სილიციუმის იზოტოპის კიდევ ორ სტაბილურ იზოტოპს – ^{29}Si (4,68%) და ^{30}Si (3,05%) – მივიღებთ, რადგან სილიციუმის იზოტოპის ^{28}Si ბირთვი (ნახ. 17) მთლიანად ნუკლონებითაა შევსებული. შესაძლოა, სილიციუმის ^{28}Si ბირთვი ჟანგბადის ორი კლასტერისაგან შედგებოდეს საერთო α -ნაწილაკით. ასეთ ორმაგი ჟანგბადის კლასტერად შეიძლება სილიციუმის ბირთვი ^{30}Si წარმოგვიდგეს.

ფოსფორის ^{31}P ბირთვის მისაღებად საჭიროა ორმაგი ჟანგბადის კლასტერში ერთი პროტონის შესვლა, რაც ფოსფორის სტაბილური იზოტოპის ერთადერთ ^{31}P ბირთვს გვაძლევს (ნახ. 17). ცნობილია ფოსფორის კიდევ ექვსი ხელოვნურად მიღებული რადიოაქტიური ფოსფორი მასური რიცხვებით 28–30 და 32–34.

ჩვენ მივიღეთ ორმაგი ჟანგბადის კლასტერები, მაგრამ თუ გავითვალისწინებთ, რომ გოგირდის ბირთვის ^{34}S კლასტერში ადგილები მთლიანად შეესტულია, გოგირდის სტაბილური იზოტოპების ბირთვის ^{36}S აღწერისათვის აუცილებელია სამმაგი კლასტერისაგან შედგენილი ბირთვის წარმოდგენა.

არგონი – ^{40}Ar (99,60%) უველავე გავრცელებული იზოტოპია, რომელიც გოგირდის ერთ-ერთ კლასტერში ერთი პროტონის დამატებით მიიღება, ხოლო სხვა კლასტერებში ნეიტრონის დამატებები არგონის ^{36}Ar (0,337) და ^{38}Ar (0,063) სტაბილურ იზოტოპებს და ორმეტ არასტაბილურ იზოტოპს გვაძლევს.

განსაკუთრებული აღნიშვნის დირსია ის ფაქტი, რომ ბირთვები, რომლებიც დიდი მედეგობით გამოირჩევა (^4He , ^{12}C , ^{16}O , ^{28}Si , ^{40}Ca), მხოლოდ α -ნაწილაკებისაგან შედგება. ყველა ეს ელემენტი

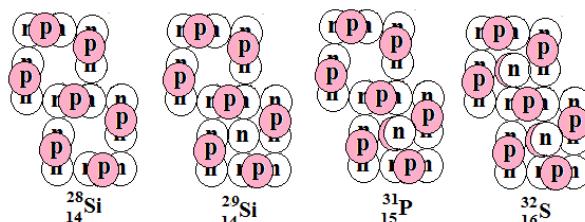
ფართოდაა წარმოდგენილი ბუნებაში. ბირთვებს, რომლებშიც პროტონების რიცხვი ერთნაირია და ერთი რომელიმე მაგიური რიცხვის (2, 8, 20, 28, 50, 82, 126) ტოლია, მაგიური ბირთვები ეწოდება. ისინი სხვა ბირთვებისაგან მაღალი მდგრადობით და დიდი გავრცელებით გამოირჩევიან და, ამასთან, მაგიურ რიცხვზე გადასვლისას შეინიშნება ნუკლონის ბირთვისაგან მოწყვეტის ენერგიის შემცირება.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ჰელიუმის, ნახშირბადისა და ჟანგბადის კლასტერებით შეიძლება ნებისმიერი ბირთვის მიღება. დამატებითი ნეიტრონები და პროტონები, რომლებიც კლასტერების შიგნით განლაგდება, როგორც წესი, სტაბილურ იზოტოპებს იძლევა, მაგრამ ნუკლონები, რომლებიც კლასტერებს გვერდებიდან უერთდება, არასტაბილურ ბირთვებს ქმნის. ცხადია, ნუკლონებისათვის ადგილი როგორც კლასტერების შიგნით, ისე მის გარეთ შეზღუდულია, რაც ბუნებაში არსებული სტაბილური და არასტაბილური იზოტოპების რაოდენობას ზღუდავს. შეიძლება გვარაუდოთ, რომ დამატებით ნეიტრონებს შეუძლია გახდეს კლასტერების გვერდების ურთიერთდამაკავშირებელი, ხოლო კლასტერების გვერდები ერთამანეთის მიმართ შეიძლება მობრუნებულიც კი აღმოჩნდეს.

კლასტერები არაა მყარი სისტემები და ნუკლონები მუდმივ რხევით მოძრაობაშია. თვით კლასტერები ბირთვულ რეაქციებში შეიძლება ერთი ფორმიდან მეორეში გადავიდეს (მიიერთოს ან დაკარგოს α-ნაწილაკი). მძიმე ბირთვები მრავალ კლასტერს აერთიანებს და სფერული ფორმის მიღებას ცდილობს. კლასტერების მიმართ ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მოთხოვნაა ბირთვების მაქსიმალური სიმკვრივის უზრუნველყოფა. მძიმე ბირთვში მოხვედრილმა ნეიტრონმა შეიძლება კლასტერებს შორის მჭიდრო კავშირი დაარღვიოს, რაც მძიმე ბირთვის ცალკეულ ნაწილებად დაშლას გამოიწვევს. ამასთან, მძიმე ბირთვების დაშლა შეიძლება სხვადასხვა გზით მოხდეს, თუმცა ძირითადი კლასტერები დაშლის ამ გზების მრავალფეროვნებას შეზღუდავს.

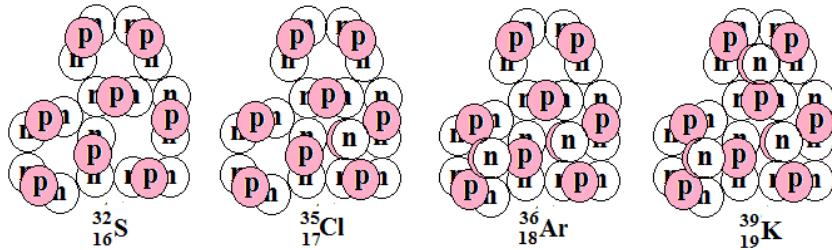
მსუბუქი ბირთვების რეაქციების შემთხვევაში კლასტერები ძირითადად α-ნაწილაკებით აიგება, ხოლო მძიმე ბირთვებში დაშლის რეაქციების დროს დაშლის ნაწილები ბირთვს ხშირად მთლიანი კლასტერების სახით ტოვებს (ა-დაშლა). β-დაშლის შედეგად ზედმეტი ნეიტრონები პროტონად გარდაიქმნება და ძირითად კლასტერს – α-ნაწილაკს შექმნის.

მრავალკლასტერული ბირთვები. ცხადია, ნუკლონების რაოდენობის გაზრდით ბირთვების კლასტერული აგებულება რთულდება. სტაბილური და საკმაოდ გავრცელებული გოგირდის იზოტოპის ^{32}S (95,1%) ბირთვმა ფოსფორის (^{31}P) კლასტერი პროტონითა და ნეიტრონით უნდა შეავსოს (ნახ. 18).



ნახ. 18. ორმაგი ჟანგბადური კლასტერი, რომელიც სილიციუმის, ფოსფორისა და გოგირდის ბირთვებს ქმნის

ფოსფორის ბირთვში ნუკლონებით კლასტერების სრული შევსება საშუალებას გვაძლევს გოგირდის სტაბილური იზოტოპი ^{34}S (4,2%) მივიღოთ, მაგრამ ნაკლებად გავრცელებული სტაბილური იზოტოპის ^{36}S (0,016%) მისაღებად ამ კლასტერში თავისუფალი ადგილი აღარ რჩება. ამდენად, აუცილებელია სამმაგი კლასტერის არსებობა, რომელიც ორი ნახშირბადისა და ერთი ჟანგბადის კლასტერისაგან შედგება. ამრიგად, მე-18 და მე-19 ნახ-ებზე მოყვანილ ^{32}S გოგირდის ბირთვს რეალურად შესაძლოა სამკლასტერული ფორმა ჰქონდეს, რომელიც მე-19 ნახ-ზეა მოცემული.

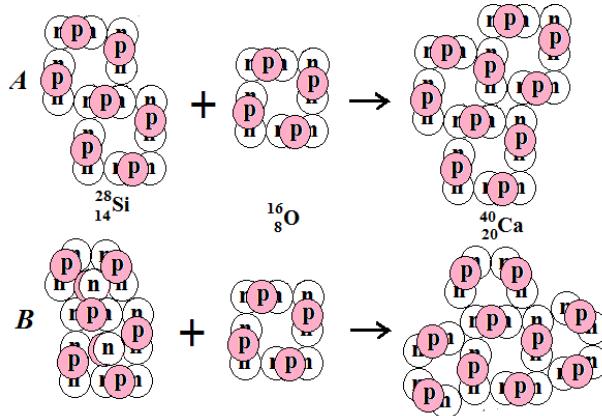


ნახ. 19. გოგირდის, ქლორის, არგონისა
და კალიუმის სამკლასტერული ბირთვები

გოგირდის კლასტერში პროტონისა და ნეიტრონის შესაბამისი რაოდენობით დამატების შემთხვევაში შეიძლება მივიღოთ ქლორის (^{37}Cl) სტაბილური და არასტაბილური ბირთვები, მაგრამ არგონისა (^{38}Ar) და კალიუმის (^{39}K) იზოტოპის ბირთვების მისაღებად საჭირო ხდება ორი ნახშირბადისა და ერთი უანგბადის კლასტერებისაგან შედგენილი სისტემის შექმნა (ნახ. 19).

უნდა აღინიშნოს, რომ ორმაგი და სამმაგი კლასტერის შექმნისას გასათვალისწინებელია, რომ ბირთვების მდგრადობის უზრუნველსაყოფად მეზობელ კლასტერებს საერთო ა-ნაწილაკი პქონდეს. შესაძლოა, რომ ბირთვები კლასტერების შექმნის გზაზე უპირატესობა ნახშირბადის კლასტერს მიენიჭოს, რადგან მასში ნუკლონები უფრო მკვრივ გარემოს ქმნის, ვიდრე უანგბადის კლასტერში.

ცნობილია, რომ მზის შუაგულში ზემაღლი ტემპერატურისა და წნევების პირობებში სილიციუმის წვა ხდება, რითაც ახალი ბირთვები იქმნება. წვის პროცესი დაკაგშირებულია ბირთვებულ რეაქციასთან $\text{Si} + \text{O} \rightarrow \text{Ca}$ (ნახ. 20).

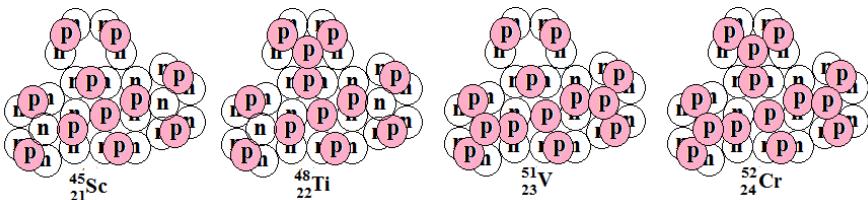


ნახ. 20. სილიციუმის წვა

ბირთვები სინთეზის **A** სქემით განხორციელებისას კალციუმის ^{40}Ca იზოტოპის ბირთვი უანგბადის სამკლასტერულ სტრუქტურას იძლევა, ხოლო **B** სქემის მიხედვით, ერთი უანგბადისა და სამი ნახშირბადის კლასტერის მონაწილეობით ოთხკლასტერული სისტემა მიიღება. ბირთვებული რეაქციების ორივე სქემა მისაღებია, მაგრამ იმის გათვალისწინებით, რომ ბუნებაში ყველაზე გავრცელებული იზოტოპი ^{40}Ca -ის (96,97%) გარდა არსებობს კიდევ ხუთი კალციუმის იზოტოპი: ^{42}Ca (0,64%), ^{43}Ca (0,145%), ^{44}Ca (2,06%), ^{46}Ca (0,0033%) და ^{48}Ca (0,785%) და ნეიტრონების განაწილება უფრო მოსახერხებელია ბირთვის ოთხკლასტერულ წარმოდგენაში. ერთი პროტონის დამატება ნეიტრონების შესაბამის რაოდენობასთან ერთად სკანდიუმის ^{45}Sc (100%) ერთადერთ სტაბილურ იზოტოპს ქმნის. შემდეგი ქიმიური ელემენტის იზოტოპის ^{22}Ti ბირთვს ხუთი სტაბილური იზოტოპი აქვს: ^{46}Ti (7,95%), ^{47}Ti (7,75%), ^{48}Ti (73,45%), ^{49}Ti (5,51%), ^{50}Ti (5,34%). თრი კლასტერის ცენტრში თითო

პროტონი უნდა განთავსდეს, ხოლო ნეიტრონებისათვის კიდევ ექვსი თავისუფალი ადგილი რჩება და ამ ბირთვს სტაბილური იზოტოპები ექნება.

ბოლო ქიმიური ელემენტი, რომლის ბირთვი შესაძლოა სამმაგი უანგბადის კლასტერისაგან არის შედგენილი, ვანადიუმია ($_{23}^{50}\text{V}$) ორი სტაბილური იზოტოპით: ^{50}V (0,24%) და ^{51}V (99,76%) (ნახ. 21). ამ კლასტერზე კიდევ ერთი პროტონის დამატება ქრომის იზოტოპის (^{24}Cr) სტაბილურ ბირთვს იძლევა.

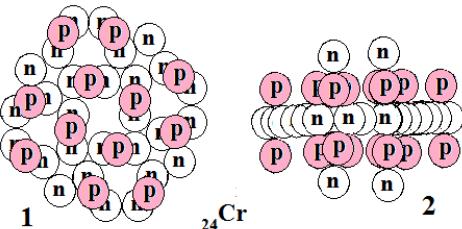


ნახ. 21. სტაბილური, ტიტანის, ვანადიუმისა და ქრომის ბირთვები

უნდა აღინიშნოს, რომ კლასტერის ცენტრში შეიძლება მხოლოდ ერთი პროტონის არსებობა (ნეიტრონების გარემოცვაში) და მაქსიმუმ ორი ნეიტრონის ყოფნა (პროტონებს შორის).

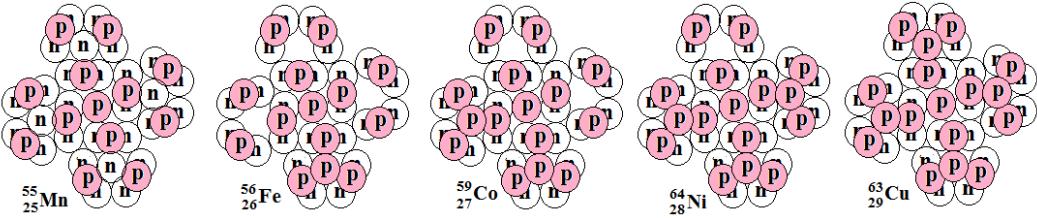
როგორც ვხედავთ, ქრომის იზოტოპის ^{52}Cr ბირთვი თორმეტი α-ნაწილაკისაგან შედგება და, ამდენად, ის შეიძლება ხუთკლასტერულ სისტემად წარმოვიდგინოთ (ნახ. 22).

ჩვენ მივიღეთ ქრომის ^{52}Cr საკმაოდ კომპაქტური ბირთვი, რომელიც წარმოადგენს 5d სისქისა და 7d დიამეტრის მქონე დისკოს (d-ნეიტრონის დიამეტრია). მის შემადგენლობაშია ოცდაოთხი პროტონი და ოცდარვა ნეიტრონი. ზედმეტი ოთხი ნეიტრონი (თორმეტი α-ნაწილაკის შემდეგ დარჩენილი), შესაძლოა, არის დამაკავშირებელი ნაწილაკი ამ ხუთკლასტერულ ბირთვში, სადაც უანგბადის კლასტერის თითოეული α-ნაწილაკი საერთოა ნახშირბადის თითოეული კლასტერისათვის (ნახ. 22).



ნახ. 22. ქრომის იზოტოპის (^{52}Cr) ხუთკლასტერიანი მრგვალი დისკოს ფორმის ბირთვი (ორი მხრიდან)

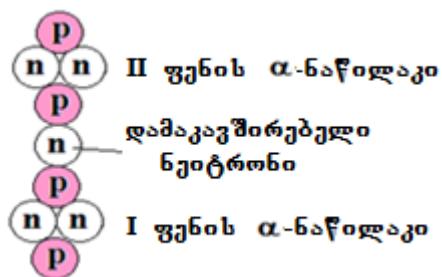
ქიმიური ელემენტების ბირთვების შემდეგი ჯგუფი იქმნება უანგბადისა და ნახშირბადის კლასტერების ცენტრებში თითოეული პროტონისა და ნეიტრონების შესაბამისი რაოდენობის შევვანით. შედეგად ვღებულობთ ^{25}Mn , ^{26}Fe , ^{27}Co ^{28}Ni და ^{29}Cu ატომის ბირთვებს (ნახ. 23). ზოგი ნეიტრონი, შესაძლოა, ცალკეული კლასტერების დამაკავშირებელიც გახდეს (ნახ. 22, 2). მოსალოდნელია, რომ ახალი შრის დაშენება დისკოს ფორმის კლასტერთა სისტემაზე თანდათან, ცენტრიდან ყველა მიმართულებით, ატომის რიგითი ნომრის გაზრდასთან ერთად ხდება (ბირთვის სფერული ფორმის შენარჩუნების სურვილით).



ნახ. 23. ქიმიური ელემენტების ^{25}Mn , ^{26}Fe , ^{27}Co , ^{28}Ni და ^{29}Cu კლასტერული ბირთვები

ამრიგად, სავსებით მოსალოდნელია, რომ ქრომის (^{52}Cr) ატომის ბირთვი წარმოადგენს უფრო მძიმე ბირთვების წარმოქმნის საფუძველს. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ბირთვებს შეძლების-დაგვარად სფეროს ფორმის შენარჩუნება სურს, ხოლო ბირთვების დაშენება შეიძლება ჟანგბადის კლასტერიდან, დისკოს ცენტრალური ნაწილიდან დაიწყო.

სავარაუდოა, რომ ახალი ფენის α -ნაწილაკები დაკავშირებული იქნება მირითადი დისკოს ანაწილაკთან ნეიტრონული კავშირებით (ნახ. 24). ამისათვის პირველყოვლისა საჭიროა დამატებითი ნეიტრონები და ^{65}Cu სტაბილურ იზოტოპს აქვს ორი ზედმეტი ნეიტრონი ახალი ფენის დასაწეულებად. 24-ე ნახ-ზე (გვერდითი ხედი) წარმოდგენილია ნეიტრონული კავშირები სხვადასხვა ფენის α -ნაწილაკებს შორის.

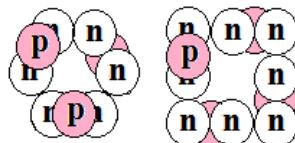


ნახ. 24. ნეიტრონული კავშირი α -ნაწილაკებს შორის, რომლებიც
სხვადასხვა ფენის კლასტერებს ექუთვნის

სპილენბის ბირთვის (^{65}Cu) ზედმეტი ნეიტრონები, რომლებიც დისკოს (^{63}Cu) შექმნის შემდგა დარჩა, შესაძლოა α -ნაწილაკების პროტონებს მიეკრას.

ამრიგად, უკვე გვაქვს პირველი მირითადი ფენა უფრო მძიმე ბირთვების მისაღებად, მაგრამ თუთის გავრცელებული სტაბილური იზოტოპები $^{64}\text{Zn}(48,89\%)$, $^{66}\text{Zn}(27,81\%)$, $^{67}\text{Zn}(4,11\%)$, $^{68}\text{Zn}(18,56\%)$ და ^{70}Zn (0,62%) შეიცავს 30 ნეიტრონს და, შესაბამისად, 34, 36, 37, 38 და 40 ნეიტრონს. შესაძლოა, ბირთვების მეორე ფენა ისევე იქმნება, როგორც პირველი, თუმცა სავარაუდოა, რომ ახალი ფენების შექმნა ორივე მხარეს პარალელურად მიმდინარეობს ბირთვების სფერულობისკენ სწრაფვით.

რომელიმე კლასტერზე დაუშენებელი ნახშირბადის ან ჟანგბადის კლასტერის წარმოქმნა (ნახ. 25) ხდება ჟანგბადისა და ნახშირბადის თანდათან დაშენების გზით დისკოს ორივე მხრიდან.

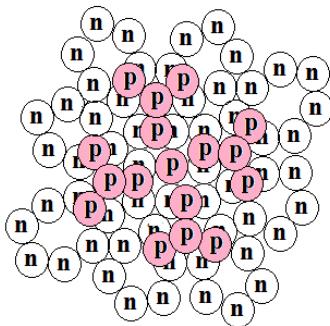


ნახ. 25. დაუშენებელი ნახშირბადისა და ჟანგბადის კლასტერები

დიდი რაოდენობით ნეიტრონების არსებობის დროს დაუშენებელი კლასტერების გამოჩენა არ უნდა იყოს მოულოდნელი, რადგან, მაგალითად, ჟანგბადის კლასტერის შესაქმნელად რვა

ნეიტრონია საჭირო. ამასთანავე, დისკოს ცენტრალური ნაწილი შენდება უფრო სწრაფად, ვიდრე დისკოს პერიფერიული ნაწილი. დისკოს ცენტრში 7d სისქის მიღწევისას ბირთვი სფეროსთან მიახლოებულ ფორმას იღებს. შემდგომი კლასტერების დაშენებით თანდათან იზრდება როგორც დისკოს დიამეტრი, ისე მისი სისქე.

ის, თუ როგორ გამოიყერება ქიმიური ელემენტების ბირთვები სპილენის ბირთვის შემდეგ, უაღრესად რთული დასადგენია. შეიძლება მხოლოდ დაგუშვათ, რომ ფენის სტრუქტურა ინახება, მაგრამ ძირითადი ფენისაგან განსხვავებით, ძალზე ბევრი დაუმთავრებელი კლასტერი იქნება. ეს კლასტერები თანდათან იზრდება და ბირთვი გაიზრდება დამატებითი ნახშირბადისა და ჟანგბადის კლასტერების წარმოქმნით. 26-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია ძირითადი კლასტერული ფენის გაფართოების შესაძლებლობები.



ნახ. 26. სპილენის ($_{29}\text{Cu}$) ბირთვის გაფართოების შესაძლო მიმართულებები

როგორც ვხედავთ, ატომური ბირთვების ზომების გაზრდა მიმდინარეობს სხვადასხვა მიმართულებით როგორც ფენების გაფართოებით, ისე ახლი ფენების თანდათანობით გაჩენით. ამრიგად, მძიმე ბირთვების ფორმების მეტ-ნაკლებად ზუსტი განსაზღვრა უაღრესად რთული ამოცანაა.

ბირთვული სისტემების შექმნისას უნდა გავითვალისწინოთ, რომ კლასტერების შიგა სივრცეში არსებული ნეიტრონები უმთავრესად სტაბილურ იზოტოპებს ქმნის, ხოლო კლასტერების გარეთ, პროტონებთან ახლოს მყოფი ნეიტრონები ძირითადად არასტაბილურ ბირთვებს იძლევა. როგორც ჩანს, ბუნება შეძლებისდაგვარად სფერულ ფორმასთან მიახლოებულ მკვრივ ბირთვულ სისტემებს ქმნის. ადსანიშნავია, რომ ბირთვებს შეუძლია საკუთარი ფორმის შეცვლა როგორც სპონტანურად (რადიოაქტიური ბირთვები), ისე იძულებით (ნაწილაკებით დასხივების შემთხვევაში). სწორედ ამ ცვლილებების დროს მიმდინარეობს სინთეზისა და დაშლის ბირთვული რეაქციები.

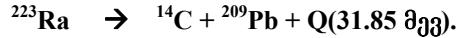
ბირთვების კლასტერული წარმოდგენა კარგად ხსნის ბუნებაში ქიმიური ელემენტების გავრცელებაში ლითიუმის (Li), ბერილიუმის (Be) და ბორის (B) ატომებისთვის დრმა მინიმუმის არსებობას და, ამასთანავე, ჰელიუმის (He), ნახშირბადისა (C) და ჟანგბადის (O) გავრცელების მაღალ დონეს.

ბირთვების კლასტერული წარმოდგენა ზღუდავს სამყაროში როგორც სტაბილური, ისე არასტაბილური ბირთვების რაოდენობას. ეს იმითაა გამოწვეული, რომ სტაბილური ბირთვები იქმნება ნეიტრონებისა და პროტონების დამატებით ნახშირბადისა და ჟანგბადის კლასტერების ცენტრში (თანაც პროტონი აუცილებლად ნეიტრონების გარემოცვაში უნდა იყოს, შეძლებისდაგვარად ანაწილაკების პროტონებისაგან მოშორებით), ხოლო არასტაბილურ ბირთვებში დამატებითი ნეიტრონების ადგილი ძირითადად ამ კლასტერების გარეთ, პროტონებთან უშუალო სიახლოვესაა. ამ ადგილების რაოდენობა შეზღუდულია, თუმცა, არასტაბილური ბირთვების წარმოქმნის შესაძლებლობები სტაბილური ბირთვების შექმნის შესაძლებლობებს მნიშვნელოვნად აღემატება.

ბირთვების სტრუქტურის აგებისას მნიშვნელოვანია მკვრივი ბირთვის სისტემის შექმნა, რომლის ფორმა სფერულ ფორმასთან მიახლოებულია, მაგრამ რეალურად ძალზე მნელია იმისი წარმოდგენა,

თუ როგორ გამოიყერება რეალურად მძიმე რადიოაქტიური ბირთვები და მათი ფორმები არასტაბილური ელემენტებისათვის. მძიმე ატომების ბირთვები შედგება როგორც მთლიანად შევსებული, ისე შეუვსებელი კლასტერებისაგან (განსაკუთრებით ბირთვების პერიფერიულ უბანში). ცხადია, რომ მძიმე და არასტაბილური ბირთვების ფორმების დასადგენად საჭიროა როგორც დაშლისა და სინთეზის ბირთველი რეაქციების დეტალური ანალიზი, ისე არასტაბილური იზოტოპების რადიოაქტიური დაშლის სქემები. განსაკუთრებული აღნიშვნის დირსია ის ფაქტი, რომ ყველაზე მდგრად სისტემას ა-ნაწილაკი წარმოადგენს, რომელიც პროტონთან და ნეიტრონთან ერთად ბირთვის შემქმნელი ძირითადი ნაწილაკია ნახშირბადისა და უანგბადის კლასტერების მისაღებად.

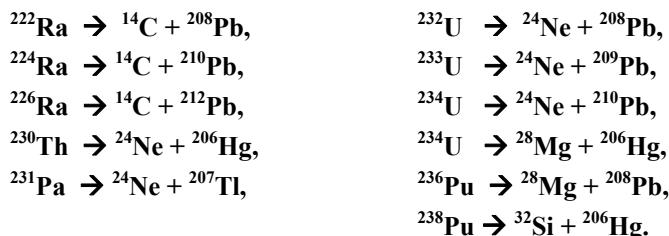
კლასტერული დაშლა. ბირთვების მიერ ა-ნაწილაკების გამოტყორცნის მოვლენა კარგადაა ცნობილი. რამდენად შესაძლებელია სხვა ატომის ბირთვების სპონტანური გამოსხივება? ამ კითხვაზე დადებითი პასუხი გაეცა 1948 წელს მეცნიერთა ორი ჯგუფის მიერ ინგლისში [7] და ყოფილ საბჭოთა კავშირში [8], სადაც ექსპერიმენტების გზით დადგინდა რადონის ბირთვის იზოტოპის (^{223}Ra) რადიოაქტიური დაშლის ფაქტი ნახშირბადის იზოტოპის (^{14}C) გამოსხივებით:



ექსპერიმენტული შედეგები ცხადყოფს, რომ ^{14}C ბირთვების გამოსხივების ალბათობა დაახლოებით 10 მილიარდჯერ ნაკლებია ა-ნაწილაკების გამოსხივების ალბათობასთან შედარებით. ორივე ექსპერიმენტის შედეგი პრაქტიკულად ერთმანეთს დაემთხვდა და ^{14}C ბირთვების დაშლის ალბათობის შეფარდება ა-ნაწილაკების დაშლის ალბათობასთან აღმოჩნდა $C/\alpha = 8,5 \cdot 10^{-10}$ და $C/\alpha = 7,6 \cdot 10^{-10}$.

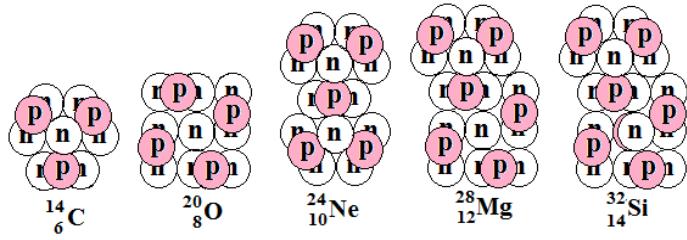
აღსანიშნავია, რომ დაშლის შედეგად მიიღება ნახშირბადის არა თავისუფალი კლასტერი (^{12}C), არამედ დამატებითი ორი ნეიტრონით შევსებული რადიოაქტიური იზოტოპის ^{14}C კლასტერი.

კლასტერული რადიოაქტიურობის აღმოჩნის გადამწყვეტი ფაქტორია დასაშლელი ბირთვების შერჩევა. დაშლის ენერგიის მომგებიანობა იმ ბირთვებისათვის, რომელთა ატომური მასა მაგიური რიცხვების მახლობლობაშია, გარკვეული კლასტერის პოტენციურ ბარიერში გასვლის და მისი ბირთვიდან გამოსვლას უზრუნველყოფს. ^{14}C ბირთვის გამოსხივება სხვა ბირთვებისთვისაც (^{221}Fr , ^{221}Ra , ^{222}Ra , ^{222}Ra) იყო დამზერილი. კლასტერული დაშლა საკმაოდ კარგადაა თეორიულად და ექსპერიმენტულად შესწავლილი შემდეგი რეაქციებისათვის:



დღეისათვის არსებული ყველა ცნობილი ბირთვი, რომელიც კლასტერულ დაშლას ექვემდებარება, მძიმე ბირთვების ჯგუფს განეკუთვნება (მასური რიცხვით $A > 208$). ამჟამად ექსპერიმენტული გზით დადგენილია 25 ბირთვი ბარიუმიდან (^{114}Ba) დაწყებული ამერიკიუმის (^{241}Am) ჩათვლით, რომლებიც ძირითადი ენერგეტიკული მდგრადირეობიდან კლასტერებს ^{14}C , ^{20}O , ^{24}Ne , ^{26}Ne , ^{28}Mg , ^{30}Mg , ^{32}Si და ^{34}Si ასხივებს. 27-ე ნახ-ზე მოცემულია ამ იზოტოპების ბირთვების აგებულება.

გამოსხივებული კლასტერების მოძრაობის ენერგია გამომსხივებული ბირთვის მიმართ 28–94 მეგ-ის ფარგლებშია და ყველა შემთხვევაში მნიშვნელოვნად ნაკლებია ბირთვში არსებულ პოტენციურ ბარიერზე.



ნახ. 27. იზოტოპების ბირთვები, რომლებიც კლასტერული დაშლის შედეგად გამოსხივდება

ამრიგად, სავარაუდოა, რომ კლასტერული დაშლა, ისევე როგორც α-ნაწილაკების გამოტყორცნა, გვირაბის უფრესობითა განპირობებული, რაც პოტენციური ბარიერის გადალახვას უზრუნველყოფს.

საინტერესოა, რომ კლასტერული დაშლის დროს გამოსხივებულ ბირთვს ჭარბი ნეიტრონები აქვს და ისინი უველა არასტაბილურია. მიუხედავად ამისა, ბირთვების კლასტერული დაშლა კლასტერული მიღვიმის სამართლიანობაზე მიუთითებს, რასაც ნახშირბადისა და უანგბადის კლასტერების გამოსხივება ადასტურებს. ცხადია, მძიმე ბირთვებში მრავალი დაუსრულებელი კლასტერია, მაგრამ უველა შექმნილია ვარსკვლავების წიაღში ან ზეახალი ვარსკვლავების აფეთქების დროს ზემაღლადი ტემპერატურებისა და წნევების პირობებში.

უნდა აღინიშნოს, რომ ბირთვების სპონტანური (თავისთავადი) დაშლის გარდა ხდება ინდუცირებული (იძულებითი) დაშლა ჩქარი და ნელი ნეიტრონებით ბირთვებზე დასხივების შედეგად. ამ რეაქციებს შორის უველაზე კარგად იზოტოპ ^{235}U დაშლის რეაქციაა ცნობილი:



როგორ შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ ურანის ბირთვი და მისი დაშლის პროცესები – ბარიუმი და კრიპტონი?

ეს ძალზე რთული ამოცანაა. თუ ბირთვები ნახშირბადისა და უანგბადის კლასტერებისაგან შედგება, კრიპტონის იზოტოპის ბირთვი – ორი უანგბადისა და ხუთი ნახშირბადის კლასტერისაგან, მაშინ ბარიუმი ორი უანგბადისა და რვა ნახშირბადის კლასტერისაგან უნდა შედგებოდეს. გამოდის, რომ ურანი ოთხი უანგბადისა და ცამეტი ნახშირბადის კლასტერისაგან შედგება. თანაც, უანგბადისა და ნახშირბადის კლასტერებს შეიძლება საერთო ა-ნაწილაკები ჰქონდეს.

ეს ძალზე გამარტივებული სურათია, რადგან ამ ბირთვებში ბევრი დაუსრულებელი კლასტერი შეიძლება იყოს. არც ისაა გამორიცხული, რომ უველა ბირთვის ცენტრალური კლასტერი უანგბადის კლასტერია, რომლის გარშემო დასრულებული ან დაუსრულებელი ნახშირბადის კლასტერებია განლაგებული. იმის განსაზღვრა, თუ რა გზით დაიშლება რომელიმე მძიმე ბირთვი, შეუძლებელია, მაგრამ კლასტერული წარმოდგენა დაშლის გზების რაოდენობას მნიშვნელოვნად ზღუდავს.

კლასტერული დაშლის პროცესების ანალიზი, მისი ფენომენოლოგიური და მიკროსკოპიული მიღვიმა კლასტერული რადიოაქტიურობის აღწერისას შეიძლება იხილოთ შრომებში [9,10], რომელთა თანახმად, კლასტერული დაშლა ა-დაშლის ანალოგიურად მიმდინარეობს. ამ შრომის ძირითადი დასკვნის მიხედვით, ატომის ბირთვი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ნუკლონებისა და სხვადასხვა ტიპის კლასტერების ერთიანი სისტემა. ამასთან, ბირთვის შემადგენელი ნაწილაკები, რომლებიც მოცემული ბირთვის დაშლის შედეგად იბადება და სხვადასხვა ბირთვულ რეაქციებში მონაწილეობს, ბირთვებში უკვე არსებული კლასტერებით ფორმირდება.

პერსპექტიულად უნდა ჩაითვალოს ბირთვებში კლასტერების მრავალქარქული ბუნების შემდგომი კვლევა და მათი გამოვლენა სხვადასხვა ბირთვულ რეაქციაში, რადგან ამ გზაზე შეიძლება მივიღოთ ძალზე საინტერესო ინფორმაცია ქვარქული მატერიის თვისებების შესახებ.

ატომის ბირთვების მაგნიტური მომენტი. ცნობილია, რომ ატომს აქვს ბირთვული მაგნიტური მომენტი, რომელიც შესაძლოა გამოწვეული იყოს როგორც ბირთვის გარშემო ელექტრონების მოძრაობით, ისე ელექტრონის სპინით.

როგორც ვნახეთ, ბირთვების კლასტერული წარმოდგენებით შესაძლებელია ბირთვული ფიზიკის ზოგიერთი პრობლემის ახსნა. ბირთვების ძალზე მცირე ზომების გამო კულონური ელექტრული ძალები გადამზადებენ როლს ასრულებს სხვადასხვა ბირთვის სტრუქტურის ფორმირებაში და მათ სტაბილურობას უზრუნველყოფს. მიუხედავად იმისა, რომ კლასტერულ წარმოდგენაში ძლიერი ბირთვული ძალები ზედმეტი აღმოჩნდა და ბირთვის მდგრადობას ელექტროდიპოლური ურთიერთქმედება განსაზღვრავს, კლასტერული წარმოდგენა შეიძლება ბირთვების მაგნიტური თვისებების აღწერის მიზნითაც გამოვიყენოთ.

ცნობილია [5], რომ ნეიტრონების დიპოლური მომენტი, რომელიც მიღებულია ბირთვული მაგნიტური რეზონანსის ექსპრიმენტებში, შეადგენს $\mu_d = -1,91315 \mu_B$, $\mu_n = 0$. ბირთვული მაგნეტონია. დირაკის განტოლების თანახმად, $n_{\text{უკლონ}} = 1$, რომ დამუხტულია (პროტონი), მაგნეტონის ტოლი მაგნიტური მომენტი უნდა ჰქონდეს, ხოლო დაუმუხტავი ნუკლონის (ნეიტრონის) მაგნიტური მომენტი ნულის ტოლი უნდა იყოს.

ნეიტრონის მაგნიტური მომენტის, ისევე, როგორც პროტონის ძალზე დიდი მაგნიტური მომენტის ($\mu_d = 2,7279 \mu_B$), არსებობა იმაზე მიუთითებს, რომ $n_{\text{უკლონ}} = 1$ შინაგანი სტრუქტურა აქვს, ანუ $n_{\text{უკლონ}} = 1$ არის ელექტრული დენები, რომლებიც მაგნიტურ ველებს ქმნის. მეორე მხრივ, ადრონების ქვარკული მოდელის თანახმად, $\mu_d/\mu_n = 2/3$, რაც ნეიტრონებისა და პროტონების ექსპრიმენტული გზით მიღებულ შედეგებს ემთხვევა [5].

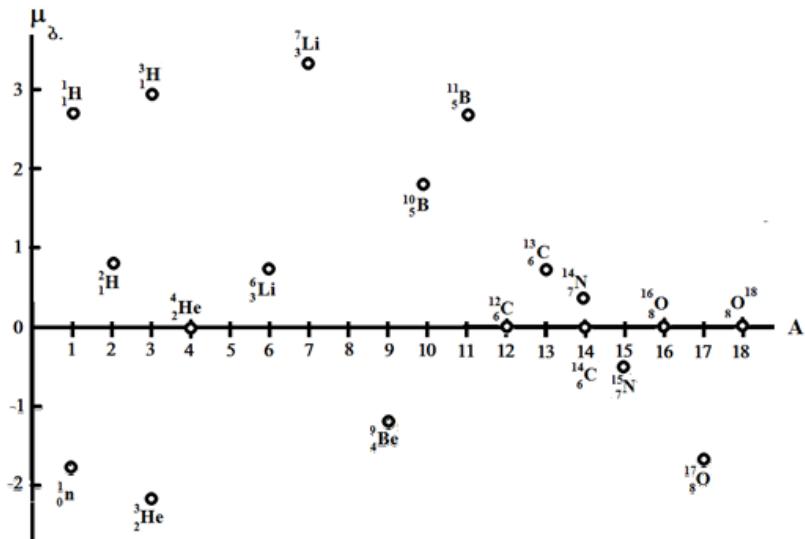
ატომის ბირთვების სივრცული სტრუქტურის განხილვისას ნაჩვენები იყო, რომ $n_{\text{უკლონების კლასტერულ}} = 1$ მოდელში ნეიტრონები და პროტონები შეგვიძლია განვიხილოთ, როგორც ქვარკულის წრიული ბრუნვა, რაც შეიძლება მაგნიტური მომენტის შექმნის მიზეზი გახდეს (ნახ. 2).

თუ გავითვალისწინებთ, რომ u -ქვარკის მუხტი $(2/3 e) 2-\bar{\chi}e$ ადგმატება d -ქვარკის მუხტს $(1/3 e)$, გამოდის, რომ პროტონის მაგნიტური მომენტი სიდიდით დაახლოებით $2-\bar{\chi}e$ უნდა აღემატებოდეს ნეიტრონის მაგნიტურ მომენტს (იხ. ცხრილი) [5]. მაგნიტური მომენტის გაზომვები კი იძლევა სიდიდეს – $\mu_d/\mu_n = 1,46$, რაც შეიძლება u - და d -ქვარკების მუხტებისა და მასების განსხვავებული სიდიდეებით აიხსნას. 28-ე ნახ-ზე მოცემულია ატომის მსუბუქი ბირთვების მაგნიტური მომენტების სიდიდეების დამოკიდებულება ატომურ რიცხვზე.

ცხრილი

ზოგიერთი ატომის ბირთვის მაგნიტური მომენტი

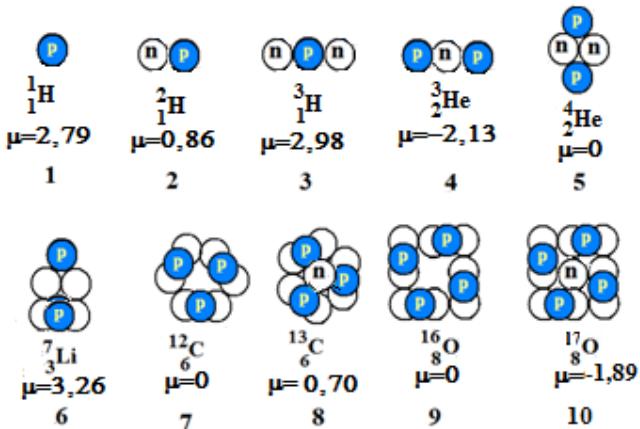
ბირთვი	მაგნიტური მომენტი (ბირთვულ მაგნეტონებში)	ბირთვი	მაგნიტური მომენტი (ბირთვულ მაგნეტონებში)
1n	$-1,9131$	^{11}B	$2,6885$
1H	$2,7927$	^{12}C	0
2H	$0,8574$	^{13}C	$0,7024$
3H	$2,9788$	^{14}C	0
3He	$-2,1275$	^{14}N	$0,4037$
4He	0	^{15}N	$-0,2831$
6Li	$0,8220$	^{16}O	0
7Li	$3,2563$	^{17}O	$-1,8937$
9Be	$-1,1774$	^{18}O	0
^{10}B	$1,8008$		



ნახ. 28. მსუბუქი ბირთვების მაგნიტური მომენტები

როგორც ცხრილიდან ჩანს, სუფთა კლასტერების – ${}^4\text{He}$ -ის, ${}^{12}\text{C}$ -ისა და ${}^{16}\text{O}$ -ის მაგნიტური მომენტები ნულის ტოლია. ამ ბირთვებს ემატება ნულოვანი მაგნიტური მომენტების მქონე ბირთვები – ${}^{14}\text{C}$ და ${}^{18}\text{O}$, რომელთა კლასტერებშიც სიმეტრიულად ორ-ორი ნეიტრონია მოთავსებული.

საინტერესოა პროტონის (${}^1\text{H}$), დეიტერიუმისა (${}^2\text{H}$) და ტრიტიუმის (${}^3\text{H}$) ბირთვების მაგნიტური მომენტების შედარება (ნახ. 29, 1–3). აღსანიშნავია, რომ დეიტერიუმის ბირთვის მაგნიტური მომენტი დაახლოებით სამჯერ მცირეა წყალბადისა და ტრიტიუმის ბირთვების მაგნიტურ მომენტებთან შედარებით.



ნახ. 29. ზოგიერთი ბირთვის სტრუქტურა და მაგნიტური მომენტები

ბირთველი თეორიის თვალსაზრისით, ყურადღებას იმსახურებს შემდეგი შედეგები [4]:

1. პროტონისა და ნეიტრონის მაგნიტური მომენტები განსხვავდება ბირთველი მაგნეტონისაგან, თუმცა პროტონი ბირთველი მაგნეტონის ტოლი უნდა ყოფილიყო, მეორე კი – ნულისა;

2. დეიტრონის ბირთვის მაგნიტური მომენტი და პროტონისა და ნეიტრონის მაგნიტური მომენტების ჯამი (ნეიტრონისა და პროტონის მაგნიტურ მომენტებს ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულება აქვს) მცირე სიდიდისაა, რაც პროტონისა და ნეიტრონის მაგნიტური მომენტების არააღიარებას ადასტურებს. განსხვავება მათ მომენტებს შორის 6%-ია, თუმცა თეორიულად ეს განსხვავება არ უნდა არსებობდეს [5].

ეს სხვაობა შეიძლება აიხსნას კვარკების მოძრაობის ტრაექტორიების წრიული ორბიტებისაგან გადახრებით, განსაკუთრებით ნეიტრონ-პროტონის წყვილის შექმნისას, და ამასთანავე ქვარკების ორბიტების ორიენტაციების შესაძლო ცვლილებებითაც იყოს გამოწვეული.

განსაკუთრებული აღნიშვნის დირსია ის მათემატიკური სიძნელეები, რომლებიც ნუკლონებში ქვარკების მოძრაობასთანაა დაკავშირებული. სამწუხაროდ, ვერ მოხერხდა გრავიტაციული ძალებით დაკავშირებული სამი სხეულის მოძრაობის ამოცანის გადაწყვეტა და, ცხადია, ქვარკების მოძრაობა ნუკლონებში, სადაც მოქმედებს როგორც მიზიდვის, ისე განზიდვის ძლიერი ელექტრული ძალები. ქვარკების მოძრაობის ტრაექტორიების მეტ-ნაკლებად ზუსტი დადგენა წარმოუდგენელია, მით უმეტეს, თუ განვიხილავთ პროტონ-ნეიტრონის წყვილს, სადაც ექვსი ქვარკის ურთიერთქმედება უნდა აღიწეროს. ამ შემთხვევაში ყოველი მათემატიკური გამოთვლა აზრს კარგავს. ამდენად, დღეს შეიძლება ჩატარდეს მხოლოდ ექსპერიმენტული მონაცემების ანალიზი, რომელიც ბირთვის ამა თუ იმ მოდელს დაასაბუთობა.

რითად გამოწვეული დეიტერიუმისა და ტრიტიუმის მაგნიტური მომენტის არსებობა?

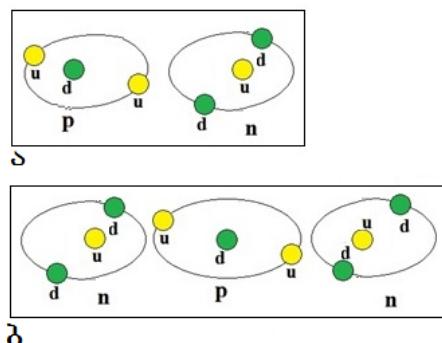
თუ ჩავთვლით, რომ ნეიტრონსა და პროტონში ქვარკების მოძრაობის ტრაექტორია წრეწირია და ისინი წრიულად დარჩნენ დეიტერიუმად და ტრიტიუმად გაერთიანების შემდეგ, დეიტერიუმისა და ტრიტიუმის მაგნიტური მომენტები იქნება:

$$\mu_{\text{დ}} = \mu_{\text{ა}} + \mu_{\text{ნ}} = 2,7927 \text{ } \mu_{\text{ა}} - 1,9131 \text{ } \mu_{\text{ა}} = 0,8796 \text{ } \mu_{\text{ა}} \text{ (გაზომვის შედეგია } 0,8574 \text{ } \mu_{\text{ა}});$$

$$\mu_{\text{ტ}} = \mu_{\text{ა}} + \mu_{\text{დ}} = 2,7927 \text{ } \mu_{\text{ა}} + 0,8796 \text{ } \mu_{\text{ა}} = 3,6723 \text{ } \mu_{\text{ა}} \text{ (გაზომვის შედეგია } 2,9788 \text{ } \mu_{\text{ა}}).$$

მაგნიტური მომენტების გამოთვლილსა და გაზომილ სიძლიდეებს შორის სხვაობა დეიტერიუმისა (ნახ. 30, ა) და ტრიტიუმისათვის (ნახ. 30, ბ) იმაზე მიუთითებს, რომ ქვარკების ტრაექტორიები წრეწირი არ არის. სწორედ წრეწირიდან გადახრა იწვევს ელექტრული დიპოლების წარმოქმნას ნუკლონებში [1-4].

როგორც ვხედავთ, ტრიტიუმისა და ჰელიუმის ბირთვის მაგნიტური მომენტები საკმაოდ დიდია, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ქვარკების ორბიტების გადახრა წრეწირიდან არ არის დიდი.



ნახ. 30. ქვარკების ტრაექტორიის წრეწირიდან გადახრა დეიტერიუმსა (ა) და ტრიტიუმში (ბ)

ადსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ α-ნაწილაკის მაგნიტური მომენტი ნულის ტოლია და, შესაბამისად, მხოლოდ მისგან შედგენილი ნახშირბადისა (^{12}C) და უანგბადის (^{16}O) ბირთვების მაგნიტური მომენტებიც არის ნულის ტოლი (ნახ. 28). ეს იმას ნიშნავს, რომ ნეიტრონებისა და პროტონების წყვილების მაგნიტური მომენტები მთლიანად აკომპენსირებს ერთმანეთს.

ძალზე მნიშვნელოვანი და უცნაურია ის, რომ α-ნაწილაკის შემადგენელ თოხ ნუკლონში თორმეტი ქვარკის მიერ შექმნილი წრიული დენები ერთმანეთს მთლიანად აკომპენსირებს.

28-ე ნახ-ზე მოყვანილი მაგნიტური ბირთვების მომენტების სიძლიდეების თანახმად, ა-ნაწილაკზე პროტონ-ნეიტრონის (დეიტერიუმის) წყვილის დამატება ქმნის ლითოუმის იზოტოპს (^6Li), რომლის მაგნიტური მომენტი 0,8220 $\mu_{\text{ა}}$ -ის ტოლია, რაც 0,0354 $\mu_{\text{ა}}$ -ით ნაკლებია დეიტერიუმის ბირთვის მაგნიტურ მომენტზე. საოცარია, რომ α-ნაწილაკის ნუკლოვანი მაგნიტური მომენტი ლითოუმის იზოტოპში დეიტერიუმის მაგნიტური მომენტის სიდიდეს ცვლის.

უფრო გასაოცარია ის, რომ ლითოუმის იზოტოპზე ^{6}Li კიდევ ერთი ნეიტრონის დამატებით მიიღება იზოტოპი ^{7}Li , რომლის მაგნიტური მომენტი 3,2573 მგ-ს აღწევს, მაშინ როდესაც დამატებითი ნეიტრონის შეტანით მაგნიტური მომენტის სიდიდე მხოლოდ 2,7352 მგ-მდე უნდა გაზრდილიყო. ეს ყველაფერი იმაზე მიუთითებს, რომ ბირთვების შექმნის პროცესში ძალზე დიდია ქვარკების ორბიტების ცვლილებები, რომელთა მათგანატიური ანალიზი პრაქტიკულად შეუძლებელია.

ასევე ძალზე მნიშვნელოვანია, რომ ნახშირბადის კლასტერში ^{12}C ერთი ნეიტრონის დამატებით მიიღება იზოტოპი ^{13}C , რომლის მაგნიტური მომენტის სიდიდე 0,7024 მგ. გაცილებით ნაკლებია დამატებული ნეიტრონის მაგნიტურ მომენტზე. ეს დამატებითი ნეიტრონი ნახშირბადის კლასტერის ერთ-ერთ მხარეს იკავებს ადგილს სამ პროტონს შორის, მაგრამ კიდევ ერთი ნეიტრონის დამატება ნახშირბადის კლასტერის მეორე მხარეს მთლიანად აბათილებს წინა ნეიტრონით მიღებულ ნახშირბადის ბირთვის ^{14}C მაგნიტურ მომენტს.

რატომ ხდება ეს? პრობლემა უაღრესად როულია და მათგანატიურ გამოთვლებს არ ექვემდებარება.

ანალოგიური მდგომარეობაა ჟანგბადის იზოტოპების ^{16}O , ^{17}O და ^{18}O ბირთვების მაგნიტური მომენტების განხილვის დროს. თუ ჟანგბადის იზოტოპებს ^{16}O და ^{18}O ნულოვანი მაგნიტური მომენტი აქვს, ^{17}O იზოტოპის ბირთვის მაგნიტური მომენტი (-1,8937 მგ.) ნეიტრონის მომენტზე ნაკლებია.

აქვე შევნიშნავთ, რომ მაგნიტური მომენტების სიდიდეები იზოტოპებისთვის (^{13}C და ^{17}O) შესაძლოა იმ ფაქტზე მიუთითებდეს, რომ ქვარკების ორბიტების წრეშირიდან გადახრა ნახშირბადის კლასტერში უფრო დიდია, ვიდრე ჟანგბადის კლასტერში.

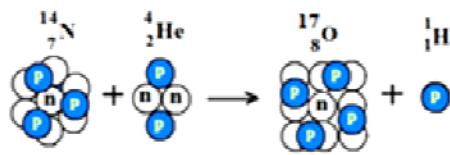
უნდა აღინიშნოს, რომ ატომური ბირთვების მაგნიტური მომენტების ფორმირებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს არა მარტო ქვარკების ორბიტების დეფორმაცია, არამედ ორბიტების სიბრტყის ორიენტაციის ცვლილება ნუკლონებში.

ბირთვული რეაქციები. ატომის ბირთვის სტრუქტურის აგების დროს მაქსიმალური სიმკვრივის მიხედვით, ბირთვები რაც შეიძლება კომპაქტური უნდა იყოს, ხოლო ბირთვების ფორმა – სფერულ ფორმასთან მიახლოებული. ამ თვალსაზრისით ჟანგბადის კლასტერს კუბის ფორმა აქვს, ხოლო ნახშირბადის პრიზმული კლასტერის სიმაღლე და სიგანე დაახლოებით ერთნაირია. აღსანიშნავია, რომ მიმმე ბირთვების სტრუქტურის განსაზღვრისას ძირითადი კლასტერები შესაძლოა ერთმანეთის მიმართ შემობრუნებულიც კი იყოს.

როგორც ვხედავთ, რაც უფრო მიმექ ბირთვი, მისი სტაბილურობისთვის სულ უფრო მეტი ნეიტრონია საჭირო. ეს სივრცე დამატებით ნეიტრონებს (ზოგჯერ პროტონებსაც) შეუძლია შეავსოს როგორც მარტივი კლასტერების შიგნით, ისე კლასტერების გარეთ, რათა ზოგჯერ კლასტერების მაკავშირებელი როლიც შეასრულოს. მაგალითად, თუ ყმალაზე გავრცელებულ ქრომის იზოტოპში (^{52}Cr) ნეიტრონების სიჭარბე პროტონებზე მხოლოდ ოთხით მეტია, ოქროს ერთადერთ სტაბილურ იზოტოპში (^{197}Au) ეს სხვაობა 39-ს აღწევს, ხოლო ურანის ყველაზე გავრცელებულ იზოტოპში (^{238}U) ეს სხვაობა 54-ია. შესაძლოა, როული და დიდი ბირთვების სტრუქტურაში „ზედმეტი“ ნეიტრონების გარევეული ნაწილი დამაკავშირებელი ნეიტრონებია. სავარაუდოა, რომ ბირთვების სპონტანური ან ინდუქციებული დაშლისას ნეიტრონული კავშირები სუსტდება სწორედ კლასტერების საზღვარზე და ამიტომ ბირთვების დაშლა მიმდინარეობს საკმაოდ შეზღუდული რაოდენობის სქემებით.

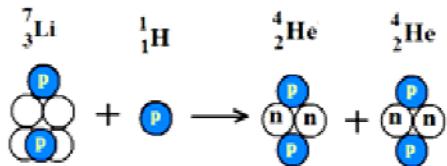
ძალზე საინტერესოა იმის ცოდნა, თუ რა განსაზღვრავს კლასტერების სიმტკიცეს? ეს კითხვა საკმაოდ რთულია და მოითხოვს ქვარკებს შორის ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედებების დეტალურ შესწავლას.

1919 წელს რეზერფორდმა აღმოაჩინა, რომ ბირთვები შეიძლება გარდაიქმნას მათი ა-ნაწილა-კებით დაბომბვისას. პირველი ასეთი იზოტოპი აღმოჩნდა აზოტი, რომელიც ა-ნაწილა-კების ზემოქმედებით ჟანგბადად გარდაიქმნა და ერთი პროტონიც გამოასხივა. ეს რეაქცია კლასტერული ფორმით ასე გამოისახება:



ნახშირბადის პრიზმული კლასტერის შუაგულში ნეიტრონი და პროტონია (პროტონი ნეიტრონების გარემოცვაშია და მას ნეიტრონი ფარავს). ამ რეაქციის შედეგად პრიზმული კლასტერი ჟანგბადის კუბური ფორმის კლასტერად გადაიქცევა და პრიზმული კლასტერის ცენტრში არსებული პროტონი გამოსხივდება. ამ რეაქციაში ბირთვების ბმის ენერგია იმ სითბოს ანალოგიურია, რომელიც ქიმიური რეაქციების შედეგად გამოიყოფა.

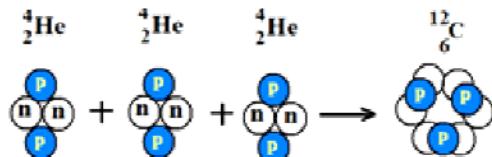
შემდეგი ნაბიჯი იყო ჯ. ოკროფტისა და კ. უოტსონის 1932 წლის აღმოჩენა, რომლებმაც აჩვენეს, რომ პროტონების ნაკადს შეუძლია ლითიუმის იზოტოპის დაშლა რეაქციაში:



რეაქციის შედეგად ჰელიუმის ორი ბირთვი ერთდროულად სხვადასხვა მიმართულებით გამოსხივდება.

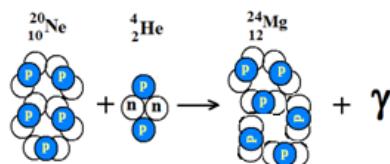
კველა ცნობილი ქიმიური ელემენტი, შესაძლოა, ხელოვნური გზით მეზობელ ელემენტებად გადაიქცეს. კველა ეს ახალი იზოტოპი რადიოაქტიური აღმოჩნდა, თუმცა შემდგომი დაშლის შედეგად ისინი სტაბილურ იზოტოპებად გარდაიქმნება. მიღებულ იქნა ახალი ქიმიური ელემენტები რიგითი ნომრით 117-მდე, რომლებიც რადიოაქტიურები აღმოჩნდა.

თანამედროვე წარმოდგენებით, ქიმიური ელემენტების შექმნა ნახშირბადიდან რკინის ჯგუფის ელემენტებამდე ვარსკვლავების წიაღში მიმდინარეობს ბირთვული რეაქციების გზით. წყალბადის რაოდენობის შემცირებას მოჰყვება ვარსკვლავების შიგნით წნევისა და ტემპერატურის გაზრდა, რაც ჰელიუმის ბირთვების სინთეზის რეაქციას და ნახშირბადის მიღებას უზრუნველყოფს:

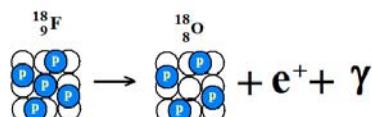


ეს რეაქცია $1,5 \cdot 10^8$ K ტემპერატურაზე მიმდინარეობს, ხოლო ვარსკვლავის ნივთიერების სიმკვრივეა $5 \cdot 10^4$ გ/სმ³. კლასტერული მოდელის თანახმად, სამი ჰელიუმის რომბული კლასტერი (ა-ნაჭილაკი) ნახშირბადის ერთ პრიზმულ კლასტერად გაერთიანდება და რეაქციის შედეგად ძალზე დიდი სითბური ენერგია გამოიყოფა. აღმოჩნდა, რომ ჰელიუმის წვის დროს ნახშირბადის მისაღებად აუცილებელია ბერილიუმის იზოტოპის (⁹Be) არსებობა, რომელიც ორი ა-ნაჭილაკისაგან შედგება. მიუხედავად იმისა, რომ ის ძალზე სწრაფად, 10^{-16} წმ-ის განმავლობაში იშლება, მაინც ასწრებს რეაქციაში მონაჭილეობის მიღებას და ერთი ა-ნაჭილაკის მიერთებას. ამრიგად, ნახშირბადის კლასტერი ეტაპობრივად იქმნება.

მნიშვნელოვანია, რომ მზის წიაღში მიმდინარეობს ნეონის ბირთვის მაგნიუმის ბირთვად გარდაქმნა, რაც ადასტურებს ერთი ტიპის ორკლასტერული სისტემის გარდაქმნას მეორე ტიპის ორკლასტერულ ბირთვად:

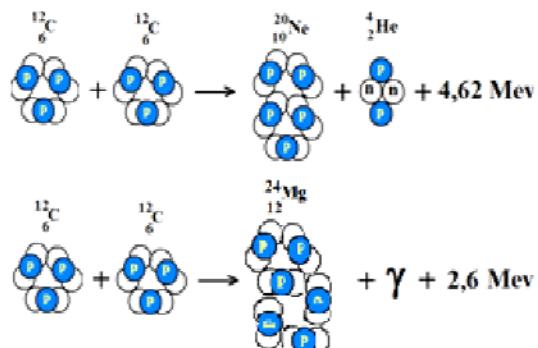


საქმაოდ საინტერესოა ფტორის იზოტოპის გარდაქმნა ჟანგბადის იზოტოპად პოზიტრონული დაშლის გზით:



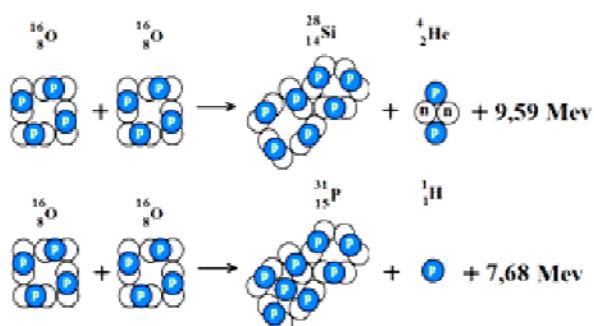
როგორც ვხედავთ, ფტორის იზოტოპის დაშლის შედეგად პროტონი, რომელიც კუბური კლასტერის შუაგულშია, γ -ქვანტს და ელექტრონს ასხივებს და ნეიტრონად გარდაიქმნება, თუმცა თვოთონ მეორე ნეიტრონთან ერთად კლასტერში რჩება.

ანალოგიურად ხდება თერმობირთვული სინთეზის გზით მზის წიაღში ქიმიური ელემენტების შექმნა ნახშირბადიდან რკინის ჯგუფის ელექტრონებამდე. თუ ტემპერატურამ მზის შუაგულში $\sim 5 \cdot 10^8 \text{ K}$ -ს მიაღწია, ბირთვების სინთეზის სხვა რეაქციები იწყება და ახალი იზოტოპები მიიღება:



კლასტერული მოდელის თანახმად, ეს რეაქციები ცხადყოფს პრიზმული კლასტერების ორკლასტერულ სისტემებად გარდაქმნის შესაძლებლობას.

ჟანგბადის (${}^{16}\text{O}$) წვა წარმოგიდგენს ორი კუბური კლასტერის შეერთებით ახალი ბირთვების მიღების შესაძლებლობას, რომელიც სხვადასხვა გზით 10^9 K ტემპერატურაზე მიმდინარეობს:



ამ რეაქციების შედეგად მიიღება სილიციუმისა და ფოსფორის ბირთვები.

ჟანგბადის წვის დამთავრების შემდეგ ტემპერატურის გაზრდით სილიციუმის წვა და რკინის ჯგუფის ელემენტების მიღება იწყება. მასიურ ვარსკვლავებში სილიციუმის წვა ბირთვული სინთეზის რეაქციების უკანასკნელი სტადიაა და შემდგომი რეაქციები აღარ ხდება, რადგან მსუბუქი ბირთვების შემდგომი მიერთება შეუძლებელია (ეს რეაქციები მხოლოდ ენერგიის შთანთქმით მიმდინარეობს).

ასე რომ, რკინის ბირთვზე უფრო მძიმე ელემენტების ბირთვების სინთეზი სხვა სქემებით მიმდინარეობს. ერთ-ერთი ასეთი სქემა ნელი ნეიტრონების ჩაჭერაა პროტონის შემდგომი გარდაქმნით და ელექტრონის გამოსხივებით. მართლაც, არის რეაქციები, როდესაც მძიმე და ზემძიმე ბირთვები ერთდროულად რამდენიმე ნეიტრონს შთანთქავს და შემდგომ ა-დაშლის შედეგად პროტონად გარდაიქმნება. ეს რეაქციები ნეიტრონების მაღალი კონცენტრაციის ფონზე მიმდინარეობს და შესაბამისი ასტროფიზიკური პირობები ზეახალი ვარსკვლავების აფეთქების დროს მიიღწევა. მართლაც, სწორედ ზეახალი ვარსკვლავების აფეთქებით მიიღება ის უძლიერესი დარტყმითი ტალღა, რომელიც ზემაღალ ტემპერატურებსა და წნევებს ქმნის.

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ კლასტერული წარმოდგენების საფუძველზე შესაძლებელია ბირთვული ფიზიკის ზოგიერთი პრობლემის გადაწყვეტა. ეს წარმოდგენები ზღუდავს ბუნებაში არსებული სტაბილური და არასტაბილური ბირთვების რაოდენობას. ბირთვების ნუკლონების ქვარკულ მოდელზე დაყრდნობით ბირთვების მცირე ზომების გამო კულონური ელექტრული ძალები გადამწყვეტ როლს ასრულებს ბირთვების სტრუქტურის დადგენისა და მათი სტაბილურობის უზრუნველყოფაში. ასე რომ, ბირთვებში ძლიერი მიზიდულობის ბირთვული ძალები ზედმეტია, რასაც ბუნებაში სტაბილური წყვილი ნეიტრონების არარსებობა ადასტურებს. ამდენად, ნეიტრონებს შორის მხოლოდ მიზიდულობის გრავიტაციული ძალებია, რომლებიც ნეიტრონების უზარმაზარი რაოდენობის შემთხვევაში ნეიტრონულ ვარსკვლავს ქმნის. ნეიტრონების მცირე გუნდში გრავიტაციული ძალების სისტემის გამო სტაბილური სისტემა ვერ იქმნება. მიზიდულობის ბირთვული ძალების შემთხვევაში კი შეიქმნებოდა ნეიტრონების მოზრდილი გუნდები, რაც ბუნებაში მრავალფეროვანი ქიმიური ელექტრულების არსებობას შეუძლებელს გახდიდა. სწორედ პროტონი თავისი ელექტრული მუხტით ქმნის ელექტრულ ველს, რომელიც ნეიტრონებში ელექტრულ დიპოლებს აღძრავს და მისი საშუალებით ბუნებაში სხვადასხვა ქიმიური ელემენტის ბირთვების მრავალფეროვნებას უზრუნველყოფს.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА:

1. Джибладзе М. Кластерное строение ядер химических элементов // Инженерная физика, N2, 2014, с. 6-27.
2. Джибладзе М. Кластерная модель атомных ядер // Химический журнал Грузии, v.13, N. 1, 2013, с.62-69.
3. Джибладзе М. Кластерное строение ядер химических элементов // Химический журнал Грузи, v.13, N. 2, 2013, с.86-98.
4. M. Jibladze. The Quark Model of the Nuclear Kernel. Proceedings of the International Conference Lie Groups, Differential Equations and Geometry. V. II, June 10-22, Batumi, Georgia, 2013, p. 33-39.
5. Энциклопедия Кольера. Моменты атомов и ядер.
http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/fizika/momenti_atomov_i_yader.html
6. Бор О., Мотельсон Б. Структура атомного ядра. Пер. с англ., т. 1-2, 1972-1977.
7. Соловьев В.Г. Теория атомного ядра // Ядерные модели, 1981.
8. G. Audi, O. Bersillon, J. Blachot and A. H. Wapstra. The NUBASE evaluation of nuclear and decay properties. Nuclear Physics A 729: 3–128. DOI:10.1016/j.nuclphysa.11.001, 2003.
9. H. J. Rose, G. A. Jones. Nature. V. 307, 1984, 245-247.
10. Александров Д. В. и др. Письма в ЖЭТФ, т. 40, 1984, с. 152-154.
11. Ивашку М., Силештиану Н. ЭЧАЯ. Т. 20, вып. 6, 1990.
12. Замятин Ю. С., Михеев В. Л., Третьякова С. П., Фурман В. И., Кадменский С. Г., Чувильский Ю. М. ЭЧАЯ. Т. 21, вып.2, 1990.
13. S. G. Kadmensky, V. G. Kadmensky. Cluster Degrees of Freedom and Nuclear Reactions and Decays // Cluster Phenomena in Atoms and Nuclei. B.: Springer, 1992. p. 525-539.

ატომის ბირთვის პლასტიული აგებულება

მ. ჯიბლაძე, თ. ბაციკაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია ქიმიური ელემენტების სხვადასხვა ბირთვის სტრუქტურისა და აგებულების პრობლემა და ნაჩვენებია მათი კლასტერული სტრუქტურის არსებობის შესაძლებლობა. აღმოჩნდა, რომ ბირთვების აგებისას პროტონებთან და ნეიტრონებთან ერთად ძირითადი ელემენტებია ჰელიუმის, ნახშირბადისა და ჟანგბადის ბირთვები. ნაჩვენებია ისიც, რომ ბირთვები აგებულია ძირითადად ნახშირბადისა და ჟანგბადის კლასტერებისაგან, ხოლო ფენოვანი სტრუქტურა აქვს, მძიმე ბირთვებს, რომლებიც ერთმანეთს ნეიტრონული კავშირებით უერთდება. განხილულია აგრეთვე მიზეზები, რომლებიც ბუნებაში არსებული სტაბილური და არასტაბილური ბირთვების რაოდენობას ზღუდვებს. აღსანიშნავია, რომ ბირთვების ფორმირებაში მთავარ როლს ბირთვული ძლიერი მიზიდულობის ძალები კი არა, პროტონის მიერ შექმნილი კულონური ძალები ასრულებს.

PHYSICS

CLUSTER STRUCTURE OF NUCLEAR KERNELS

M. Jibladze, T. Batsikadze

(Georgian Technical University)

Resume: In the article problems of a structure of various kernels of chemical elements are considered and existence of cluster structure of nuclear kernels is shown. It appeared that at creation of kernels of chemical elements with a proton and a neutron basic elements are kernels of helium, carbon and oxygen and heavy-nuclei have layered structure. The reasons, which limit number of stable and unstable elements are considered. It is shown, that when forming kernels a leading role plays not nuclear forces of an attraction and the coulomb forces created by protons and electric dipoles initiated in nucleons.

ФИЗИКА

КЛАСТЕРНОЕ СТРОЕНИЕ ЯДЕР ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

М. Джиладзе, Т. Бацикадзе

(Грузинский технический университет)

Резюме: Рассмотрена проблема структуры и строения различных ядер химических элементов и показана возможность существования кластерной структуры ядер. Оказалось, что при построении ядер, кроме протонов и нейtronов, основными элементами являются ядра гелия, углерода и кислорода, а тяжелые ядра имеют слоистую структуру и связаны между собой нейтронной связью. Обсуждены причины, ограничивающие число стабильных и нестабильных химических элементов в природе. Показано, что при формировании ядер основную роль играют не ядерные силы притяжения, а кулоновские силы электрических диполей, возникшие при образовании связи между протонами и нейtronами.

მთა ითხოვს შეხლას

ბ. გოშვილი

(საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია)

XX საუკუნის დასასრულს, საზოგადოების განვითარების ამ ეტაპზე, მთელი სიმძაფრით დადგა მთიანი რეგიონების განვითარების საკითხი, რაც მჭიდროდ უკავშირდება ქვეყნის დემოგრაფიულ, ეკონომიკურ, ეკოლოგიურ და სოციალურ პრობლემებს. წლების განმავლობაში სამეცნიერო ლიტერატურასა თუ პრესაში ბევრი იქტერებოდა ბართან შედარებით მთიანი რეგიონების ჩამორჩენილობაზე. ამას მრავალი მიზეზი ჰქონდა; განსაკუთრებით კი ის არასწორი პოლიტიკა, რომელიც ტარდებოდა მთისა და მთის მოსახლეობის მიმართ. ყველა პრობლემა, რომელიც უკავშირდებოდა სოციალურ, ეკონომიკურ თუ ეკოლოგიურ საკითხებს, წყდებოდა საერთო სახალხო პროგრამით, სადაც მთის სპეციფიკა გათვალისწინებული არ იყო. ყოველივე ამას ემატებოდა სტიქიური მოვლენებით გამოწვეული ზარალიც. მთიან რეგიონებში ცხოვრება გაუსაძლისი ხდებოდა, გამწვავდა დემოგრაფიული ვითარებაც.

ზემოაღნიშნული მდგრამარების გამოსწორებისა და მთიანი რეგიონების აღმავლებისათვის საჭირო გახდა კანონზე დაფუძნებული პირობების შექმნა, რაც ითავა საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მთიანეთის პრობლემათა კომპლექსური შესწავლის კომისიამ.

მეცნიერთა ინტერესი მთისადმი გამოწვეული იყო არა მარტო იმით, რომ მთა ჩვენი ქვეყნის ულამაზესი და უმშვენიერესი ნაწილია, არამედ იმითაც, რომ მთა არის უზარმაზარი წყლის მარაგის შემცველი (მყინვარების სახით), აქ არის “თეთრი ნახშირის” (წყლის ენერგიის) მნიშვნელოვანი რაოდენობა, თვალწიფლენები სათიბ-საძოვრები, არაწესულებრივი ტყები მასივები, ეკოლოგიურად სუფთა საკვები პროდუქტები, მაღნეული და არამაღნეული საბადოები, მინერალური წყლები; გარდა ამისა, აქ ყველა პირობაა ტურიზმისა და რეკრეაციული მეურნეობის განვითარებისათვის; ერთი სიტყვით, ყველაფერი ის, რაც ადამიანს სიცოცხლისათვის სჭირდება. ამავდროულად საქართველოს მთიანეთი ყველთვის იყო მფარველი და დამცველი ჩვენი ქვეყნისა, რადგან საქართველოს მთიანი რეგიონები საზღვრისპირა რაიონებია.

ჯერ კიდევ 1999 წელს შექმნა “მთიანი რეგიონების სოციალურ-ეკონომიკური და კულტურული განვითარების კანონი”, რომელიც პარლამენტმა მიიღო და პრეზიდენტმა დაამტკიცა იმავე წლის 19 ივნისს. მისი აგვირები იყენებ მეცნიერების დოქტორი ბ. გოშვილი და აკადემიკოსი თ. ონიანი. პარლამენტში გატანამდე აღნიშნული კანონპროექტი განიხილა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მთიანეთის პრობლემათა კომპლექსური შესწავლის კომისიამ. კომისია წარმოადგენდა კომპეტენტურ ორგანოს მთის პრობლემებთან დაკავშირებით. იგი თავისი დაარსებიდან (1969 წ.) 30 წლის განმავლობაში აგროვებდა მასახლებს მთის მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიკური და კულტურული მდგრამარების შესახებ, ადგენდა სხვადასხვა სახის პროექტებს, რომლებიც მიეწოდებოდა საქართველოს მთავრობას, მაგრამ ხშირად ის უწყებრივ ინტერესებს აწყდებოდა და მეცნიერთა თუ სპეციალისტთა ნააზრევი ქაღალდზევე რჩებოდა. ამიტომაც საჭირო გახდა მთის კანონის შემუშავება.

რას მოიცავს “მთის კანონი” ან რა შედაგათებს მოუტანს ის მთის მოსახლეობას? ეს ის კითხვებია, რომლებიც აინტერესებს ჩვენს მოსახლეობას იმიტომ, რომ სრულიად გაუგებარი მიზეზების გამო საქართველოს საინფორმაციო სამსახურმა ვერ მოახერხა ამ კანონის ყველა პუნქტისა და ქვეპუნქტის საჯარო განხილვა, რათა იგი ფართო საზოგადოების მსჯელობის საგანი გამხდარიყო.

“მთის კანონი” შექმნა მთის მოსახლეობის მძიმე მდგრამარების გამოსასწორებლად. მისი მიზანი იყო მაღალმთიანი რეგიონის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების უზრუნველყოფა, მოსახლეობის სტიქიური მიგრაციის შეჩერება, დაცლილი და ნახევრად დაცლილი სოფლებისა და

თემების აღორძინება, ადგილობრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენება, მრეწველობის განვითარება, მოსახლეობის დასაქმება, ინვესტიციების მოზიდვა, თვითმყოფადი ლანდშაფტებისა და ეკოსისტემების შენარჩუნება და მათი მავნე ზემოქმედებისაგან დაცვა, გზების მოწესრიგება, წიაღისეულით რაციონალურად სარგებლობა, საწარმოო ობიექტების დაპროექტება და მშენებლობა, საზღვრის დაცვა და, რაც მთავარია, მთის მოსახლეობის ცხოვრების პირობების გაუმჯობესება. ეს ეხება ქვეყნის იმ ნაწილს, რომლის 79 % მთაგორიანია.

კანონი ითვალისწინებს: შედავათიან საკრედიტო ღონისძიებებს, სამთო ტურიზმის განვითარების პრესექტივებს, ტრადიციული შინარეწვის განვითარებას, მცირე და საშუალო ბიზნესისა და მრეწველობის განვითარებას, მცირე სიმძლავრის ელექტროსადგურების მშენებლობას და ელექტროენერგიით მოსახლეობის უზრუნველყოფას, სასოფლო-სამეურნეო წარმოების განვითარებას, სხვადასხვა საგადასახადო შედავათებებს, სკოლამდელი, საბაზო და საშუალო ზოგადი განათლების ხელშეწყობას, ხელფასზე მუშაობის სტაჟისა და მაღალმთიანობის დანამატის შემოღებას, მრავალშვილიანების ეკონომიკურ სტიმულირებას, უფასო ჯანმრთელობის დაცვას, მცირე საწარმოთა გათავისუფლებას ყოველგარი გადასახადისაგან 5–10 წლით, საზღვრის მიმდებარე სოფლების მოსახლეობისათვის მესაზღვრის ფუნქციის მინიჭებას და სხვ.

რადგან ახლად მიღებული კანონი თავისი შინაარსით ასახვდა სახელმწიფოს პროტექციონისტულ პოლიტიკას მთიანი რეგიონების მიმართ, მთელი რიგი მუხლებით განსხვავდებოდა მანამდე არსებული სხვადასხვა კოდექსისა და ორგანული კანონებისაგან.

სამწუხაროდ, ეს კანონი ძალაში ვერ შევიდა რამდენიმე მიზეზის გამო:

პირველი მიზეზი იყო ის, რომ კანონი ეხებოდა მაღალმთიან რეგიონებს, რომლებიც გეოგრაფიული მდებარეობით, ბუნებრივი და კლიმატური პირობებით მთლიანად შეესაბამებოდა მაღალმთიან ზონას. დადგენილი პარამეტრებით ის უნდა ამოქმედებულიყო ზ. დ. 1500 მ-ის ზევით, იშვიათი გამონაკლისით კი – 1000 მ-ის ზევით. კანონი ვრცელდებოდა მთლიანად სვანეთზე, რაჭაზე, ხევსურეთზე, ხვაზე, თუშეთზე, მთიულეთ-გუდამაყარზე, აფხაზეთისა და აჭარის მაღალმთიან ზოლზე, რომლებიც დემოგრაფიული რეაბილიტაციის წმვავე ზონებად ითვლებოდა. კანონის მიღება დაემთხვა ახალი პარლამენტის არჩევნების პერიოდს და იმდროინდელმა დეპუტატებმა, ამომრჩეველთა ხმების მიზნით, ჩამონათვალში შეიტანეს ის სოფლებიც, რომლებიც ზ. დ. 400–600 მ-ზე მდებარეობდა, რამაც კანონი დაამახინჯა. ფინანსურად შეუძლებელი გახდა ამ კანონის ამოქმედება;

მეორე მიზეზი საქართველოს იმდროინდელი სუსტი ეკონომიკური მდგომარეობა იყო.

კანონის აუმოქმედებლობა ეკონომიკურ სიდუხსირეს ბრალდებოდა.

კანონის ამოქმედებისათვის ბრძოლა არ შეუწყვეტიათ მის ავტორებს. 2010 წელს მათ შეიმუშავეს კანონპროექტი “დამატებები და ცვლილებები მთიანი რეგიონების ეკონომიკურ-სოციალური და კულტურული განვითარების კანონში”, რომელიც ფაქტორივად განახლებულ კანონს წარმოადგენდა. ეს კანონპროექტი წარედგინა პარლამენტის “რეგიონული განვითარებისა და მთის კომიტეტს”, რათა მომხდარიყო მისი მუხლობრივი განხილვა, მაგრამ, ჩვენი შეხსენებისა და თხოვნის მიუხედავად, სამწუხაროდ, ამას არავითარი რეაქცია არ მოჰყოლია.

2012 წლის 2 ოქტომბერს საქართველოში შეიცვალა სელისუფლება. ქვეყანა დაადგა დემოკრატიული განვითარების გზას და მთის მოსახლეობას კვლავ გაუზიდა იმედი, რომ მათი ოცნება ასრულდებოდა – ამოქმედდებოდა “მთის კანონი”. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულმა აკადემიამ მიმართა პარლამენტის მთანეთისა და რეგიონული მმართველობის კომიტეტს. 2010 წელს მიღებული კანონპროექტი გამოქვენდა აკადემიის მიერ გამოცემულ კრებულში “საქართველოს მთიანეთის სოციალურ-ეკონომიკური და კულტურული პრობლემები და მათი მოგვარების გზები”. თითქოს საქმე დაიძრა, მაგრამ პრობლემის მოგვარება ჯერ კიდევ ვერ მოხერხდა. ახალ მთავრობას მემკვიდრეობით ერგო ბევრი პრობლემა, რომელთა მოგვარება ერთ წელიწადში, რა თქმა უნდა, შეუძლებელი იყო, მაგრამ, ფაქტია, რომ საქართველოს მთიანეთი ახლა ყველაზე მძიმე მდგომარეობაშია.

თუ ევროპასა და აშშ-ში მაღალმთიანი რეგიონების განვითარებაზე საუბრობენ, ჩვენთან დღეს მთავარი მთის გადარჩენაა.

ისტორიულად ჩვენი მთიანეთი მიუწვდომელი იყო როგორც გარეშე მტრისათვის, ისე ფეოდალური მმართველობისათვის. მიუხედავად ფეოდალების მრავალი მცდელობისა, საქართველოს მთიანეთის მოსახლეობამ ბატონებმობის უდელი ვერაფრით ვერ იგუა და თითქმის XX საუკუნემდე შეინარჩუნა ცხოვრების თავისუფალი თემობრივი წესი. თავისუფლების- და შრომისმოყვარე ვაჟაცი მთიელები მუდამ გმირულად იცავდნენ დამოუკიდებლობას და დედაადგილს. მთაში ოდითგანვე არსებობდა თემის ინსტიტუტი, რომელსაც ხევისძერი ხელმძღვანელობდა. ხევსურეთში მას ხუცს უწოდებდნენ, თუშეთში – დეკანოზეს, სვანეთში – მახვშეს. ხევისძერი არ იყო მარტო დვთის წესების აღმსრულებელი, მას ხელთ ეპირა პოლიტიკური და იურიდიული უფლებები. იგი იყო მშვიდობიანობის დროს მსაჯული და ომის დროს – ჯარის წინამდოლლი.

მთაში ცხოვრების თემობრივ წესს კანონმდებლობაც თავისი ჰქონდა. ასეთი იყო, მაგალითად, მიგრაციის შეზღუდვის მექანიზმი, ხატ-სალოცავებისადმი რიდი, ქურდისა და თემის შემარცხენლის თემიდან მოკეთა. მთიელი კაცი მარტო მეფეს ცხობდა, მას ემორჩილებოდა და მზად იყო მეფისა და მამულისათვის თავი გაეწირა. ისტორიულად ჩვენი მთა მჭიდროდ ყოფილა დასახლებული, მრავლდებოდა მოსახლეობა, მაგრამ შემდგომ, რადგან მთა ვეღარ არჩენდა ბუნებრივ ნამატს, დაწყებულა მიგრაციის პროცესი, ეწ. ბუნებრივი მიგრაცია. XIX საუკუნის მიწურულიდან ეს პროცესი გააქტიურდა და დღეს შეგვრჩა ეკონომიკურად, ეკოლოგიურად და სოციალურად გაჭირვებული მოსახლეობისაგან თითქმის დაცლილი ეს ულამაზესი მხარე საქართველოსი. დაცლილ ტერიტორიებს კი მეზობელი უცხო ტომები ეპატრონებიან. იყარგება წინაპართა სისხლით მორწყელი მიწები, სამხრეთისაკენ იწვეს სახელმწიფო საზორები, ეს კი კატასტროფის ტოლფასია.

დღეს ჩვენს ქვეყანაში მიწის კადასტრი ჯერაც არ ჩატარებულა, არ არსებობს სოფლის სტატუსი, სოფლის მმართველობა, არ მუშაობს “მთის კანონი”, რომელიც დახვეწას საჭიროებს. ამჟამად, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, შექმნილია კანონპროექტი, რომელიც პარლამენტის ქომიტეტებთან და მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მთიანეთის პრობლემათა კომპლექსური შესწავლის კომისიასთან შეთანხმების შემდეგ უნდა წარედგინოს პარლამენტს დასამტკიცებლად. თუ კანონს მივიღებთ და ავამოქმედებთ, შეჩერდება მთიდან მოსახლეობის სტიქიური მიგრაცია, აღორძინდება სოფლები, ადგილობრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების საფუძველზე განვითარდება მრეწველობა, მოსახლეობა ადგილზე დასაქმდება, მრავალ შვილიან ოჯახებს გაეწევათ დახმარება, გადასახადებისაგან გათავისუფლდება საწარმოები და მთაში მუდმივად მცხოვრებთა ქონება, მესაქონლეებსა და მეცხვარეებს დაუდგინდებათ ზამთრის საძოვრები, სახელმწიფოს ხელშეწყობით გაუმჯობესდება განათლება და სამედიცინო მომსახურება, მთაში მომუშავეებს ხელფას-სა და აქნიებზე დაუწესდებათ დანამატები, მთის მოსახლეობას აღუდება საზღვრის დაცვის ფუნქციები; დაფუძნდება ტრადიციული თემი, როგორც მთის მესაკუთრე, და გადაეცემა მას მთის რესურსების მართვის უფლება; მთის აბორიგენი მოსახლეობა თავს იგრძნობს მთის მეპატრონედ. ერთი სიტყვით, დაიწყება მთის გამოცოცხლება.

აღსანიშნავია ერთი გარემოებაც: მსოფლიოს გამოხენილი მეცნიერები და ექსპერტები ერთხმად აღიარებენ, რომ, თუ მთის პრობლემა არ მოგვარდა, XXI საუკუნეშივე გაიზრდება სასმელი წყლის დეფიციტი, შემცირდება სარეკრეაციო რაიონების ბიომრავალფეროვნება, დაიწყება გლობალური დათბობა და მყინვარების დნობა. სწორედ ამიტომაა, რომ დღეს მთელი მსოფლიო იღვწის მთის სიცოცხლისუნარიანობის შესანარჩუნებლად, მთის მდგრადი განვითარების პოლიტიკის გასატარებლად.

მთა ითხოვს შველას

ბ. გოიშვილი

(საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია ქვეყნის მთის რეგიონებში შექმნილი საგანგაშო მდგომარეობა. მთა არის ქვეყნის არა მარტო უკელაზე მშვენიერი მხარე, არამედ უზარმაზარი წყლის მარაგისა (მყინვარების სახით) და “თეთრი ნახშირის” (“წყლის ენერგიის”) მნიშვნელოვანი რაოდენობის შემცველი; ამასთან, აქაა საძოვრების დიდი ფართობები და ტყის მასივები, ეკოლოგიურად სუფთა საკვები პროდუქტების მარაგები, მაღნეული და არამაღნეული საბადოები, მინერალური წყლები; გარდა ამისა, იგი განთქმულია ტურიზმისა და რეკრეაციის გამორჩეული პირობებით და სხვ. მაგრამ მძიმე ცხოვრების პირობებისა და უყურადღებობის გამო მთა ცარიელდება. პირველ რიგში საჭიროა სათანადო საკანონმდებლო დოკუმენტი – “მთის კანონი”, რომელიც თავის დროზე მიღებულ იქნა საქართველოს პარლამენტის მიერ, თუმცა მისი ამოქმედება ვერ მოხერხდა მთელი რიგი ობიექტები თუ სუბიექტები მიზეზების გამო. მთის რეგიონების აღორძინებას აქვს დემოგრაფიული, სოციალურ-ეკონომიკური, ეკოლოგიური და პოლიტიკური მნიშვნელობა. სტატიაში გაანალიზებულია შექმნილი მდგომარეობა და დასახულია კრიზისის დაძლევის გზები.

DEMOGRAPHY

MOUNTAINS REQUIRE HELP

B. Goishvili

(Georgian National Academy of Sciences)

Resume: The paper deals with the disturbing situation developed in the mountainous regions of the country. Mountains are not only the most beautiful part of the country, but also stocks of huge water resources (in the form of glaciers) and “white coal” Stores of significant amount of water energy), the big areas of haymaking and pastures and considerable forests, stocks of environmentally friendly products, minerals, mineral waters, special tourist attraction, recreation area, etc. However, because of severe living conditions and lack of attention mountains become empty. First of all adoption of the relevant legislative document is necessary. The Parliament of Georgia adopted “the Mountain law”, but it was never in force owing to a number of the objective or subjective reasons. Revival of mountain regions has demographic, social and economic, ecological and political value. The analysis of the created situation and the ways of overcoming the crisis is provided in the paper.

ДЕМОГРАФИЯ

ГОРА ПРОСИТ ПОМОЩИ

Б. Гоишвили

(Национальная академия наук Грузии)

Резюме: Рассматривается сложившаяся в горных регионах страны тревожная ситуация. Горы являются не только самым прекрасным регионом страны, но и обладают запасами огромных водных ресурсов (в виде ледников) и «белого угля» (накопители значительных количеств водной энергии), а больших площадей сенокосов и пастбищ и значительных лесных массивов, запасов экологически чистых продуктов, полезных ископаемых, минеральных вод, особых условий туризма и рекреации и др. Однако из-за тяжелых жилищных условий и отсутствия внимания, горы пустеют. В первую очередь необходимо принятие соответствующего законодательного документа. В свое время Парламентом Грузии был принят «Горный закон», но приведение его в действие не удалось в силу целого ряда объективных или субъективных причин. Возрождение горных регионов имеет демографическое, социально-экономическое, экологическое и политическое значение. В статье приведен анализ создавшегося положения и пути преодоления кризиса.

**Ti-Cr-C-Me ზაზათორმოქმნის სისტემაში ზოგიერთი თავისებურება
თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზის (თმს) დროს**

ზ. ასლამაზაშვილი, გ. ონიაშვილი, გ. ზახაროვი, გ. თავაძე, გ. ურუშაძე

(ფ. თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი)

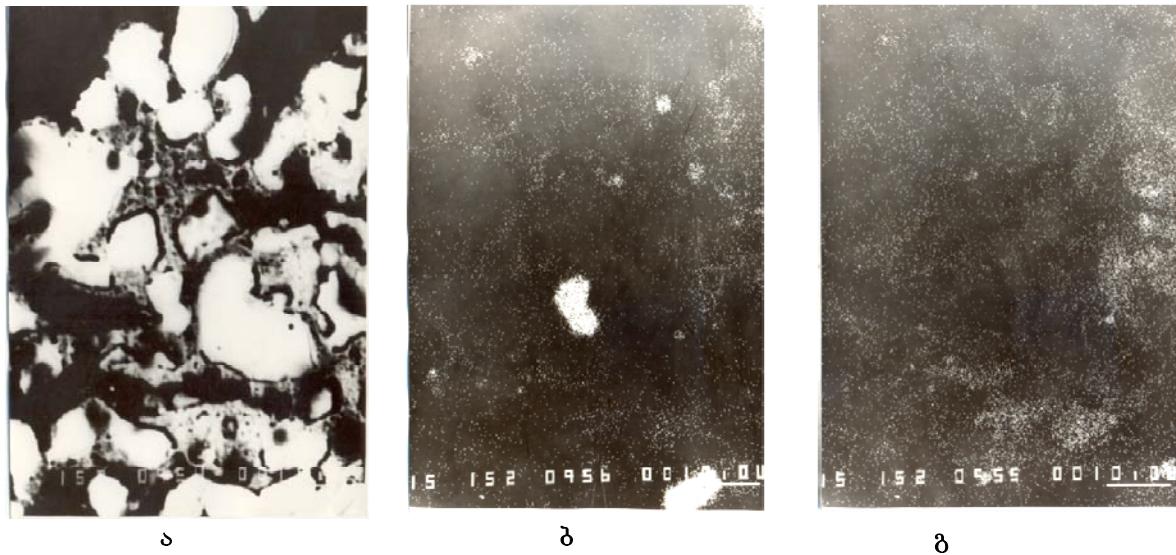
ტექნიკის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მაღალი საექსპლუატაციო თვისებების მქონე მასალების შექმნას. რენიისა და მის ფუძეზე დამზადებული მასალები უკვე კედარ აქმაყოფილებს ამ მოთხოვნებს. მასალათმცოდნეობის სფეროში სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის კვალდაკვალ ხდება ისეთი ახალი მრავალურნეციური მასალების მიღების ეფექტური ტექნოლოგიების შემუშავება, რომლებიც უზრუნველყოფს ექსტრემალურ პირობებში მათს მუშაობას [1]. ამ ახალი ტექნოლოგიების შემუშავებასთან ერთად თანამედროვე სამეცნიერო კვლევების ძირითადი ამოცანაა მრეწველობის ორიენტაცია ენერგია- და რესურსდამზოგ, ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგიების შექმნასა და რეალიზაციაზე. ელექტროენერგიის კონსუმისა და ტექნოლოგიური ციკლის ხანგრძლივობის შემცირების ერთ-ერთი პერსპექტიული მეთოდია თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზი (თმს). ეს მეთოდი ქიმიური ელემენტების ურთიერთქმედების განსაკუთრებული ფორმა, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ძნელდნობადი არაორგანული ნაერთები და კომპოზიციური მასალები. პროცესის განსახორციელებლად აუცილებელია თბური იმპულსით ინიცირების შემდეგ საწყისი კომპონენტების ერთმანეთთან ურთიერთქმედება და სითბოს გამოყოფა (ეგზოთერმული რეაქცია), რომელიც უზრუნველყოფს წვის ფრონტის თვითგავრცელებას მთელ ნიმუშში სითბოს გადაცემის ხარჯზე. ეს მეთოდი ხასიათდება დიდი მწარმოებლურობით, მცირე ენერგეტიკული დანახარჯებით, მაღალი ხარისხის კონსისტენციის მიღებით [2].

სინთეზის ტალღაში მიმდინარე პროცესები შეიძლება დაიყოს ოთხ ზონად; ესენია: შეთბობის, კომპონენტების ურთიერთქმედების, ანუ სითბოგამოყოფის, ურთიერთორეაგირების დამთავრების და საბოლოო სტრუქტურის ჩამოყალიბების ზონები [3].

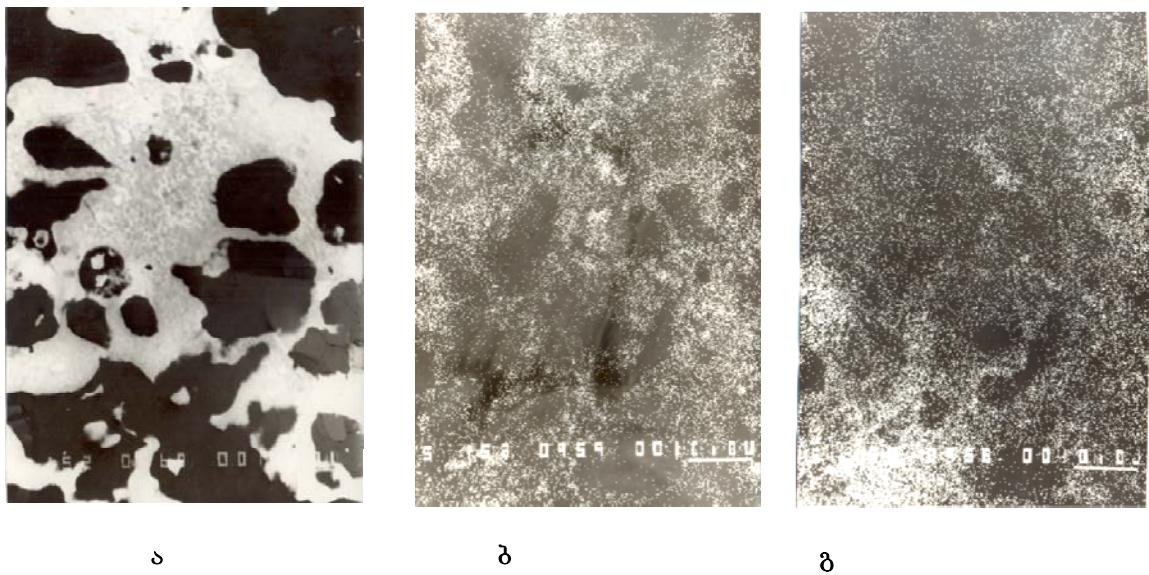
შეთბობის ზონაში ქიმიური რეაქციები ჯერ არ მიმდინარეობს, თუმცა საწყისი კომპონენტები თბება სითბოგამოყოფის ზონაში წარმოქმნილი თბური ნაკადებით, სადაც ხდება ქიმიური გარდაქმნები, რის შედეგადაც გამოყოფა დიდი რაოდენობით სითბო, რაც უზრუნველყოფს სინთეზის ტალღის გაერცელებას. შემდეგ ზონაში დასრულდება კომპონენტების ურთიერთქმედება, ბოლოს კი – საბოლოო პროდუქტის ფაზური შედგენილობის ფორმირება [4, 5].

Ti-Cr-C-Me სისტემაში (Me – ფოლადი X18H15) ფაზათორმოქმნის მექანიზმის შესასწავლად სპეციალური ტექნოლოგიური მეთოდების გამოყენებით დამზადებულ იქნა ნიმუშები სინთეზის განვითარებული ფრონტით. კალკინისათვის გამოყიუფენთ ყCXA-733 მიკრონალიზატორი. ძირითადი შედებულები “Compo” და X-RAY რეჟიმებში ელექტრონული ზონდის სხვადასხვა განშლისათვის.

შეთბობის ზონაში (სინთეზის ფრონტამდე 180–200 მკმ) იწყება ტიტანისა და ფოლადის ნაწილების შელდობა და განთხევა ნახშირბადის ნაწილებზე (ნახ. 1). აქ ლითონის ნაწილების ზომა რამდენიმე მიკრონის ტოლია (ლითონის ნაწილების საწყისი ზომა იყო 10–40 მკმ). წვის ფრონტიდან 70–80 მკმ-ზე უკვე ხდება ლითონის ნაწილების კაპილარული განთხევა ნახშირბადის ნაწილებზე; ნაწილებრივ წარმოიქმნება 0,1–0,8 მკმ მარცვლის ზომის ტიტანის კარბიდი, თუმცა კიდევ არსებობს ლითონური ჩანართები (ნახ. 2).



ნახ. 1. მიკროსტრუქტურა შეესაბამება შეთბობის ზონას 180–200 მკმ ფრონტამდე (გადიდება X1300). ა – “Compo”; ბ – Cr-ის განაწილება, X-RAY; გ – Fe-ის განაწილება, X-RAY



ნახ. 2. მიკროსტრუქტურა შეესაბამება სინთეზის ფრონტიდან 70–80 მკმ მიღებულ პროცესს (გადიდება X1300). ა – “Compo”; ბ – Cr-ის განაწილება, X-RAY; გ – Fe-ის განაწილება, X-RAY

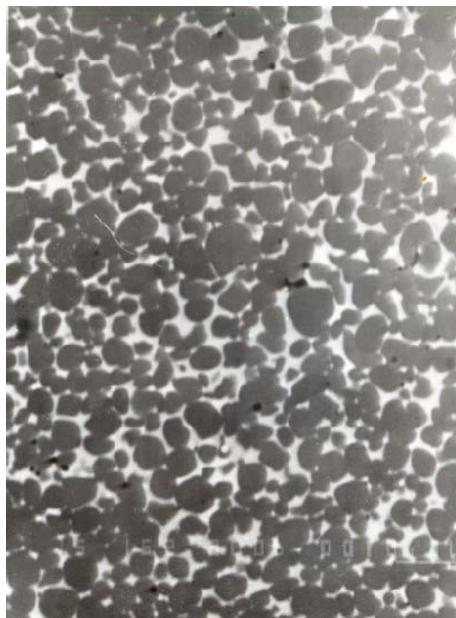
სითბოგამოყოფის ზონაში მიმდინარეობს ტიტანისა და ნახშირბადის ინტენსიური ურთიერთებება. ნახშირბადის ნაწილაკები იხსნება გამდნარ ლითონში და კრისტალდება წვრილდისპერსიული კარბიდის ნაწილაკების სახით. ამ ზონაში ქრომის ნაწილაკები ბოლომდე არ არის გამდნარი, ამიტომ უნდა ვივარაუდოთ, რომ ამ ეტაპზე წარმოქმნილი კარბიდის ნაწილაკები ძირითადად წარმოადგენს TiC ნაწილაკებს.

კომპონენტების ურთიერთრეგაგირების დამთავრების ზონაში ქრომი დიფუზური მექანიზმით იხსნება ტიტანის კარბიდის ნაწილაკებში და წარმოქმნის (Ti,Cr)C მყარ სნარს, იცვლება აგრეთვე X18H15 მარკის ფოლადის შედგენილობა მასში ქრომის, ნახშირბადის და ტიტანის გახსნით.

მიღებული მასალის ლოკალური რენტგენსპექტრული ანალიზის შედეგად (პირველადი ელექტრონების ენერგია იყო 15 კევ, ეტალონებად გამოიყენებოდა სუფთა ლითონები და თმს მე-

თოდით მიღებული $TiC_{0.98}$) დადგინდა, რომ $Ti-Cr-C-X18H15$ სისტემაში მასალების სინთეზისას წარმოიქმნება სამი ფაზა: I ფაზაა ტიტან-ქრომის კარბიდი – ტიტანის კარბიდში ქრომის კარბიდის გადაჯერებული მყარი ხსნარი $(Ti,Cr)_x C_y$; II ფაზა – კარბიდი ქრომის ფუძეზე, რომელიც შეიცავს რკინას და ტიტანს, III ფაზა – ლითონური შენადნობი, რომელიც შეიცავს რკინას, ქრომს, ტიტანს და ნიკელს.

I ფაზა წარმოდგენილია მრგვალი მარცვლების სახით, რომელთა შორისაც განლაგებულია II და III ფაზები (ნახ. 3). საწყის კაზმში $X18H15$ მარკის ფოლადის რაოდენობის გაზრდისას I ფაზაში ქრომის რაოდენობის შემცველობა მცირდება, შესაბამისად, 5–10–15–20 და 25% წონ-მდე. იგივე სიდიდე ფოლადის შემცველობისას შეადგენს: 9–5–3,5–2,3 და 1,8 % წონ-ს, თუმცა მასში ნახ-შირბადის და რკინის რაოდენობა არ იცვლება და, შესაბამისად, შეადგენს დაახლოებით 19 და 1 % წონ-ს. რაც შეეხება II ფაზას, კაზმში $X18H15$ -ის რაოდენობის ზრდისას ხდება ამ ფაზის რკინით და ქრომით გამდიდრება. კაზმში $X18H15$ -ის 8% წონ-ზე მეტი შემცველობისას წარმოიქმნება რთული ქრომ-რკინის კარბიდი $Cr_{16}Fe_7C_6$, რომელშიც გახსნილია ~4 % წონ. Ti და ~2% წონ. Ni. III ფაზაში რკინის გარდა, შეიძლება შედიოდეს ~21 % წონ-მდე ქრომი, ~17 % წონ-მდე ტიტანი. კაზმში $X18H15$ -ის 20 % წონ-ზე მეტი შემცველობისას III ფაზა წარმოდგენილია ფაზით, რომლის შედგენილობაა $Cr_{12}Fe_{36}Ti_{10}$. რაოდენობრივი თვალსაზრისით, II ფაზაა ~14–16 % მოც., III ფაზა ~5 % მოც., ხოლო დანარჩენი I ფაზაა.



ნახ. 3. $Ti-Cr-C-X18H15$ -ის მიკროსტრუქტურა

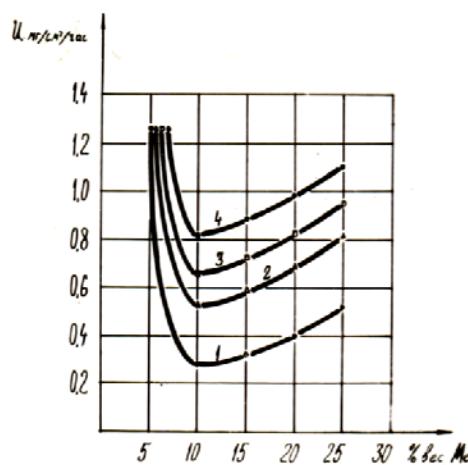
სალი შენადნობებისთვის მეტად მნიშვნელოვანი თვისებაა მათი მედეგობა სხვადასხვა არეში, განსაკუთრებით კი მედეგობა განგვისადმი პაერზე მაღალი ტემპერატურების დროს, რაც მნიშვნელოვნად აფართოებს ასეთი მასალების გამოყენების სფეროს. მაღალი ხენჯმედეგობის მქონე მასალა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ტვიფრების დასამზადებლად მაღალტემპერატურული იზოსტატიკური ტვიფრვისათვის, აგრეთვე გლინებისათვის, საჭრისებისათვის, თვალაკებისათვის და სხვ.

როგორც წარმოდგენილი მასალიდან ირკვევა, STIM-3B მასალა შედგება ხენჯმედეგი კომპონენტებისაგან, ამიტომ სავარაუდოდ მას უნდა ჰქონდეს კარგი ხენჯმედეგობა. 1-ლ ცხრილში წარმოდგენილია სხვადასხვა STIM მასალისა და ქარხნული მასალის შედარებითი ხენჯმედეგობა 1100^0 C-ზე.

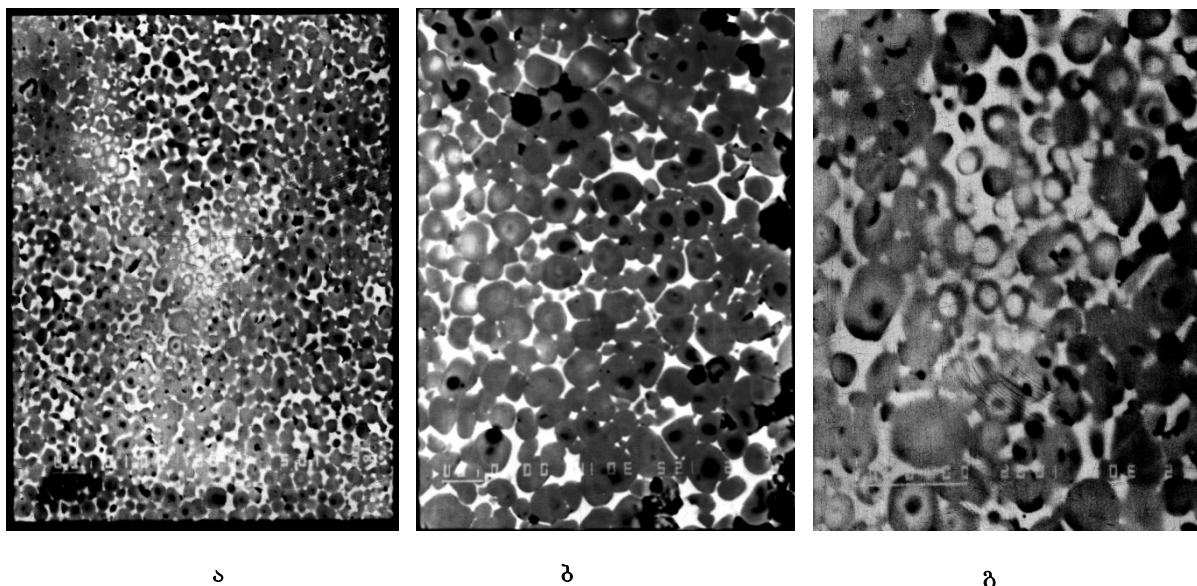
СТИМ მასალების და ქარხნული მასალების ხენჯმედეგობა 1100°C ტემპერატურაზე

№	შენადნობის მარკა	ფორიანობა, %	წონის ნამატი, მგ/სმ ²	დაუნგვის სიჩქარე, მგ/სმ ² /სთ
1	СТИМ-3В-5%	2,8	6,34	1,268
3	СТИМ-3В -10%	0,7	1,4	0,28
4	СТИМ-3В -12%	0,75	1,5	0,3
5	СТИМ-3В -15%	0,78	1,6	0,32
2	СТИМ-3В -8%	0,9	1,8	0,35
6	СТИМ-3В -18%	0,82	1,9	0,38
7	СТИМ-3В -20%	0,95	2,2	0,4
8	СТИМ-3В -25%	1,35	2,6	0,52
9	СТИМ-3Б -10%	0,7	3,92	0,65
00	СТИМ-1Б/3	0,8	7,81	1,3
11	СТИМ-3ВМ	0,85	7,95	0,93
12	СТИМ-4	0,6	10,43	1,738
13	СТИМ-5	0,5	22,22	3,7
14	Ti-Cr-C-Fe	0,8	3,18	0,53
15	Ti-Cr-C-Co	0,8	4,1	0,82
16	TiC-Cr ₃ C ₂ = 8:1	5,2	9,54	1,908
17	TiC-Cr ₃ C ₂ = 6:1	5,5	8,48	1,696
18	TiC-Cr ₃ C ₂ = 4:1	5,8	7,19	1,438
19	TiC _{0,7}	3,5	11,81	2,362
20	TiC _{0,98}	5,4	10,5	2,1
21	BK-8	-	179,7	179,7
22	T15K10	-	141,75	141,75
23	TH-20	-	განშრევება	

მე-4 ნახ-ზე წარმოდგენილია უანგვის სიჩქარესა და კაზმში ლითონის რაოდენობასთან დამოკიდებულება 1100°C -ზე სხვადასხვა ლითონის (X18H15, Fe, Ni და Co-ს) გამოყენებისას. უკეთესი ხენჯმედეგობით ხასიათდება СТИМ-3В კაზმში X18H15-ის 8 % წონ-დან 18 % წონ-მდე შემცველობისას.



ნახ. 4. Ti-Cr-C-Me სისტემაში უანგვის სიჩქარის დამოკიდებულება საწყის კაზმში შემაგალი ლითონის რაოდასა და რაოდენობაზე: 1 – X18H15; 2 – Fe; 3 – Ni; 4 – Co



ნახ. 5. Ti-Cr-C-X18H15-Mo-ის მიეროსტრუქტურა.
მოლიბდენის რაოდენობა: α-4 %, β - 6 %, γ - 8 %

რამდენადაც სალი შენადნობების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, კერძოდ საექსპლუატაციო სიმტკიცე, მნიშვნელოვნად განპირობებულია სალი მდგენელის I ფაზით და მაკავშირებლების II და III ფაზების სიმტკიცით, აგრეთვე I, II და III ფაზებს შორის ადჰეზიური კავშირის სიმტკიცით, სამუშაოში შესწავლილია Ti-Cr-C-X18H15 სისტემაში I, II და III ფაზებს შორის რგოლური სტრუქტურის შექმნით ადჰეზიური კავშირის სიმტკიცის გაზრდის შესაძლებლობა, რომელიც მიიღწევა საწყისი კაზმის მოდიბდენით დაგირებისას. მე-2 ცხრილში მოცემულია მიღებული სალი შენადნობების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები კაზმში X18H15 და Mo-ის სხვადასხვა შემცველბისას. მე-3 და მე-5 ნახ-ებზე წარმოდგენილია, შესაბამისად, Ti-Cr-C-X18H15-ისა და Ti-Cr-C-X18H15-Mo-ის მიკროსტრუქტურები.

ცხრილი 2

სალი შენადნობების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები კაზმში X18H15-ისა და Mo-ის სხვადასხვა შემცველობისას

№	შენადნობი	სიმტკიცის ზღვარი დუნგაზე, კგ/მ²	სისალე, HRA	ფორიანობა
1	Ti-Cr-C-5%X18H5	60	93,3	1,6
2	Ti-Cr-C-10%X18H5	85	93,0-92,8	0,7
3	Ti-Cr-C-15%X18H5	82	92,5	1
4	Ti-Cr-C-18%X18H5	80	92,0	1
5	Ti-Cr-C-20%X18H5	78	91,8	1,3
6	Ti-Cr-C-25%X18H5	73	91,2-90,8	2,5
7	Ti-Cr-C-18%(2%Mo+16%X18H5)	82	92,0	1
8	Ti-Cr-C-18%(4%Mo+14%X18H5)	85	92,0	1
9	Ti-Cr-C-18%(6%Mo+12%X18H5)	90	92,2	1
10	Ti-Cr-C-18%(8%Mo+10%X18H5)	104	92,3	1
11	Ti-Cr-C-18%(9%Mo+9%X18H5)	95	92,3	1,2
12	Ti-Cr-C-18%(10%Mo+8%X18H5)	85	91,8	1,4
13	Ti-Cr-C-18%(12%Mo+6%X18H5)	70	91,5	2
14	Ti-Cr-C-18%(14%Mo+4%X18H5)	67	91,0	3

თმს-ის კომპაქტირების მეთოდით შესაძლებელია ორი ტიპის რგოლური სტრუქტურის მიღება. ესენია მუქი და დია ფერის ცენტრების მქონე მარცვლები (I ფაზა). პირველი ტიპის მარცვალი შედგება სამი ზონისაგან, რომლებიც თანდათანობით გადადის ერთომეორები. როგორც რენტგენოსკეპტრულმა ანალიზმა ცხადყო, ეს ზონები ერთმანეთისაგან განსხვავდება მოლიბდენის შემცველობით. მუქი ფერის ცენტრი შეიცავს ~13 % წონ. მოლიბდენის მომდევნო დია ფერის რგოლი შეიცავს ~20 % წონს, ხოლო მუქი ფერის გარე ზონა შეიცავს ~13 % წონს. მეორე ტიპის მარცვალი (ნახ. 5) შედგება ორი ზონისაგან: პირველი (დია ფერის ცენტრი) – 20 % წონ. მოლიბდენის შემცველია და მეორე (მუქი ფერის) – 13 % წონისა. გარდა ამისა, მოლიბდენის 3–5 % წონ. რაოდენობით შეიცავს აგრეთვე სალი შენადნობის II და III ფაზები (ნახ. 6).

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე შეიძლება დაგასავნათ, რომ თმს-ის მეთოდით Ti-Cr-C-X18H15 სისტემის საწყის კაზმში მოლიბდენის შეკვანისას მიიღება რგოლური სტრუქტურის მქონე სალი კომპოზიციური მასალა СТИМ-ЗВМ, რითაც მიიღწევა უკეთესი ადჰეზია – კავშირი კარბიდულ მარცვლებსა (I ფაზა) და მაკავშირებლებს (II და III ფაზები) შორის, რის შედეგადაც შესაძლებელია სიმტკიცის მაჩვენებლის σ_{დუ}. გაზრდა 10-15 %-ით (ცხრილი 2).

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА:

1. Powder metallurgy. Reference book. „Naukova Dumka“, Kiev, 1985.
2. Боровинская И. П. CBC-Керамика: синтез, технология, применение // Наука – производству, №10 (42), 2001.
3. G. Oniashvili, Z. Aslamazashvili, G. Zakharov, G. Tavadze, M. Chikhradze, T. Dzigrashvili, A. Berner. SHS of Fine-Grained Ceramics Containing Carbides, Nitrides and Borides. International Journal on SHS, Vol.22, No. 4, 2011.
4. G. Oniashvili, Z. Aslamazashvili, G.Tavadze, G. Zakharov. Effect of Titanium-Aluminum Ratio on the Thermal Explosion Processing of TiAl-TiB_{0.6} Layered Composites. Materials and Manufacturing Processes, 26:9, 2011, p. 1157-1163.
5. Процессы горения в химической технологии и металлургии – Сб. под. ред. А. Г. Мержанова. ОИХФ АН СССР, Черноголовка, 1975.

Ti-Cr-C-Me სისტემაში ვაზათ ჯარმოქმნის ზოგიერთი თავისებურებანი
მაღალტემპერატურული სინთეზის (თმს) დროს

ზ. ასლამაზაშვილი, გ. ონიაშვილი, გ. ზახაროვი, გ. თავაძე, გ. ურუშაძე

(ფ. თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია Ti-Cr-C-Me სისტემის თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზით სალი შენადნობების მიღების დროს ფაზათა წარმოქმნის თავისებურებები. დადგენილია, რომ Ti-Cr-C-Me სისტემაში მასალების სინთეზის დროს წარმოიქმნება სამი ფაზა: ტიტან-ქრომის კარბიდი, ქრომის კარბიდი და ლითონური შენადნობი. ამ სისტემაში მოლიბდენის შეყვანით მიიღება რგოლური სტრუქტურის მქონე სალი კომპოზიციური მასალა, რომელიც სამტკიცის მაჩვენებლის ზრდის იწვევს.

NEW TECHNOLOGIES

SOME PECULIARITIES OF PHASE FORMATION IN TI-CR-C-ME SYSTEM BY SHS

Z. Aslamazashvili, G. Oniashvili, G. Zakharov, G. Tavadze, G. Urushadze

(F.Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science)

Resume: There is described some peculiarities of phase formation in Ti-Cr-C-Me system by Self-propagating High-temperature Synthesis (SHS). There is established, that during the synthesizing of materials in Ti-Cr-C-X18H15 system three phases are formed: Titanium-Chromium Carbide, Chromium Carbide and metal alloy. By entering the molybdenum in chasm of the mentioned system hard composite materials with ring structure is obtained, which ensures the increase strength characteristics.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФАЗООБРАЗОВАНИЯ ПРИ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕМСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ СИНТЕЗЕ (СВС) В СИСТЕМЕ TI-CR-C-ME

З. Асламазашвили, Г. Ониашвили, Г. Захаров, Г. Тавадзе, Г. Урушадзе

(Институт металлургии и материаловедения им. Ф.Тавадзе)

Резюме: Рассмотрены закономерности образования фаз в системе Ti-Cr-C-Me методом СВС. Установлено, что при синтезе материалов в системе Ti-Cr-C-X18H15 образуются 3 фазы: титано-хромовый карбид, карбид хрома и металлический сплав. При добавлении молибдена в шихте этой системы получается твердый композиционный материал с кольцевой структурой, в результате которого достигается повышение прочностных показателей.

სახელოვან, 65 წლის იუბილეს გულოცავ შურნალი „მეცნიერება და ტექნილოგიების“ სარედაქციო კოლეგიას და რედაქციის უფლის წარმომადგენელს. საყოველთაოდ ცნობილია მათი თავდადება და გმირული შემართება ქვეყნისათვის მეტად მნებელ პერიოდში შურნალის შენარჩუნების საქმეში.

საიუბილეო თარიღი მინდა მიუულოცო ქართულ სამეცნიერო საზოგადოებას და განსაკუთრებით იმ მეცნიერებსა და სპეციალისტებს, რომლებიც მაღალი დონის და საინტერესო სტატიებს აქვეყნებენ ამ შურნალში.

მადლიურების გრძნობით უნდა გავიხსენო ის სახიადულო მამულიშვილები, რომლებმაც დააფუმნეს ქართულებნოვანი სამეცნიერო ჟურნალი და ამით თავიანთი წვლილი შეიტანეს ქრონული სამეცნიერო საზოგადოების ფორმირებაში, სამეცნიერო პრობლემებით ახალგაზრდა თაობის დაინტერესებაში. პირადად მე კარგად მახსოვეს სკოლაში სწავლის პერიოდი, როდესაც მშობლების მიერ გამოწერილი შურნალის „მეცნიერება და ტექნიკის“ ახალ ნომერს მოუთმენლად ვეღლოდი.

დღეს, როდესაც ახალგაზრდებში შესუსტებულია სწრაფი მეცნიერებისაკენ და მათი უმეტესობა ინტერნებით ან ტელევიზიით მიღებული ზედაპირული ცოდნით კმაყოფილდება, კიდევ უფრო იზრდება ჟურნალის მნიშვნელობა, რათა ნიჭიერ სტუდენტებში აღძრას მეტი ცოდნის შექმნისა და ახლის ძიების სურვილი.

დარწმუნებული ვარ ქვეყნის ბედ-იდბალზე მოფიქრადი მამულიშვილების დახმარებითა და სათანადო დაფინანსებით შურნალს შეუძლია თავისი წვლილი შეიტანოს ჩვენი ქვეყნისათვის საჭირო და საპასუხისმგებლივ ამოცანების შესრულებაში.

პროფესორი თ. ნატრიაშვილი
რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტის დირექტორი

მანქანათმშენებლობა

საავტომობილო საწვავებზე ზოგიერთი დანამატის უზექტიანობის შესახებ

თ. ნატრიაშვილი, ვ. მარგველაშვილი, რ. დემეტრაშვილი

(რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

ბოლო პერიოდში საავტომობილო საწვავების მსხვილ მომხმარებლებს ხშირად სთავაზობენ საწვავებისათვის განკუთვნილ სხვადასხვა სახის დანამატები. ეს დანამატები წარმოადგენს სითხეებს და იშვიათ შემთხვევაში აბებს, რომელთა საავტომობილო ბერზინში თუ დიზელის საწვავში გახსნა, დანამატების ავტორებისა და სავაჭრო დილერების განმარტებით, უზრუნველყოფს ძრავას მიერ განვითარებული სიმძლავრის მნიშვნელოვან ზრდას (დაახლოებით 15-დან 40 %-მდე), ეკონომიკურობის ამაღლებასა და გამონაბოლქვე აირებში ტოქსიკურ ნივთიერებათა მკვეთრ შემცირებას.

მიუხედავად იმისა, რომ დანამატების ავტორთა შემოთავაზებები, მათივე აზრით, მოწონებული და რეკომენდებულია სხვადასხვა ცნობილი თუ ნაკლებად ცნობილი უცხოური ორგანიზაციების მიერ, ავტოსატრანსპორტო საწარმოთა ხელმძღვანელობა, როგორც წესი, მოითხოვს საწვავებისათვის განკუთვნილი დანამატების ეფექტური აღილობრივ პირობებში შემოწმებას, რის გამოც დანამატების მფლობელები იძულებული არიან ექსპერტიზისათვის მიმართონ ქვეყნის სხვადასხვა კომპეტენტურ სასწავლო და სამეცნიერო დაწესებულებას.

აღნიშნულ საკითხებში გარკვეული სიცხადის შეტანის მიზნით წინამდებარე სტატიაში მოყვანილია ორი სხვადასხვა წყაროს მიერ მოწოდებული საწვავის დანამატებით განზაგებული ბენზინითა და დიზელის საწვავით მომუშავე საავტომობილო შიგაწვის ძრავების გამოცდების შედეგები. გამოკვლეული დანამატები პირობითად შეიძლება დაგურო შემდეგნაირად:

– დანამატი A, დამზადებული და მოწოდებულია ქართველი სპეციალისტების მიერ. მათი აზრით, იგი წარმატებით შეიძლება იქნეს გამოყენებული როგორც ბენზინის, ასევე დიზელის საწვავისათვის;

– დანამატი B' და B'' შექმნილი და შემოთავაზებულია უცხოელი სპეციალისტების მიერ. აქედან B' განკუთვნილია ბენზინისათვის, ხოლო B'' – დიზელის საწვავისათვის. გარეგნობით, ფერითა და სუნით დანამატები ერთმანეთისაგან არ განსხვავდება და მათი გარჩევა შეიძლება იმ ფლაკონების ფერით, რომელიც ისინია ჩასხმული.

რ. დგალის მანქანათა მქანიკის ინსტიტუტის თბოქსურგებიკული დანადგარების განყოფილებაში ჩატარდა გამოცდები დიზელის საწვავებისათვის განკუთვნილი დანამატების ეფექტიანობის დასადგენად; კერძოდ, შესწავლილ იქნა მათი გავლენა საწვავის კუთრ ხარჯზე და აგრეთვე ნამწვი აირების შედგენილობაზე.

მომწოდებლის მიერ წარმოდგენილი დოკუმენტაციის თანახმად, B'' დანამატის გამოყენება დიზელის საწვავში იწვევს შემდგა ეფექტებს:

- ამცირებს საწვავის კუთრ ხარჯს 10 %-ით და მეტით;
- ამცირებს ნამწვ აირებში ტოქსიკურ ნივთიერებათა რაოდენობას 10 %-ით და მეტით;
- ამცირებს ზეთის ხარჯს 40 %-მდე;
- ამცირებს გამონაბოლქში ჭვარტლის შემცველობას 40%-მდე.

ექსპერიმენტები ჩატარდა შიგაწვის ძრავების გამოსაცდელ ლაბორატორიაში არსებულ ელექტრობალანსირულ სტენდზე (ნახ. 1). ცდის ობიექტი იყო ავტომანქანა Ford Transit-ის 4-ცილინდრიანი დიზელის ძრავა, რომლის სამუშაო მოცულობაა 2,5 ლ.



**ნახ. 1. გამოსაცდელი დიზელი ელექტრობალანსირულ
ექსპერიმენტულ სტენდზე**

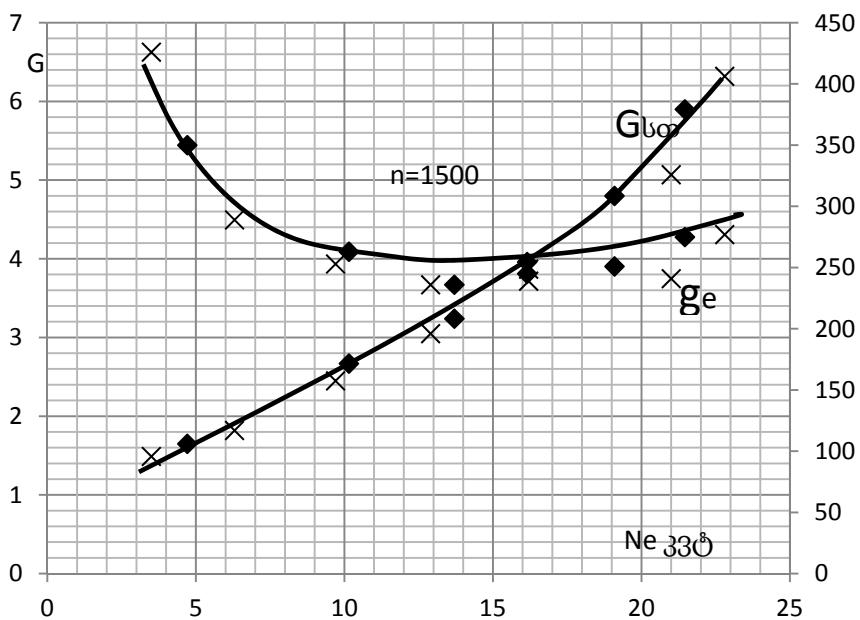
აღნიშნულ სტენდზე იზომებოდა: ძრავას მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირე n (ბრ/წთ), მომენტი M (კგ·მ), 100 გ საწვავის ხარჯის დრო Δt (წთ), წყლისა და ზეთის ტემპერატურა $t^{\circ}\text{C}$. გამონაბოლქი აირებში ტოქსიკურობა მოწმდებოდა თანამედროვე “ავტოტექსტ-5” ხელსაწყოს საშუალებით. საწვავად გამოყენებული იყო კომპანია SOCAR-ის დიზელის საწვავი სათანადო სერტიფიკატით. გაზომვები ტარდებოდა 280°C ტემპერატურისა და 711 მმ ატმოსფერული წნევის გარემო პირობებში.

ა და B' დანამატების ეფექტიანობის გამოვლენის მიზნით დიზელის გამოცდები ჩატარდა იდენტურ პირობებში საწვავზე დანამატების შემთხვევაში და დანამატების გარეშე. საერთაშორისო სტანდარტების გათვალისწინებით მოხსნილ იქნა სადატვირთვო მახასიათებლები ძრავას მუხლა

ლილვის ბრუნვის ორ – 1500 და 2000 ბრწთ – სიხშირეზე. ეს სიხშირეები შერჩეულ იქნა ძრავას ძირითადი სამუშაო რეჟიმიდან გამომდინარე.

B''-დანამატიანი საწვავით ძრავას გამოცდების დროს დაცულ იქნა მომწოდებლის მიერ თანდართული ინსტრუქციის პირობები. აქევე უნდა აღინიშნოს, რომ მომწოდებლის მიერ ინსტრუქციაში წარმოდგენილი ზოგიერთი პირობის შესრულება კეონიმიური და პრაქტიკული თვალსაზრისით მიზანშეუწოდებული მივიჩნიეთ. მაგალითად, საწვავში B''-ის დამატების შემდეგ ძრავა ნაცვლად ინსტრუქციაში მითითებული 12 სო-ისა, ნომინალურ რეჟიმში გამუშავეთ 2 სო-ის განმავლობაში, რათა თავიდან აგვეცილებინა მისი ზედმეტი ცვეთა და საწვავის ხარჯი.

გამოცდის შედეგები დამუშავებული და წარმოდგენილია დიაგრამების სახით მე-2 და მე-3 ნახებზე. Ne-თი (კვტ) აღნიშნულია ძრავას სიმძლავრე; G-თი (გ/სო) – საწვავის საათობრივი, ხოლო ge-თი (გ/კვტ.სო) – კუთრი ხარჯები. საწვავის ხარჯის უნივერსალური, განზოგადებული მაჩვენებელი – საწვავის კუთრი ხარჯი (გe) 1 სო-ის განმავლობაში 1 კვტ სიმძლავრის მისაღებად დახარჯული საწვავის რაოდენობის დადგენის საშუალებას იძლევა.



ნახ. 2 დიზელის სადატვირთვო მახასიათებელი საწვავზე დანამატითა (-♦-) და დანამატის გარეშე (- x -) მუშაობის დროს ძრავას მუხლა ლილვის
n=1500 ბრწთ ბრუნვის სიხშირეზე

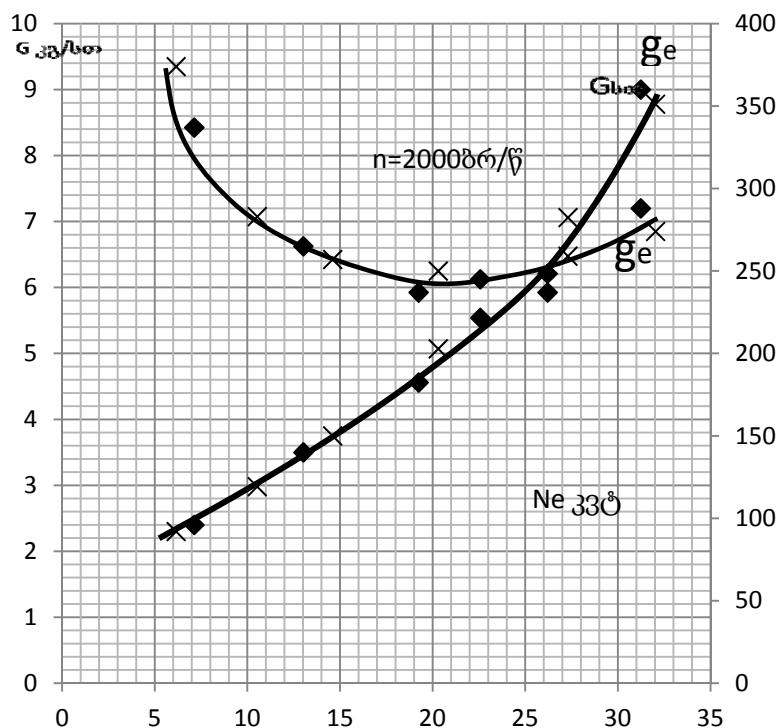
გამოცდებმა ცხადყო, რომ ძირითადი პარამეტრები (ძრავას სიმძლავრე, საწვავის საათობრივი და კუთრი ხარჯები), რომელიც ძრავას სიმძლავრის მიხედვით განსაზღვრავს კეონიმიურ მაჩვენებლებს ორ – 1500 და 2000 ბრწთ სიხშირეებზე საწვავის დანამატით და დანამატის გარე დატვირთვის მოელ დიაპაზონში, პრაქტიკულად იდენტურია და მათ შორის განსხვავებები არ სცილდება ექსპერიმენტის ცდომილების ზღვრებს. ჩატარებული ექსპერიმენტების დროს ასევე გათვალისწინებული იყო გამონაბოლქვა აირებში ტოქსიკური ნივთიერებების შემცველობის შემოწმება და მათ შემცველობაზე საწვავში დანამატის გავლენის დადგენა. გამოცდებმა დაადასტურა, რომ საწვავში დანამატის შეყვანა პრაქტიკულად არანაირ გავლენას არ ახდენს გამონაბოლქვი აირების ტოქსიკურობაზე.

გამოცდები ჩატარდა აგრეთვე ბენზინის ძრავაზეც. დანამატის გამოყენების ინსტრუქციის თანახმად, დიზელის საწვავის დანამატის მსგავსად, ბენზინზე დანამატიც უზრუნველყოფს გარევაულ ეფექტებს, კერძოდ:

– მცირდება საწვავის კუთრი ხარჯი მინიმუმ 8–15 %-ით;

- იზრდება ძრავას სიმძლავრისა და მაბრუნი მომენტის სიდიდეები 10–12 %-ით;
- მცირდება ზეთის ხარჯი 15–30 %-ით;
- მცირდება აზოტის ოქსიდების და ნახშირბადის მონოკსიდების ემისია 20–30 %-ით, ხოლო ნახშირწყალბადებისა – 15–20 %-ით;
- წმენდა საწვავ სისტემას.

ექსპერიმენტი ჩატარდა AB530 იმიტაციურ დოლურ სტენდზე მობილური მანქანების განყოფილებაში. სტენდის მუშაობის პრინციპი ეყრდნობოდა „მოძრაობის“ შექცვადობის პრინციპს. გამოსაცდელი ავტომობილი მოთავსებულ იქნა უძრავად, ხოლო „გზა“ მოძრაობდა გარკვეული სიჩქარით. გზის როლს ასრულებდა მბრუნავი დოლურები, რომლებზედაც მოთავსებული იყო ავტომობილი წამყვანი თვლებით. დოლურები დაკავშირებული იყო ასინქრონულ ელექტროძრავასთან, რომლის საშუალებითაც მართვის პულტიდან ხორციელდებოდა დატვირთვის იმიტაცია. ექსპერიმენტი ჩატარდა აგრეთვე MERCEDES BENZ E-200 მარკის ავტომობილზე მქანიკური 4-სიჩქარიანი გადაცემათა კოლოფით საგზაო პირობებთან მიახლოებულ პირობებში (ნახ. 4). გამოყენებული იყო კომპანია VISSOL-ის „ევრორეგულარის“ მარკის ბენზინი. საწვავის ხარჯი იზომებოდა VZD-4 მარკის ციფრული ხარჯსაზომით, რომლის ცდომილება არ აღემატება 1 %-ს.



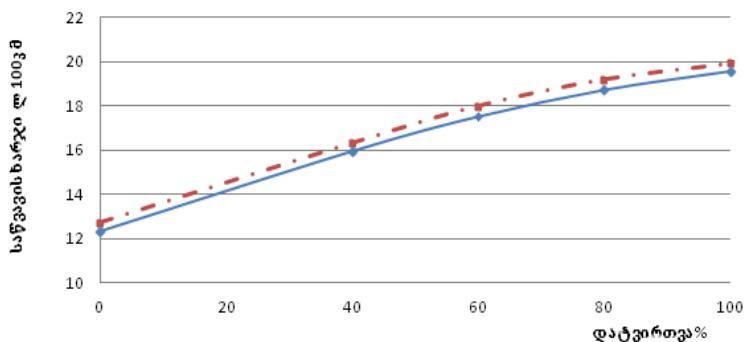
ნახ. 3. დიზელის სადატვირთვო მახასიათებელი საწვავზე დანამატითა (-♦-) და დანამატის გარეშე (- x -) მუშაობის დროს ძრავას მუხლა დოლების $n=2000$ პრ/წთ ბრუნვის სიხშირეზე

დანამატის ეფექტიანობის გამოვლენის მიზნით გამოცდები ჩატარდა იდენტურ პირობებში საერთაშორისო სტანდარტების გათვალისწინებით 26°C ატმოსფერული ჰაერის ტემპერატურისა და 711 მმ ატმოსფერული წნევის პირობებში. გამოსაცდელი ავტომობილი თავსდებოდა სტენდზე და ხორციელდებოდა მისი მოძრაობის იმიტაცია მუდმივ 55 კმ/სთ სიჩქარეზე მესამე გადაცემით. სტენდის მართვის პულტიდან თანმიმდევრულად ხდებოდა ხუთი სხვადასხვა სადატვირთვო პირობითი რეჟიმის იმიტაცია და საწვავის ხარჯის სიდიდის ათვლა როგორც დანამატიანი, ისე უდანამატო საწვავის გამოყენებისას.



ნახ. 4. გამოსაცდელი ავტომობილი დოლურებიან ექსპერიმენტულ დანადგარზე

ექსპერიმენტის შედეგები მოცემულია მე-5 ნახ-ზე, სადაც აბსცისათა დერძზე დატანილია ავტომობილის დატვირთვა %-ში მუდმივი 55 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობის დროს, ხოლო ორდინატზე – საწვავის ხარჯი 100 კმ-ის გარენისას, საიდანაც ჩანს, რომ დანამატიანი საწვავით მუშაობისას ავტომობილის ეკონომიურობა შეადგენს 2–2.5 %-ს, რაც გაზომვების საერთო ცდომილებათა ზღვარშია და შეუძლებელია ვიფიქროთ საწვავის დანამატის რაიმე მნიშვნელოვან ეფექტიანობაზე. ამასთან, დიზენის საწვავის დანამატისაგან განსხვავებით, აღსანიშნავია ტენდენცია: დანამატიანი საწვავით მომუშავე ავტომობილი თითქმის მთელ სადატვირთვო დიაპაზონში ხარჯაც უმნიშვნელოდ განსხვავდება, მაგრამ ოდნავ მაინც ნაკლებ საწვავს, ვიდრე უდანამატო.



**ნახ. 5. ავტომობილის საწვავის ხარჯის ცვლილება 100 კმ მანძილის გავლისას დანამატით მოდიფიცირებული საწვავითა (—●—) და უდანამატო საწვავით
(—·—·—) მუშაობისას ავტომობილის ძრავის სხვადასხვა დატვირთვის დროს.**

ამრიგად, ჩვენ მიერ განხილულია ორი სხვადასხვა წყაროს მიერ მოწოდებული საავტომობილო საწვავებისათვის განკუთვნილი დანამატების ზეგავლენა შიგაწვის ძრავს მუშაობაზე. სპეციალურ საგამოცდო სტენდებზე დიზელითა და ბენზინით მომუშავე ავტომობილის გამოცდებმა ცხადეო, რომ ზემოთ განხილული დანამატიანი საწვავებით მომუშავე ძრავასა და ავტომობილის ტექნიკურ-ეკონომიური, ასევე ეკოლოგიური მაჩვენებლები ფაქტობრივად არ განსხვავდება უდანამატო საწვავით მომუშავე მანქანების მაჩვენებლებისაგან.

საავტომობილო საჭვავებზე ზოგიერთი დანამატის ეფექტუაციის შესახებ

თ. ნატრიაშვილი, ვ. მარგველაშვილი, რ. დემეტრაშვილი

(რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია ორი სხვადასხვა წყაროს მიერ მოწოდებული საავტომობილო საწვავებისათვის განკუთვნილი ზოგიერთი დანამატის ზეგავლენა შეგაწვის ძრავას მუშაობაზე. სპეციალურ საგამოცდო სტენდზე დიზელითა და ბენზინით მომუშავე ავტომობილების გამოცდებმა ცხადყო, რომ ასეთი დანამატიანი საწვავებით მომუშავე ძრავასა და ავტომობილის ტექნიკურ-ეკონომიური, ასევე ეკოლოგიური მაჩვენებლები ფაქტობრივად არ განსხვავდება უდანამატო საწვავით მომუშავე მანქანის მაჩვენებლებისაგან.

MECHANICAL ENGINEERING

ABOUT EFFECTIVENESS OF SOME ADMIXTURES OF THE AUTOMOBILE FUELS

T. Natriashvili, V. Margvelashvili, R. Demetraishvili

(R. Dvali Institutie of Machine Mechanics)

Resumē: There is considered influence of admixtures, meant for automobile fuels feeded by two different sources, on the operation of the internal combustion engine. Tests of the automobile working on the diesel and petrol, carried out on the special testing stands have shown, that technical and economical as well as ecological indices of the engines working on fuels with the considered admixtures actually do not differ from indices of the engines working on the fuel without admixtures.

МАШИНОСТРОЕНИЕ

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ НАДБАВОК АВТОМОБИЛЬНЫХ ТОПЛИВ

Т. Натриашвили, В. Маргвелашвили, Р. Деметрашвили

(Институт механики машин Р. Двали)

Резюме: Рассмотрено влияние некоторых надбавок, предназначенных для автомобильных топлив, на работу двигателя внутреннего сгорания, которые подавались из двух источников. Испытание на специальном стенде двигателей, работающих на бензине и дизельном топливах, с рассмотренными надбавками показало, что технико-экономические, а также экологические показатели двигателей фактически не отличаются от показателей автомобильных двигателей, работающих на обычном топливе.

შეთამსხადობის პრიფერიულის შერჩევა საზოგადო მასალებისათვის

ს. იაშვილი

(რ. დგალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

საზეთი (საპოხი) მასალების ძირითადი დანიშნულებაა შეუდლებული მოხახუნე ზედაპირების ხახუნისა და ცვეთის შემცირება, მოხახუნე ნაწილებისაგან სითბოს ართმევა, ხახუნის ზედაპირზე მიმდინარე პროცესების სტაბილურობის უზრუნველყოფა. აქედან გამომდინარე, ზეთები უნდა იყოს რეოლოგიური, ანტიფრიქციული, ცვეთასაწინაღო, ჟანგვასაწინაღო, ანტიკოროზიული და სხვ. თვისებებით გამორჩეული. გარდა ამისა, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ზეთების ფუნქციურ დანიშნულებას, მანქანების ექსპლუატაციის პირობებსა და თავისებურებებს [1–3].

ძრავას ზეთების მუშაობის პირობები ერთ ძრავაშიც კი მკვეთრად განსხვავდება შესაზეთი კვანძების დანიშნულებისა და ტიპის (ცილინდრ-დგუშის ჯგუფი, საკისრები, აირგანაწილების მექანიზმი) მიხედვით, რაც გამოწვეულია ამ კვანძების დატვირთვით, სიჩქარით და სხვ. პირობებით. მაგალითად, ცილინდრის კედლებზე დგუშის რგოლების დაწოლის წნევა, დგუშის სვლის მიხედვით, მერყეობს $0,5 - 2,0$ მპა-ის ფარგლებში, ხოლო სრიალის სიჩქარე 0-დან 15 მმ/წმ-მდე. ამასთან, საკომპენსაციო რგოლის ზონაში წნევა შეადგენს $0,15 - 0,30$ მპა-ს, ზეთსაცლელი რგოლის ზონაში კი აღწევს $0,5 - 1,3$ მპა-ს. ასევე განსხვავებულია ხახუნის კვანძებში ზეთის აფსკის ტემპერატურაც: „ცილინდრი-დგუშის“ ჯგუფის ზონაში შეკუმშვის ტაქტის დროს ტემპერატურა კარბურატორიან ძრავებში 450°C -მდე, ხოლო დიზელის ძრავებში – $500 - 700^{\circ}\text{C}$ -მდე. საკისრების, სადებებისა და მუხლა ლილის ეფექტის ტემპერატურა ხახუნის ზონაში $150 - 160^{\circ}\text{C}$ -ის ფარგლებშია, ხოლო ზეთის სამუშაო ტემპერატურა ძრავას კარტერში იცვლება $80 - 100^{\circ}\text{C}$ -ის დიაპაზონში და ზოგ შემთხვევაში უფრო მაღალიცაა [1, 2].

კონტაქტის ზონაში ზეთის აფსკის თბოდაძაბულობა განისაზღვრება წნევით (P), სრიალის სიჩქარით (V) და ხახუნის კოეფიციენტით (f). PVf სიდიდე განაპირობებს მოხახუნე ზედაპირებს შორის ხახუნის დროს სითბოს გამოყოფის ინტენსიურობას და ზეთის აფსკის ტემპერატურას. ამ სიდიდის გაზრდისას შეიძლება დაირღვეს მოხახუნე ზედაპირების გამყოფი ზეთის აფსკის მთლიანობა და ამას გამოიწვიოს ლითონების ზედაპირების არასასურველი უშალო კონტაქტი, რასაც შეიძლება მოჰყვეს მათი კატასტროფული ცვეთა და გაჭექა. ამ დარღვევების თავიდან ასაცილებლად ასეთი ტიპის კვანძებისათვის გაიანგარიშება ან ექსპერიმენტულად დგინდება საზეთი მასალის კრიტიკული ტემპერატურა, რომელიც მაქსიმალურად დასაშვები იქნება მოცემული მოხახუნე ზედაპირებისა და საზეთი ნივთიერებისათვის.

ზეთების ფუნქციური დანიშნულებისა და გამოყენების ეფექტიანობის გაზრდის ერთ-ერთი რაციონალური გზაა მათს შედგენილობაში საეციალური დანამატების – ხახუნის მოდიფიკატორების – შეტანა, რაც მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს ზეთების ცვეთასაწინაღო ანტიფრიქციულ თვისებებს, მათ შორის მაღალ მუშა ტემპერატურებსაც [1, 2, 4]. მოდიფიკატორების ძირითადი დანიშნულებაა ხახუნის კვანძში სიმღლავრის დანაკარგების შემცირება და, აქედან გამომდინარე, საზეთი მასალების ხარჯის გაონომია. ხახუნის მოდიფიკატორები, როგორც ქიმიური დანარევები (დანამატები), სამუშაო

პროცესში ურთიერთქმედებს ლითონის ზედაპირობან და წარმოქმნის ქიმიურად მოდიფიცირებულ ფენას, რითაც ლითონების უშუალო კონტაქტი თავიდან არის აცილებული.

საზეთი მასალების სისტემატურმა გამოკვლევებმა, აგრეთვე ექსპერიმენტების შედეგებმა ცხადყო, რომ მთავარი ფაქტორი, რომელიც გადამზევებს როლს ასრულებს ზეობის მუშაობის უნარზე, მათი ექსპლუატაციის ხანგამძლეობასა და საიმედოობაზე, ხახუნის ზედაპირის მაქსიმალური კრიზისული ტემპერატურაა [1,2,3]. თუ გავითვალისწინებთ ზეთში გარდამავალი ტემპერატურების კავშირს აქტიური კომპონენტების კონცენტრაციასთან, ზედაპირებზე კონტაქტურ წნევებთან და ფარდობით სიჩქარესთან, მაშინ შესაძლებელი იქნება ხახუნის კვანძის მაქსიმალური კრიზისული ტემპერატურის პროგნოზირება:

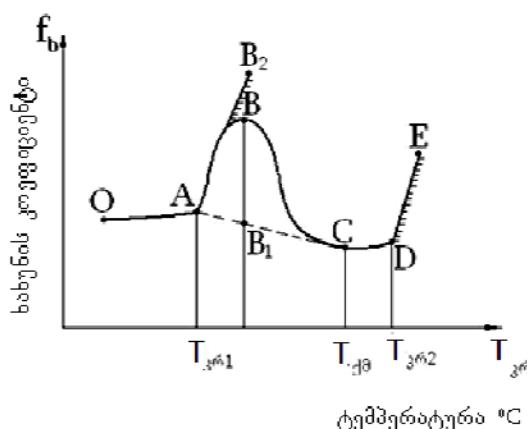
$$T_{3^G} = \frac{E}{R \ln(aBV^{-m} \frac{p}{H})}, \quad (1)$$

სადაც E აღჭენიური კავშირების წარმოქმნის აქტივობაციის ენერგია, R – აირის მუდმივა, a – ლითონური კონტაქტის წილი, B და m მუდმივებია, V – მოხახუნე წყვილის ფარდობითი გადაადგილების სიჩქარე, p – გური წნევა, H – მოხახუნე წყვილის უფრო რბილი ელემენტის სისალე ტემპერატურაზე, რომელიც ახლოა კრიზისულთან.

ამრიგად, საზეთი მასალის შეთავსებადობის კრიტერიუმი **T_g**-განისაზღვრება ზეთის ურთიერთქმედებით ხახუნის ზედაპირებთან (E), კვანძის მუშაობის რეჟიმით (V და p) და მოხახუნე წყვილის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით (H). კრიზისული ტემპერატურის სიდიდეზე ასევე მნიშვნელოვანი გავლენას ახდენს *a* პარამეტრი (ლითონური კონტაქტის წილი). იმ შემთხვევაში, თუ საზეთ მასალებში შეყვანილია ხახუნის მოდიფიკატორები, სხვადასხვა სახის დანამატები და მისართები, რომლებიც ქმნის დამცავ, მოდიფიცირებულ ფენებს ხახუნის ზედაპირებს შორის, საჭიროა გაანგარიშებული იქნეს ქიმიური მოდიფიკაციის განმსაზღვრელი ტემპერატურა:

$$T_{\text{J.A.}} = \frac{E}{R \ln[k \cdot \frac{c^m H}{V^n p}]}, \quad (2)$$

სადაც E ქიმიური მოდიფიკაციის წარმოქმნის აქტივაციის ენერგიაა, m და n – ხარისხის მაჩვენებლები, K – მოცემული შეუძლების მუდმივა, c – ქიმიურად აქტიური კომპონენტების კონცენტრაცია ზეთში.



**შეთავსებადობის კრიზისული ტემპერატურების დამოკიდებულება
ხახუნის კოეფიციენტან მიმართებაში**

ნახაზზე ნაჩვენებია შეთაგსებადობის კრიზისული ტემპერატურების დამოკიდებულება ხახუნის კოეფიციენტზე. საწყის 0A უბანზე ტემპერატურა პრაქტიკულად ვერ ახდენს გავლენას ხახუნის კოეფიციენტის ცვლილებაზე, ხოლო ცვეთა არის ზომიერი, დასაშვებ ფარგლებში.

Т კ.1 ტემპერატურის მიღწევისას იწყება ხახუნის ზედაპირების გამყოფი ზეთის ფენის რღვევა და უშუალო ლითონური კონტაქტი, რის შედეგადაც მავეორად მატულობს ხახუნის კოეფიციენტი და ცვეთის ინტენსიურობა. ამის შემდეგ იწყება ზედაპირების აგლეჯისა და შეკვრის დაუშვებელი პროცესი (ნახ-ზე მრუდი OAB).

იმ შემთხვევებში, თუ საზეთი მასალა მოდიფიცირებულია, ე.ი. მასში შეყვანილია ხახუნის მოდიფიკატორები, დანამატები და მისართები, მაშინ ტემპერატურის ზემოქმედებით ხახუნის პროცესში წარმოიქმნება მოდიფიცირებული, ხახუნის ზედაპირების დამცავი აფსკი, რომელსაც ძირითად ლითონთან შედარებით აქვს ნაკლები წინაღობა ძვრისადმი. ეს კი უზრუნველყოფს ხახუნის კოეფიციენტისა და ცვეთის ინტენსიურობის შემცირებას. ტემპერატურის ზრდასთან ერთად იზრდება მოდიფიცირებული გამყოფი ფენით დაფარული ზედაპირის ფართობი და მცირდება ხახუნის კოეფიციენტი მანამ, სანამ ქიმიური მოდიფიკაციის ტემპერატურა არ მიაღწევს გარკვეულ მნიშვნელობას (C წერტილს), როდესაც მყარდება სტაბილური, დასაშვები (მოცემული მოხახუნე წევილისა და საზეთი მასალისათვის) ხახუნისა და ცვეთის პროცესი. ტემპერატურის შემდგომი გაზრდით წარმოიქმნება მეორე კრიზისული ტემპერატურა, რომელიც არღვევს შეთავსებადობის პროცესს და ვითარდება ხახუნის ზედაპირების დაშლა-დარღვევის შეუქცევადი პროცესი. კრიზისული ტემპერატურების (როგორც T კ.1-ის, ისე T კ.2-ის) რეალიზაცია პირდაპირ კავშირშია ზღვრული, გამყოფი ზეთის ფენის დარღვევასთან, დაუშვებელი ლითონური კონტაქტის წარმოქმნასთან და ხახუნის კვანძის მწყობრიდან გამოსვლასთან. ასე რომ, შეთავსებადობის კრიზისული ტემპერატურების განსაზღვრით შესაძლებელია საზეთ გარემოში მომუშავე ხახუნის კვანძების მუშაობის უნარის, ხანგამდლეობის და ოპტიმალური სამუშაო პარამეტრების განსაზღვრა ჯერ კიდევ კვანძის დაპროექტების სტადიაზე.

(1) და (2) საანგარიშო ფორმულების ანალიზმა ცხადყო, რომ ერთ დანადგარზე განსაზღვრული საზეთი მასალის კრიზისული ტემპერატურა ხაზობრივად არის დაკავშირებული იმავე ზეთის კრიზისულ ტემპერატურასთან, რომელიც განისაზღვრა მეორე (სხვა) დანადგარზე. ე.ი.

$$T_{\text{კ.1}} = a T_{\text{კ.2}} + b, \quad (3)$$

სადაც T_{კ.1} და T_{კ.2}, შესაბამისად, პირველ და მეორე დანადგარზე მიღებული საზეთი მასალის კრიზისული ტემპერატურებია, ხოლო α და β – განტოლების კოეფიციენტები. ასევე, თუ მოვახდეთ არჩარდის ცნობილი ცვეთის კანონის მოდერნიზაციას როგო [8] ინტერპრეტაციით, ზღვრული შეზეთვის შემთხვევაში (1) ფორმულის მიხედვით, მივიღებთ

$$V = a_n T_{\text{კ.}} + b_n, \quad (4)$$

სადაც V არის მოცელობითი ცვეთა საზეთ გარემოში, ხოლო a_n და b_n – განტოლების პარამეტრები. (1) ფორმულის მიხედვით $V \propto$. მით უფრო მეტია, რაც უფრო დიდი მნიშვნელობა აქვს Q-ს – საზეთი მასალიდან ზედაპირულ-აქტიური ნივთიერებების ადსორბირების ეგზოთერმულ ეფექტს.

როგორც ჩატარებულმა გამოკვლევებმა [3–8] დაადასტურა, ქიმიურად აქტიური დანამატები, როგორც წესი, ლითონთან ურთიერთქმედებს გარკვეული პირობების (დატვირთვისა და სიჩქარის)

დროს და წარმოქმნის ქიმიურად მოდიფიცირებულ ფენას. ამასთან, უზრუნველყოფს მოხახუნე ზედაპირების დაცილებას და ხახუნის ძვრის ძალის შემცირებას.

ამრიგად, შემუშავებული და მიღებულია მანქანა-დანადგარების ხახუნის კვანძების ეკოლოგიურად სუფთა დეტალების დაფარვა-შეზეთვისა და ცვეთა- და კოროზიამედგვი კომბინირებული მეთოდები. გარდა ამისა, განსაზღვრულია ხახუნის კვანძების მუშაობის უნარისა და შეთავსებადობის უნივერსალური კრიტერიუმი ხახუნის ზედაპირის მაქსიმალური (კრიზისული) ტემპერატურის სახით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА:

1. Основы трибологии (трение, износ, смазка)/ Под ред. А. В. Чичинадзе. М.: Машиностроение, 2001.
2. Чичинадзе А.В., Матвеевский Р. М., Браун Э. Д. Материалы в триботехнике нестационарных процессов. М.: Наука, 1986.
3. Иашвили С. Г., Чикваидзе Л. М. и др. Трение и износ в деталях машин. Основы трибологии. Учебное пособие. Тб., 1995.
4. Буш Н. А., Копытко В. В. Совместимость трущихся поверхностей. М.: Наука, 1989.
5. Асташкевич Б. М. Повышение долговечности трущихся узлов железнодорожной техники методами комплексного упрочнения. М., 1999 .
6. თ. აფაქიძე, ჯ. იოსევიძე, კ. მეტრეველი, რ. კუხიანი. ზეთების საშუალებით ავტომობილების ეკონომიურობისა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების ამაღლების გზები. სტუ, თბ., 1996.
7. ს. იაშვილი, თ. დგებუაძე და სხვ. ავტომობილების ხახუნის კვანძების ცვეთამედეგობის ამაღლება-დაფარვის და შეზეთვის მეთოდების საშუალებით // საქართველოს საავტომობილო საგზაო ინსტიტუტის შრომები. თბ., 2001, გვ. 171 – 179.
8. T.N. Khoperia. Microelectronic Engineering. Vol. 69, 2003, p. 384-390.

შეთავსებადობის პრიცერიუმის შერჩევა საზეთი მასალებისათვის

ს. იაშვილი

(რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

სტატიაში განხილულია მანქანა-დანადგარებში ხახუნის კვანძებისათვის საზეთი მასალების შერჩევისა და გაანგარიშების საკითხები. ნაჩვენებია, რომ მძიმედ დატვირთული ხახუნის დეტალების გამართული მუშაობა და საიმედო ექსპლუატაცია ძირითადად განპირობებულია საზეთი მასალის თვისებით – განაცალკეოს მოხახუნები ზეთის გამჭოფი ფენით და განახორციელოს სითბოს ეფექტური ართმევა. მიღებულია ზეთის ფენის ურდვეობის კრიტერიუმი – ხახუნის ზედაპირების მაქსიმალური, კრიზისული ტემპერატურა. მოცემულია ასეთი ტემპერატურის განმსაზღვრელი სააგარიშო ფორმულები როგორც ჩვეულებრივი, ასევე მოდიფიცირებული საზეთი მასალების გამოყენების შემთხვევაში.

MECHANICAL ENGINEERING

CHOICE OF COMPATIBILITY CRITERION FOR LUBRICATING MATERIALS

S. Iashvili

(R. Dvali Institute of Machine Mechanics)

Resume: There are considered the problems of choice and calculation of lubricating materials of knots of friction of machines and options. There is shown, that a capacity and reliable exploitation of the heavily loaded details of friction are mainly determined by ability of lubricating materials to divide the ground surfaces of the lubricating layer and carry out the effective selection of heat. The criterion of indestructibility of lubricating layer - critical temperature of surface of friction is determined. Calculation formulas are obtained for determination of such temperatures, at application of both usual and modified lubricating materials.

МАШИНОСТРОЕНИЕ

ПОДБОР СОВМЕСТИМОСТИ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

С. Иашвили

(Институт механики машин Р. Двали)

Резюме: Рассмотрены вопросы выбора и расчета смазочных материалов, узлов, трения машин и установок. Показано, что работоспособность и надежная эксплуатация тяжелонагруженных деталей трения в основном определяется способностью смазочных материалов разделить трущиеся поверхности смазочным слоем и осуществить эффективный отбор тепла. Определен критерий неразрушимости смазочного слоя – критическая температура поверхности трения. Получены расчетные формулы для определения таких температур при применении как обычновенных, так и модифицированных смазочных материалов.

ელექტრომანქანათმშენებლობა

თვითაბზნებადი სამზაზა ასინქრონული გენერატორის პლაზის შედება

ა. რიკრიკაძე, ა. შერმაზანაშვილი

(რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

XX საუკუნის 60-70-იან წლებში თვითაგზნებადი ასინქრონული გენერატორი სამუცნიერო-ტექნიკურ დიტერატურაში მოხსენიებულია, როგორც ნაკლებ პერსპექტიული, ვინაიდან ამ პერიოდისათვის ასინქრონული გენერატორის აგზნების თეორიული საკითხები ნაკლებად იყო შესწავლილი და აგზნებისათვის ერთგრაგნილიანი სქემა გამოიყენებოდა, სადაც აგზნების გრაგნილი ამავდროულად მის სამუშაო გრაგნილსაც წარმოადგენდა. მასზე მიერთებული იყო კონდენსატორები, რომლებიც საქმარე დიდი მასითა და გაბარიტული ზომებით გამოირჩეოდა.

XX საუკუნის ბოლოს ასინქრონული გენერატორის აგზნების საკითხების შესწავლა ინტენსიურად მიმდინარეობდა, რამაც ხელი შეუწყო ძირითადად ამ მიმართულებით პრობლემური საკითხების გადაწყვეტას. ამის შედეგად ასინქრონული გენერატორების გამოყენების არეალი გაფართოვდა პირველ რიგში ავიაციაში, ხოლო შემდგომ მშენებლობაში, კვების მრეწველობასა და სხვა სფეროებში. მათი, როგორც ავტონომიური დენის წყაროს, გამოყენება განსაკუთრებით მიზანშეწონილი გახდა მომატებული სიხშირის (200, 400 და 600 ჰე) დროს.

ამ პერიოდისათვის დაიხვეწა ასინქრონული გენერატორის აგზნების ეჭ. ორგრაგნილიანი ელექტრული სქემა, რამაც ხელი შეუწყო კომპაქტური კონსტრუქციის შექმნას; ამასთან, შესაძლებელი გახდა ასინქრონული გენერატორები პრაქტიკულად ნებისმიერ დაბადე ძაბვაზე დაპროექტებულიყო, რის საშუალებასაც არსებული ერთგრაგნილიანი სქემა არანაირად არ იძლეოდა. რაც შეეხება დაბადე ძაბვაზე მოთხოვნილებას, იგი განპირობებულია ელექტრომიტექნიკური ხელსაწყოების ელექტროუსაფრთხოებიდან გამომდინარე.

ორგრაგნილიან ასინქრონულ გენერატორში ერთი გრაგნილი გამოყენებულია აგზნებისათვის, ხოლო მეორე წარმოადგენს სამუშაო გრაგნილს, რომელზეც დატვირთვაა მიერთებული. ამ ორ გრაგნილს ერთმანეთთან ელექტრული კავშირის ნაცვლად მაგნიტური (ტრანსფორმატორული) კავშირი აქვს. საკითხის ასე გადაწყვეტა გამოიწვია იმან, რომ აგზნების გრაგნილი სამუშაო გრაგნილთან შედარებით მაღალ ძაბვაზეა გათვლილი (≥ 380 ვ), ხოლო სამუშაო გრაგნილი – ნომინალურ ძაბვაზე (≤ 380 ვ). ზემოაღნიშული უზრუნველყოფს კონდენსატორების ბატარეიის ჯამური ტევადობის მცირე სიდიდეს, მათ მცირე მასას და გაბარიტებს, ვინაიდან კონდენსატორების რეაქტიული სიმძლავრე

$$Q = \omega \cdot c U^2, \quad (1)$$

სადაც ω კუთხური სიხშირე, c – კონდენსატორების ტევადობა, U – ხაზური ძაბვის სიდიდე.

(1) ფორმულიდან ჩანს, რომ ერთსა და იმავე რეაქტიული სიმძლავრის პირობებში, როდესაც აგზნების ძაბვის სიდიდე იზრდება, აგზნების გრაგნილზე უფრო ნაკლები ტევადობის მქონე კონდენსატორებია მისაერთებული, კერძოდ, ტევადობის სიდიდე ძაბვის კვადრატის პროპორციულად უნდა შევამციროთ. საკითხის უკეთ გარკვევისათვის განვიხილოთ თვითაგზნებადი ასინქრონული გენერატორის აგზნების პროცესის სამი შემთხვევა:

1. უქმი სელის დროს, როდესაც ხტატორის გრაგნილზე მიერთებული კონდენსატორების ბატარეიის ტევადობა და მოკლედ შერთული როტორის ბრუნვის სიხშირე მუდმივი სიდიდეა, მაშინ გენერირებული რხევების სიხშირე გამოსახული იქნება რხევითი კონტურის პარამეტრებით, ანუ საკუთრივ

სტატორის გრავილის ინდუქციურობითა და მიერთებული კონდენსატორების ბატარეის ტევადობის რეზონანსული პირობით. ამ შემთხვევისათვის ელექტრული წონასწორობის განტოლება დებულობს ასეთ სახეს:

$$U_L + U_C = 0. \quad (2)$$

ელექტროტექნიკის თეორიიდან ცნობილია, რომ $U_L=L \cdot dI/dt$, სადაც L საკუთრივ სტატორის გრავილის ინდუქციურობაა, თუ $i=C \cdot dU_C/dt$ დამამაგნიტებული დენის სიდიდეა, ხოლო C – კონდენსატორის ტევადობა, მაშინ $dI/dt=C \cdot d^2U_C/dt^2$. ამ სიდიდეების მე(2) ფორმულაში შეტანით მივიღებთ

$$LC \cdot d^2U_C/dt^2 + UC = 0, \quad (3)$$

მისი გარდაქმნით კი –

$$d^2U_C/dt^2 + U_C/L \cdot C = 0. \quad (4)$$

თუ დავუშვებთ, რომ გენერირებული ძაბვის სიდიდე სინუსოიდური ფორმისაა –

$$U_C = U_{CM} \cdot \sin \omega t, \quad (5)$$

მაშინ (5)-ის (4)-ში შეტანით და მისი გარდაქმნით მივიღებთ ელექტროტექნიკაში ცნობილ გამოსახულებას

$$\omega = 1/\sqrt{L \cdot C}, \quad (6)$$

რადგან, მეორე მხრივ,

$$\omega = 2\pi \cdot f, \quad (7)$$

საბოლოოდ მივიღებთ

$$f = 1/2\pi\sqrt{L \cdot C}, \quad (8)$$

სადაც f გენერირებული რხევების სიხშირეა.

ელექტრული მანქანების თეორიაში ცნობილია ფორმულა

$$f_r = pn/60, \quad (9)$$

სადაც p ასინქრონული გენერატორის წყვილ პოლუსთა რიცხვია, ხოლო n – როტორის ბრუნვის სიხშირე (ბრ/წთ). გენერატორული რეჟიმის შემთხვევაში f_r . როტორის ბრუნვის ელექტრული სიხშირეა. ასინქრონული გენერატორის უქმი სვლის რეჟიმში როტორის სრიალი $S \approx 0$ და ამ დროს $f = f_r$, ე.ი. ვლებულობთ გამოსახულებას

$$pn/60 = 1/2\pi \cdot \sqrt{LC}. \quad (10)$$

თუ ცნობილია ასინქრონული გენერატორის წყვილ პოლუსთა და როტორის ბრუნვთა რიცხვი, ასევე საკუთრივ სტატორის ინდუქციურობის სიდიდე, მე(10) ფორმულიდან შესაძლოა გამოვთვალოთ საჭირო ტევადობის სიდიდე, რომლის მიერთებითაც სტატორის გრავილზე მოხდება ჩვენთვის სასურველი დენის სიხშირის გენერაცია.

ასინქრონული გენერატორი წარმოადგენს აქტიური სიმძლავრის წყაროს. დამაგნიტების დენის იგი იდებს კონდენსატორებიდან. კონდენსატორების რეაქტიული სიმძლავრე საკმარისი უნდა იყოს როგორც რეაქტიული დამამაგნიტებელი სიმძლავრის, ისე ასინქრონული გენერატორის დატვირთვის კომპენსაციისათვის. მოცემული აქტიური სიმძლავრის შემთხვევაში რეაქტიული სიმძლავრე დამოკიდებულია სიმძლავრის კოეფიციენტზე ($\cos \varphi$ -ზე). როცა ასინქრონული გენერატორის ნომინალური სიმძლავრე მუდმივი სიდიდეა ($P_r=\text{const.}$), $\cos \varphi$ -ის გაზრდით კონდენსატორების ტევადობის სიდიდე და, შესაბამისად, მისი მასა მცირდება. აქევ უნდა აღინიშნოს, რომ მომატებული სიხშირის (200 და 600 ჰც) შემთხვევაში ასინქრონულ გენერატორებში 50 ჰც სიხშირის კონდენსატორების გამოყენების დროს მათი დასაშვები ძაბვის სიდიდე მცირდება.

ასინქრონული გენერატორის მიერ წარმოქმნილი დენის სიხშირე როტორის მუდმივი ბრუნვითი სიხშირის დროს იცვლება, ვინაიდან იგი დამოკიდებულია დატვირთვაზეც;

2. უქმი სვლის დროს, როდესაც როტორის ბრუნვის კუთხური სიხშირე მუდმივი სიდიდეა ($\omega_r=\text{const.}$), ხოლო კონდენსატორის ტევადობა იცვლება ($C=\text{var}$); ან, პირიქით, როდესაც $\omega_r = \text{var}$,

ხოლო $C=\text{const.}$, ამ დროს (7) და (8) ტოლობები არ ირდვევა. პირველ ვარიანტში ჩვენ გვაქვს ასინქრონული გენერატორის მოცემული სიჩქარის შესაბამისი ერთი დამაგნიტების მახასიათებლი და ამგზნები კონდენსატორების ვოლტამპერული მახასიათებლები; ამასთან, თითოეული მახასიათებლი აბსცისთა დერძის დადებით მიმართულებასთან შეადგენს

$$\alpha_K = \arctg 1/\omega \cdot C_K \quad (12)$$

კუთხებს, სადაც $K = 1, 2, 3\dots$ და ნამრავლი $L_K C_K = \text{const.}$ რჩება მუდმივ სიდიდე, ვინაიდან დამაგნიტების მრუდის არაწრფივობის გამო ინდუქციურობა განიცდის შესაბამის ცვლილებას. მაგალითად, ტევადობის გაზრდით უქმი სვლის დენი და მაგნიტური წრედის გაჯერების ხარისხი იზრდება, ხოლო ინდუქციურობა – მცირდება. დამყარებული ძაბვის სიდიდე განისაზღვრება დამაგნიტების მრუდისა და კონდენსატორების ვოლტამპერული მახასიათებლის გადაკვეთის წერტილით. მეორე ვარიანტში, ე.ი. დამყარებულ ახალ ბრუნვით სიხშირეებზე გადასვლისას, როცა $C=\text{const.}$, ჩვენ გვაქვს დამაგნიტების მრუდების ოჯახი და ამგზნები ტევადობის ვოლტამპერული მახასიათებლების ოჯახი. ამ უკანასკნელთა კუთხეური დახრი აბსცისთა დერძის დადებით მიმართულებასთან განისაზღვრება თანავარდობით

$$\alpha_K = \arctg 1/\omega_k \cdot C. \quad (13)$$

ძაბვის დამყარებული მნიშვნელობები თითოეულ შემთხვევაში განისაზღვრება დამაგნიტების მრუდისა და კონდენსატორების ვოლტამპერული მახასიათებლების გადაკვეთის წერტილით მოცემული კუთხეური სიხშირისათვის (ω_k);

3. ასინქრონული გენერატორის დატვირთვის დროს, როცა $C=\text{const.}$ და $\omega_r = \text{const.}$, ვიღებთ ტოლობას

$$\omega_r/(1-S) = \omega_r / p, \quad (14)$$

სადაც

$$\omega_r = 2\pi f_r. \quad (15)$$

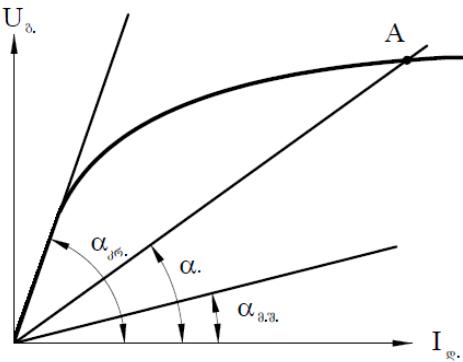
როტორის ბრუნვის კუთხეური სიხშირეა, ხოლო S – როტორის სრიალი. (7) და (15) ტოლობის შე- (14) ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ

$$f = f_r / (1 - S). \quad (16)$$

როცა $\omega_r = \text{const.}$, დატვირთვის გაზრდის შემთხვევაში წარმოქმნილი რხევების სიხშირე რამდენადმე შემცირდება, ვინაიდან ასინქრონული გენერატორის მექანიკური მახასიათებლის მდგრად ნაწილში როტორის სრიალი დატვირთვის პროპორციულია. მეორე მხრივ, (8) გამოსახულების შესაბამისად f -ის შემცირება, როდესაც $C = \text{const.}$, აისხება სტატორის ფაზის ინდუქციურობის (ურთიერთინდუქციურობის კოეფიციენტის) გაზრდით. ეს უკანასკნელი კი როტორის დენის განმამაგნიტებელი მოქმედებითაა გამოწვეული. წარმოქმნილი ძაბვის თანდათანობითი გაზრდით ასინქრონული გენერატორის მაგნიტური წრედის გაჯერების გამო ურთიერთინდუქციურობის რეაქტიული წინაღობა – X_m მცირდება.

აგზნება შესაძლებელია, თუ რეაქტიული დამამაგნიტებელი დენით განპირობებებული დანაკარგები კომპენსირდება როტორის მხრიდან მომდინარე ენერგიის ხარჯზე. აგზნების გარდამავალი პროცესი ხასიათდება უტოლობით ($X + X_m \cdot i_C > i_C / \omega \cdot C$), სადაც X საკუთრივ სტატორის გრაგნილის ინდუქციურობა. ამ მახასიათებლების გადაკვეთის წერტილი შეესაბამება დამყარებულ რეჟიმს, რომლისთვისაც სამართლიანია ტოლობა $\omega(L + L_m) = 1/\omega \cdot C$, სადაც $L + L_m = L_d$, ხოლო L_d ასინქრონული გენერატორის ინდუქტიობაა.

ნახაზზე ნაჩვენებია ასინქრონული გენერატორის თვითაგზნება A წერტილში, სადაც U_d ძაბვის სიდიდეა, ხოლო I_d – დამაგნიტების დენი.



ასინქრონული გენერატორის თვითაგზნება A წერტილში.

U_d – ძაბვის სიდიდე, I_d – დამაგნიტულის დენი

როცა $X=const.$, დამაგნიტულის მრუდთან მხები წარმოადგენს უქმი სელის ვოლტამპერულ მახასიათებელს. იგი აბსცისთა დერმთან შეადგენს (კიზისულ) კუთხეს $\alpha_{\text{დ.}} = \arctg X$. მაგნიტური მახასიათებლის მეორე ზღვრული მნიშვნელობა გამოისახება მოკლედ შერთული მახასიათებლით, იგი აბსცისთა დერმთან შეადგენს კუთხეს $\alpha_{\text{ა.}} = \arctg X^1$, როცა $X^1 = const.$

იმ შემთხვევაში, თუ $\alpha_{\text{დ.}} > \alpha > \alpha_{\text{ა.}}$, ხორციელდება თვითაგზნება, ანუ $X > X_c > X^1$. ადსანიშნავია, რომ, როდესაც როტორი ბრუნავს და შემდგებ ხდება კონდენსატორების მიერთება, თვითაგზნება უფრო სწრაფად ხორციელდება, ვიდრე მაშინ, როცა კონდენსატორი წინასწარაა მიერთებული. ასინქრონული გენერატორის აგზნებადობის დაკარგვა ხდება მეორეული კონტურის განმამაგნიტებელი დენის მოქმედებით, კერძოდ, ელექტრომოძრავებელი ძალის (E) შემცირებით, რაც გამოიწვევს უქმი სელის დენის, ანუ მაგნიტური წრედის გაჯერების, შემცირებას და შემდგომ L_d -ის გაზრდას. ეს უკანასკნელი კი წამოქმნილი რხევების სიხშირეს ამცირებს.

სინქრონულ გენერატორთან შედარებით ასინქრონული გენერატორის უპირატესობა ვლინდება ძაბვის მრუდის ფორმით, რომელიც უფრო სინუსოიდურია ერთსა და იმავე დატვირთვის შემთხვევაში. გარდა ამისა, ასინქრონული გენერატორების ჩართვა პარალელურ რეჟიმში გაცილებით ადვილია მათი როტორის ბრუნვის კუთხეური სიხშირეების შედარებით დიდი განსხვავების პირობებშიც.

ჩვენ მიერ ჩატარდა კვლევები სამფაზა ასინქრონული გენერატორების აგზნების საკითხებთან დაკავშირებით. ამ მიზნით დაპროექტდა და დამზადდა როგორც სამრეწველო სიხშირის (50 ჰz), ისე მომატებული სიხშირის (200 და 600 ჰz) მოკლედ შერთულროტორიანი 0.5; 0.7 და 1.0 კვტ სიმძლავრისა და, შესაბამისად, 380, 36 და 220 კ ძაბვის მქონე, თანაც არსებული სერიული ასინქრონული ძრავების (სერია – 4A71B2, 4AA63B46 და 4A80B6) ბაზაზე შექმნილი ასინქრონული გენერატორები. ისინი დამზადდა როგორც ერთგრაგნილიანი, ისე ორგრაგნილიანი სქემით და გაანგარიშებულ იქნა როგორც 3000, ისე 6000 ბრ/წთ ბრუნვითს სიხშირეზე. ორგრაგნილიანი სქემის შემთხვევაში გრაგნილები მოთავსდა ერთსა და იმავე ღრმულებში, თანაც მათ შორის მხოლოდ ტრანსფორმატორული კავშირი არსებობდა. კვლევა ჩატარდა 2-, 4- და 12-პოლუსა ასინქრონულ გენერატორებზე. კვლევის მიზანი იყო იმის დადგენა: თუ რა გავლენას ახდენს პოლუსთა რაოდენობა აგზნებადობაზე; აგრეთვე აგზნების ერთ- და ორგრაგნილიანი სქემების შედარება; წარმოქმნილი სიხშირის სიღიდის მნიშვნელობის გავლენა აგზნებადობაზე; ასინქრონული გენერატორის მაგნიტური წრედის გაჯერების ხარისხის მნიშვნელობის გარკვევა ამოღებული სიმძლავრის დამოკიდებულებასთან მიმართებაში; აგზნებისა და სამუშაო გრაგნილის როლი ამოღებულ სიმძლავრესთან კავშირში. კვლევები ჩატარდა უქმი სელის და დატვირთვის რეალურ პირობებში. ასინქრონულ გენერატორებზე დატვირთვის მიზნით მიერთებული იყო ელექტრომექანიკური ინსტრუმენტები, კერძოდ, ელექტროშალაშინი, კედლის ელექტროსალება, ცხვრის ელექტროსაპარსი და სითხის ელექტროგამფრქვევი მანქანები. ზემოთ ჩამოთვლილ მანქანებში ელექტროამძრავად გამოყენებულია როგორც 50, ისე 200 და 600 ჰz-იანი, ანუ აქტიური ინდუქციური დატვირთვის მქონე, სამფაზა ასინქრონული ძრავა. ასინქრონული გენერატორის ბრუნვითი

სიხშირის რეგულირების მიზნით გამოყენებულ იქნა ელექტროსაიარაღო ქარხანა „REBIR”-ის (ლატვია) მიერ წარმოებული დიდჩქარული სერიული კოლექტორული ტიპის ცვლადი დენის ელექტრომრავა, რომლის ნომინალური სიმძლავრეა 1.5 კვტ.

ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ:

1. ასინქრონული გენერატორის აგზნების ერთგრაგნილიანი სქემის გამოყენება დაბალი ნომინალური ძაბვის შემთხვევაში, განსაკუთრებით მაშინ, როცა $U_6 \leq 50\%$, პრაქტიკულად შეუძლებელია, ვინაიდან კონდენსატორების მასა თვით ასინქრონულ გენერატორზე დიდი გამოდის, ამიტომ ასეთ დაბალ ძაბვაზე ასინქრონული გენერატორის დაპროექტება ყოველგვარ აზრს მოკლებულია. ერთგრაგნილიანი სქემით 50 ჰც-იანი ასინქრონული გენერატორის დაპროექტება დასაშვებია მხოლოდ $U_6 \geq 110$ ვ ძაბვისას;

2. ასინქრონული გენერატორის აგზნების ორგრაგნილიანი სქემა პრაქტიკულად წებისმიერი დაბალი ნომინალური ძაბვის მიღების საშუალებას იძლევა ამგზნები კონდენსატორების გაცილებით მცირე ტევადობისა და მასის პირობებში, მით უმეტეს თუ ასინქრონული გენერატორი გათვალისწინებულია მომატებული სიხშირის მისაღებად, ვინაიდან სიხშირის გაზრდით ტევადობის სიდიდე პირდაპირობორცულად მცირდება;

3. კვლევებმა ცხადყო, რომ ასინქრონულ გენერატორზე კონდენსატორების მისაერთებული მაგოულის სიგრძე თუ 1 მ-ზე მეტია, გასათვალისწინებულია, ვინაიდან, რაც მეტია ამ უკანასკნელის სიხშირე, მით უფრო ადვილად ხდება ასინქრონული გენერატორის აგზნება, რაც აღნიშნული წყვილი მაგოულის მიერ კონდენსატორული ფუნქციის შესრულებით აიხსნება;

4. აგზნების გრაგნილის ხევათა რაოდენობა და, შესაბამისად, აგზნებისა და სამუშაო გრაგნილის მიმართ ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი $W_s/W_d = K_d$. ზეგავლენას არ ახდენს ასინქრონული გენერატორის გარე მახასიათებლის სიხისტესა და მის მაქსიმალურ სიმძლავრეზე, ასევე ამ გრაგნილით ღრმულის შევსების ხარისხზე;

5. სამუშაო გრაგნილის ხევათა რაოდენობის ცვლილება არსებით გავლენას ახდენს როგორც მაქსიმალურ სიმძლავრეზე, ისე გარე მახასიათებლის სიხისტეზე. ასეთი ზეგავლენის ფიზიკური მექანიზმი აიხსნება ასინქრონული გენერატორის მაგნიტური წრედის გაჯერების ხარისხით;

6. მაგნიტური წრედის გაჯერების ხარისხის გაზრდის შესაძლო მეთოდებია: სამუშაო გრაგნილის ხევიბის შემცირება, მაგნიტური გამტარის გეომეტრიული ზომების შეცვლა (კერძოდ, სტატორის მრავალპოლუსიანი მაგნიტური გამტარის გეომეტრიის გამოყენება), როტორში მოკლედ შერთული „ციფრის ბორბლის“ ალერიის მასალის ნაცვლად სპილენდის მასალით (მცირე კუთრი წინაღობის) შეცვლა, რაც აგრეთვე უზრუნველყოფს როტორის ნაკლებ სრიალს;

7. სინქრონულ გენერატორთან შედარებით ასინქრონული გენერატორის უპირატესობა ისაა, რომ მისი აგზნების გრაგნილი სტატორშია, რაც ამარტივებს კონსტრუქციას და აადვილებს როტორის ბალანსირებას, ასევე იძლევა მისი წრიული სიჩქარის გაზრდის შესაძლებლობას, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია;

8. ტრანსფორმაციის კოეფიციენტის შემცირებით მაგნიტური წრედის განმაგნიტების ხარისხი იზრდება, ვინაიდან იზრდება დატვირთვის დენის განმამაგნიტებელი მდგრენელის სიდიდე (I_d/K_d), სადაც I_d მუშა გრაგნილში დატვირთვის დენია;

9. არსებულ ორგრაგნილიან ასინქრონულ გენერატორებში მაგნიტური წრედი ძალზე გაჯერებულია, რაც იწვევს მის გადახურებას;

10. ასინქრონული გენერატორი რაც უფრო დიდ ბრუნთა რიცხვსა და მომატებულ სიხშირეზე გაანგარიშებული, მით უფრო ადვილად ხდება მისი თვითაგზნება;

ჩვენ მიერ შემუშავებული ასინქრონული გენერატორის ახალი ორგრაგნილიანი სქემა არა მარტო ამარტივებს მის გაანგარიშებას, არამედ ასინქრონული გენერატორის ტექნიკური პარამეტრებიც შედარებით ოპტიმალურია და გათვალისწინებულია მასში ნომინალური ძაბვის სტაბილიზაციაც. ეს ითვალისწინებს შემდეგს:

- ა) ასინქრონული გენერატორის სტატორის ერთსა და იმავე ღრმულებში იდება როგორც აგზნების, ისე სამუშაო გრაგნილი, რომელთა შორის მხოლოდ ტრანსფორმატორული კავშირია;
- ბ) აგზნებისა და სამუშაო გრაგნილის კვეთის სიდიდე თანაბრად უნდა განაწილდეს ღრმულში (თითოეულმა უნდა დაიკავოს ღრმულის მოცულობის 50%);
- გ) სამუშაო გრაგნილის ხვიათა რაოდენობა გაანგარიშებული უნდა იქნეს მოცემული ნომინალური ძაბვის სიდიდეზე შესაბამისი მავთულის კვეთით, ხოლო აგზნების გრაგნილის ხვიათა რაოდენობა – შესაბამისი ტრანსფორმაციის კოეფიციენტის გათვალისწინებით;
- დ) ასინქრონული გენერატორის ამუშავება სასურველია მოხდეს უქმ სვლაზე, ხოლო მისი ნომინალური დატვირთვის შემთხვევაში სამუშაო გრაგნილის წრედში შეყვანილი უნდა იქნეს კონდენსატორული ბატარეა, რომლის რეაქტიული სიმძლავრე დატვირთვის (ზოგადად აქტიურ-ინდუქტიური) სიმძლავრის კომპენსაციას დააქმაკოფილება.

არსებული ასინქრონული გენერატორის თრგრაგნილიანი სქემა უქმი სვლის რეჟიმში მაგნიტურად უფრო დატვირთულია, რის გამოც მისი ჩართვა დიდხანს ამ რეჟიმში დაუშვებელია. ჩვენ მიერ შემთხვევაზებული ხერხის გამოყენებით კი ასინქრონული გენერატორი არასოდეს არ გადახურდება, რადგან მხოლოდ დატვირთვის მიერთებისას ხდება მასთან პარალელურად შესაბამისი კონდენსატორული ბატარეის მიერთება.

ასინქრონული გენერატორის თრგრაგნილიანი სქემის გამოკვლევის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ:

1. აგზნების გრაგნილში ტევადობის გაზრდით სამუშაო გრაგნილში დენი არ იცვლება, რაც აისხება ამ გრაგნილებს შორის კლექტრული კავშირის არარსებობით;
2. უქმი სვლის დროს სამუშაო გრაგნილის წრედიდან ამგზნები ტევადობის გამოყვანის შემთხვევაში აგზნების გრაგნილში გამავალი დენი 10%-ით იზრდება;
3. სამუშაო გრაგნილის წრედში ტევადობის შეყვანით ასინქრონული გენერატორის სიმძლავრე ძალზე მატულობს, რაც აისხება მაგნიტური წრედის გაჯერებით;
4. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე მიღებულია ქვემოთ მოყვანილი (17) და (18) ფორმულა, რომლებიც სამუშაო გრაგნილში გამავალი დენის სიდიდის გამოთვლის საშუალებას იძლევა, თუ ცნობილია აგზნების გრაგნილში გამავალი დენის სიდიდე და პირიქით. აღნიშნული ფორმულები სამართლიანია როგორც უქმი სვლის, ისე დატვირთვის დროს.

$$I_a = (C_a/C_s) (I_s/K_0), \quad (17)$$

როცა $C_a \neq 0$;

$$I_a = (U_{a,j}/U_{a,d}) (I_s/K_0), \quad (18)$$

როცა $C_a = 0$,

სადაც I_a და I_s დენია, შესაბამისად, სამუშაო და აგზნების გრაგნილში, ხოლო C_a და C_s – შეყვანილი კონდენსატორის ტევადობა, $U_{a,j}$ და $U_{a,d}$. კი წარმოქმნილი ძაბვებია, მისი უქმი სვლისა და დატვირთვის დროს. სუვთა აქტიური დატვირთვის დროს ასინქრონული გენერატორის კონდენსატორების სიმძლავრე გენერატორის რეაქტიული დამაგნიტების სიმძლავრის ტოლია. თუ დატვირთვა აქტიურ-ინდუქტიური ხასიათისაა, მაშინ კონდენსატორული ბატარეის სიმძლავრის გაზრდა აუცილებელია, რათა მან დაფაროს აგრეთვე დატვირთვის რეაქტიული სიმძლავრე.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА:

1. Торопцев Н.Д. Авиационные асинхронные генераторы, 1970.
2. ა. რიკრიკაძე, ა. შერმაზანაშვილი. უნივერსალური ბენზოელექტროგენერატორი // მეცნიერება და ტექნიკოლოგიები, 2013.

თვითაგზნებადი სამვაზა ასინქრონული გენერატორების კვლევის შედეგები

ა. რიკრიკაძე, ა. შერმაზანაშვილი

(რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია სამფაზა ერთ- და ორგრაგნილიანი თვითაგზნებადი ასინქრონული გენერატორების კვლევის შედეგები. ჩატარებულია მათი შედარებითი და ოცნრიული ანალიზი. მრავალჯერადი ექსპრიმენტის შედეგად მიღებულ იქნა ორი ემპირიული ფორმულა, რომლებიც საშუალებას იძლევა აგზნების გრაგნილში გამავალი დენის სიდიდით განვითაროთ სამუშაო გრაგნილში დენის სიდიდე. განხილულია ორი შემთხვევა: როცა სამუშაო გრაგნილის წრედში ჩართულია კონდენსატორული ბატარეა და, როცა იგი გამორთულია ამ უკანასკნელიდან.

ELECTRICAL ENGINEERING INDUSTRY

ANALYSIS OF INVESTIGATION RESULTS OF SELF-EXCITABLE THREE-PHASE ASYNCHRONOUS GENERATORS

A. Rikrikadze, A. Shermazanashvili

(R. Dvali Institute of Machine Mechanics)

Resume: There are considered investigation results of self-excitabie three-phase one and two winding asynchronous generators. Their comparative and theoretical analysis was carried out. Two formulae were obtained, giving possibility to define the current value in the working winding at well-known current in exciting winding of the generator, when the condensator battery is switched on in the working winding and when it is switched off.

ЭЛЕКТРОМАШИНОСТРОЕНИЕ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ САМОВОЗБУЖДАЕМЫХ ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

А. Рикрикадзе, А. Шермазанашвили

(Институт механики машин им. Р. Двали)

Резюме: Рассмотрены результаты исследований самовозбуждаемых трёхфазных одно- и двухобмоточных асинхронных генераторов. Проведён их сравнительный и теоретический анализ. В итоге многочисленных экспериментов получены две эмпирические формулы, дающие возможность определить величину тока в рабочей обмотке при известном токе в обмотке возбуждения генератора в случаях, когда конденсаторная батарея подключена в цепь рабочей обмотки и когда она выключена из неё.

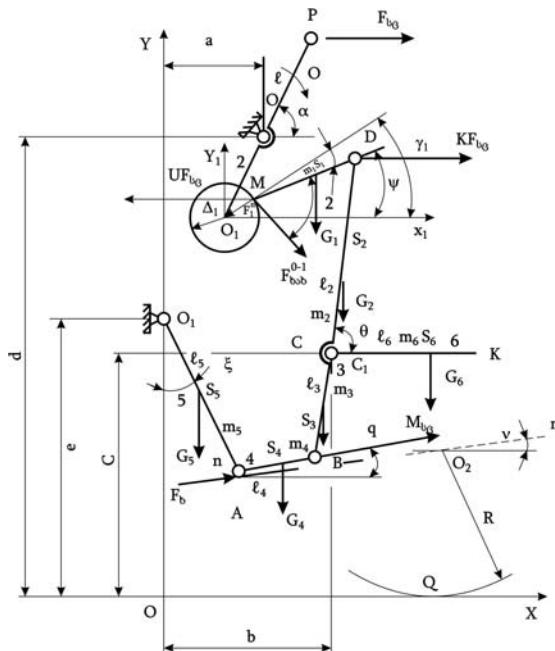
სატრანსპორტო მანქანათმშენებლობა

ძრავიანი გამონის ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის დამატებით მოძრაობათა დიფერენციალური ბაზოლებების ფორმირება

† გ. შარაშენიძე, ვ. მარგველაშვილი, გ. უსანეთაშვილი, ს. შარაშენიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

ელექტრომატარებლის ძრავიანი ვაგონის სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემა მეტად რთული კონსტრუქციისათვის მასში ბევრად მეტია სახსრული შეერთებების, წევებისა და ვერტიკალური ბერკეტების რაოდენობა, რაც გარევეულ ზემოქმედებას ახდენს სრულ სამუხრუჭო ეფექტიანობაზე, კერძოდ, სახსრულ შეერთებებში სამუხრუჭო ცილინდრის ჭოკის დაწოლის ძელის დანაკარგებაზე. სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის რგოლებისა და სახსრული შეერთებების რაოდენობის შემცირებით გადაცემის მუშაობა უფრო მობილური ხდება და მცირდება ძალური დანაკარგები. რეალური გამომავალი კინემატიკური და დინამიკური პარამეტრების დასაღებნად აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნებს დრენირებიან სახსრულ შეერთებებში დიდი ცვეთებით გამოწვეული დრენოთა სიდიდეები, რეაქციის, ხახუნისა და გარე დატვირთვებით აღძრული დამატებითი დინამიკური ძალები. ამ რეალური ამოცანის გადაწყვეტის მიზნით აუცილებელია შედგეს დამატებით მოძრაობათა დიფერენციალური განტოლებები, მოხდეს მათი სისტემატიზაცია და განისაზღვროს საწყისი პირობები. განტოლებათა ერთობლივი ამონენის შედეგად განისაზღვრება რეალური გამომავალი კინემატიკური და დინამიკური პარამეტრები გაუმჯობესებული სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემისათვის.



ძრავიანი ვაგონის ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის ამძრავი კვანძის დინამიკური მოდელი 0-1 სახსრულ შეერთებაში Δ_1 დრენოს არსებობისას

ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის შექმნით გამარტივდა სისტემის ამძრავი კვანძი, ხოლო ვერტიკალური ბერკეტების, ხუნდების და საკიდების განლაგება დარჩა უცვლელი. ამძრავი კვანძის შემადგენლობაში არსებული წევებისა და ბერკეტების რაოდენობა შემცირდა 4, ხოლო სახსრული შეერთებებისა – 5 ერთეულით (იხ. ნახ.).

წარმოდგენილი $PO_{O_1}MDCBAO_1$ დინამიკური მოდელის 0-1 სახსრულ შეერთებაში მოდებულია ნორმალური რეაქციის F_i^n და შესაბამისი ხახუნის $F_{\text{ხა}}^{\theta-1}$ ძალები. Δ_1 დრენის მნიშვნელობა აქ წარმოდგენილია სახსრის გარე ელემენტის რადიუსის სახით, ხოლო შიგა ელემენტი – საკონტაქტო M წერტილით. რეაქციისა და ხახუნის ძალები ℓ_1 წევასთან ადგენს δ და δ_1 კუთხებს.

Δ_1 დრენის არსებობა ცვლის კანის ელემენტების შუშაობას. ამ სახსრულ შეერთებებში M შიგა ელემენტის მოძრაობისას გარე ელემენტის მიმართ შეიძლება წარმოიქმნას ორი სახის დამატებითი მოძრაობა – კონტაქტური და წყვეტილი. კონტაქტური მოძრაობისას საკონტაქტო M წერტილის მდებარეობა გარე ელემენტის მიმართ აისახება განზოგადებული γ_1 კოორდინატით, ხოლო შიგა ელემენტის თავისუფალი მოძრაობისას M წერტილის მოძრაობა განისაზღვრება განზოგადებული x_1 და y_1 კოორდინატებით მოძრავ x_1, y_1 სისტემაში.

0-1 სახსარში თავისუფალი და კონტაქტური მოძრაობების მონაცვლეობა წარმოქმნის დამატებით მოძრაობებს განზოგადებული კუთხური γ_1 და წრფივი x_1, y_1 კოორდინატების მიმართ. დამატებით მოძრაობათა ორი სახე – კონტაქტური მოძრაობა (კ. მ.) და თავისუფალი, ანუ წყვეტილი მოძრაობა (წყ. მ.) აღიწერება მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებებით დაგრანჯის მეორე რიგის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლების ბაზაზე, რისთვისაც გამოყენებულია დამატებით მოძრაობათა კლასიფიკაცია (იხ. ცხრილი).

ცხრილი

ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის ამძრავი კვანძის დამატებით მოძრაობათა კლასიფიკაცია

დამატებითი მოძრაობის სახე	წყვეტა და კონტაქტი 0-1 სახსარში	მოძრაობის განზოგადებული კოორდინატები	განტოლებების რაოდენობა
I	კონტაქტური (კ.მ.)	γ_1	1
II	წყვეტილი (წყ.მ.)	x_1, y_1	2

I სახის დამატებითი კონტაქტური მოძრაობა (კ. მ.) აღიწერება დამატებითი მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებით γ_1 კუთხური განზოგადებული კოორდინატის მიმართ. კონტაქტური მოძრაობა განისაზღვრება γ_1 კოორდინატის სიდიდის მიხედვით. მოძრაობის ხასიათი იცვლება ნორმალური რეაქციის F_1^n და შესაბამისი ხახუნის $F_{\text{ხა}}^{\theta-1}$ ძალების ზემოქმედების შედეგად.

კონტაქტური მოძრაობის გეომეტრიული და ძალური პირობები შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი ტოლობებით:

$$x_1^2 + y_1^2 = \Delta_1^2, \quad (1)$$

$$F_1^n > \mathbf{0}; \quad F_{\text{ხა}}^{\theta-1} > \mathbf{0}. \quad (2)$$

II სახის დამატებითი წყვეტილი მოძრაობა (წყ. მ.) აღიწერება დამატებითი მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებებით x_1 და y_1 განზოგადებული კოორდინატების მიმართ. წყვეტილი მოძრაობის დროს რეაქციისა და ხახუნის ძალები გავლენას ვერ ახდენს მოძრაობის დინამიკაზე.

დამატებითი წყვეტილი მოძრაობის პირობები ჩაიწერება ასეთი სახით:

$$x_1^2 + y_1^2 < \Delta_1^2, \quad (3)$$

$$F_1^n = \mathbf{0}; \quad F_{\text{ხა}}^{\theta-1} = \mathbf{0}. \quad (4)$$

დამატებით მოძრაობათა დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნა საშუალებას იძლევა განისაზღვროს დრენოთი გამოწვეული დინამიკური და კინემატიკური პარამეტრების ცდომილებანი. „იდეალური“ და „რეალური“ მაჩვენებლების შედარების მიზნით თითოეული დამატებითი მოძრაობისათვის შედგება პირითადი მოძრაობის დიფერენციალური განტოლება.

გამოდის, რომ კონტაქტური დამატებითი მოძრაობა აღიწერება განზოგადებული კუთხური γ_1 კოორდინატისა და ძირითადი მოძრაობის დიფერენციალური განტოლების α კუთხის მიმართ. იგი დროში თანაბრად ცვლადი სიდიდეა და, შესაბამისად, $\omega = d\alpha/dt = \text{const}$. ე. ი. კონტაქტური მოძრაობის დროს ხდება მოძრაობის ორი დიფერენციალური განტოლების შედგენა, ხოლო წყვეტილის დროს – სამისა. აღნიშნული მოძრაობების დიფერენციალური განტოლებები ზოგადი სახით ჩაიწერება შესაბამისი ტოლობებით.

კონტაქტური მოძრაობის შემთხვევაში:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{dt} \left(\frac{dT}{d\dot{\gamma}_1} \right) - \frac{dT}{d\gamma_1} &= Q_{\gamma_1}; \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{dT}{d\dot{\alpha}} \right) - \frac{dT}{d\alpha} &= Q_{\alpha}. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

წყვეტილი მოძრაობის დროს:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{dt} \left(\frac{dT}{d\dot{x}_1} \right) - \frac{dT}{dx_1} &= Q_{x_1}; \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{dT}{d\dot{y}_1} \right) - \frac{dT}{dy_1} &= Q_{y_1}; \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{dT}{d\dot{\alpha}} \right) - \frac{\theta T}{\theta \alpha} &= Q_{\alpha}, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

სადაც T არის ამძრავი კვანძის კინეტიკური ენერგია; γ_1 – დრენიანი სახსრის შიგა ელემენტის გარე ელემენტისადმი მოძრუნების კუთხე; $\dot{\gamma}_1$ – შესაბამისი მოძრუნების კუთხური სიჩქარე; Q_{γ_1} – დამატებითი კონტაქტური მოძრაობისთვის განზოგადებული ძალის მნიშვნელობა; Q_{x_1}, Q_{y_1} – დამატებითი წყვეტილი მოძრაობების განზოგადებული ძალების მნიშვნელობები შესაბამისად x_1 და y_1 განზოგადებული კოორდინატების მიმართ; Q_{α} – ძირითადი მოძრაობის შესაბამისი განზოგადებული ძალა მუდმივი α კუთხის მიმართ.

განტოლებების შედგენისას მისაღებია იმის დაშვება, რომ ამძრავი კვანძის ბერკეტები აბსოლუტურად ხისტია მასების თანაბარი განაწილებით, ამიტომ მათი სიმძიმის G_1, G_2, G_3, G_4, G_5 და G_6 ძალები მოდებულია მათს გეომეტრიულ S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 და S_6 ცენტრებში. ამძრავი ბერკეტის P სახსარი მოძრაობაში მოდის სამუხრუჭო ცილინდრის ჭოკის F_{bC} ძალის ზემოქმედებით, ხუნდზე მოსული დაწოლის ძალა F_b მიმართულია ურიკის R რადიუსიანი თვლის ბრუნვის O_2 ცენტრისაკენ $n-n$ წირის გასწვრივ ν კუთხით.

(5) და (6) ხისტების განტოლებებში შემავალი კინეტიკური ენერგია T ტოლია მოძრავი ბერკეტების კინეტიკური ენერგიების ჯამისა, ე.ი.

$$T = T_{MD} + T_{DC} + T_{CB} + T_{AB} + T_{O_1 A}. \quad (7)$$

ამძრავი კვანძის MD და AB წევები ასრულებს რთულ გადატანითს და ბრუნვითს მოძრაობებს ერთდროულად, ℓ_6 წევა – მხოლოდ გადატანითს, ხოლო DB და $O_1 A$ – ბრუნვითს მოძრაობებს. ამ მოძრაობათა კინეტიკური ენერგიების ამსახველი ტოლობებით განისაზღვრება საერთო კინეტიკური T ენერგია.

განზოგადებული Q_i ძალები განისაზღვრება მუშაობის სიდიდით რაიმე ვირტუალურ გადადგილებაზე Δ_1 ღრენტოს გათვალისწინებით. ინერციის ძალები და მომენტები განისაზღვრება შესაბამისი F_{ox1}, F_{oy1}, M_o გამოსახულებით ბერკეტების სიმძიმის ცენტრების მიმართ [3]. რეაქციის F_1'' შემდგენისა

და შესაბამისი $F_{\text{bsb.}}^{\mathbf{0-1}}$ ხახუნის ძალის განსაზღვრის მიზნით საჭიროა მომენტების განტოლებათა შედეგნა D სახსრის მიმართ. ამ შემთხვევაში განიხილება მშრალი ხახუნის მოვლენა, ამიტომ:

$$F_{\text{bsb.}}^{\mathbf{0-1}} = -F_{\mathbf{I}}^n K_{\text{bsb.1}}^{\mathbf{0-1}} \text{sign} \dot{\gamma}_{\mathbf{I}}. \quad (8)$$

საბოლოოდ დამატებითი და ძირითადი მოძრაობების დიფერენციალური განტოლებები ჩაიწერება ასეთი სახით:

$$\left. \begin{array}{l} a_1 \ddot{x}_{\mathbf{I}} + a_2 \ddot{y}_{\mathbf{I}} + a_3 \ddot{\gamma}_{\mathbf{I}} + a_4 \ddot{\alpha} = Q_{x\mathbf{I}}; \\ b_1 \ddot{y}_{\mathbf{I}} + b_2 \ddot{x}_{\mathbf{I}} + b_3 \ddot{\gamma}_{\mathbf{I}} + b_4 \ddot{\alpha} = Q_{y\mathbf{I}}; \\ c_1 \ddot{\gamma}_{\mathbf{I}} + c_2 \ddot{x}_{\mathbf{I}} + c_3 \ddot{y}_{\mathbf{I}} + c_4 \ddot{\alpha} = Q_{\dot{\gamma}\mathbf{I}}; \\ d_1 \ddot{\alpha} + d_2 \ddot{y} + d_3 \ddot{x} + d_4 \ddot{y} = Q_{\alpha}, \end{array} \right\} \quad (9)$$

სადაც a_i, b_i, c_i, d_i არის განზოგადებული მეორე რიგის კოორდინატების კოეფიციენტები.

განტოლებათა (9) სისტემის შედგენისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს საკოორდინატო გარდაქმნის ფორმულები:

$$\left. \begin{array}{l} x_{\mathbf{I}} = \Delta_{\mathbf{I}} \cos \gamma_{\mathbf{I}}; \\ y_{\mathbf{I}} = \Delta_{\mathbf{I}} \sin \gamma_{\mathbf{I}}; \\ \gamma_{\mathbf{I}} = \arccos \frac{x_{\mathbf{I}}}{\Delta_{\mathbf{I}}} = \arcsin \frac{y_{\mathbf{I}}}{\Delta_{\mathbf{I}}}. \end{array} \right\} \quad (10)$$

დამატებითი და ძირითადი მოძრაობების დიფერენციალური განტოლებების (9) სისტემის ამონენის შედეგად განისაზღვრება ოპტიმალური სამუხრავი ბერკეტული გადაცემის გამომავალი დინამიკური პარამეტრები.

არსებული დამატებითი მოძრაობების დიფერენციალური განტოლებების შედგენის წესის გამოყენება შეიძლება ნებისმიერი სირთულის სამუხრავი ან სხვა სახის ბერკეტული გადაცემების მოძრაობის განტოლებათა მისაღებად. ამ განტოლებათა ამონენის შედეგად გადაწყდება ბერკეტული დრენაჟისანი გადაცემების გამომავალი პარამეტრების დინამიკური და კინემატიკური სიზუსტის ამოცანები.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА:

1. Албегов Н. А., Фокин М. Д., Ясенцев В. Ф. Электропневматические тормоза. М.: Транспорт, 1981.
2. Давиташвили Н. С., Шарашенидзе Г. С. Основы динамического анализа рычажной системы торможения вагонов. ИФТоММ Грузии, Тб., 2004.
3. გ. ს. შარაშენიძე. ვაგონების მექანიკური გადაცემების დინამიკა. თბ.: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2009.
4. G. S. Sharashenidze. A dinamic model with clearances in hinged connection for hooke's joint of a cardanreduction gear of an undercar generator. "Problems of Mechanics", №1(22), Tb., 2006, p. 73-77.
5. G. S. Sharashenidze, O. G. Gelashvili. Principles of development and foundations on dynamical analysis optimal brake leverage systems of passenger carriages. Trans. of ASME 2010 International Mechanical Engineering Congreces and Exposition. November 12-18, 2010, Vancouver, BC, Canada. PN JMECE 2010 – 37731.

სატრანსპორტო მანქანითმშევალობა

ძრავიანი გამონის ოატიმალური სამუხრავო გერპეტული ბაზაცემის
დამატებითი მოძრაობებისათვის დიფერენციალური ბანტოლუბების
უორმირება

† გ. შარაშენიძე, ვ. მარგველაშვილი, გ. უსანეთაშვილი, ს. შარაშენიძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: სტატიაში მოცემულია სახსრულ შეერთებებში არატექნოლოგიური დრეჩოს გათვალისწინებით მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებების ფორმირების მიმდევრობა სამუხრავო
გადაცემის გამომავალი პარამეტრების განსაზღვრისათვის. განტოლებათა შედგენის მიზნით გამოყენებულია გადაცემის დინამიკური მოდელი. გამოკვლეულია დამატებითი მოძრაობანი და ფორმირებულია ზოგადი სახის დიფერენციალური განტოლებანი.

MECHANICAL ENGINEERING OF TRANSPORT

TOWARDS THE CREATION OF DIFFERENTIAL EQUATIONS FOR ADDITIONAL MOTIONS OF PLUS BRAKE LEVER CONTROLS OF DRIVING CAR

† G. Sharashenidze, V. Margvelashvili, G. Usanetashvili, S. Sharashenidze

(Georgian Technical University)

Resume: In this work, taking into account the non-technological gap in the joints, there is given the sequence of formation of the differential equation of motion to determine the output parameters of the transmission brake. In order to set up the dynamic equations there is used transmission model. There is investigated types of additional motions and formed differential general equation.

ТРАНСПОРТНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ ДОБАВОЧНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ РЫЧАЖНОЙ ТОРМОЗНОЙ ПЕРЕДАЧИ МОТОРНОГО ВАГОНА

† Г. Шарашенидзе, В. Маргвелашвили, Г. Усанеташвили, С. Шарашенидзе

(Грузинский технический университет)

Резюме: С учётом нетехнологического зазора в шарнирных соединениях, дается последовательность формирования дифференциальных уравнений движения для определения выходных параметров тормозной передачи. С целью составления уравнений используется динамическая модель передачи. Исследованы типы добавочных движений и сформированы дифференциальные уравнения общего вида.

მთაბორიანი რელიეფის პირობებში რპინიგზის ბამტარუნარიანობის ზოგიერთი პროგლომა

თ. კუპატაძე, ნ. კუპატაძე, ბ. დიდებაშვილი, ზ. კუპატაძე, გ. გურამიშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

გაშლილი რელიეფის პირობებში, სადაც იშვიათად გვხვდება გრძელი დაღმართები და მცირერადიუსიანი მრუდები, რკინიგზებს მცირე სახელმძღვანელო ქანობი აქვს, მთაგორიანი რელიეფის პირობებში კი – რთული პროფილი და გვერდი. უმეტეს შემთხვევაში სახელმძღვანელო ან ჯერადი წევის ქანობი აღემატება 20%-ს და ზოგჯერ 40%-საც აღწევს. მაგალითად, სურამის უღელტეხილზე მაქსიმალური ქანობი შეადგენს 29%-ს, ჯაჯურის უღელტეხილზე (სომხეთის რკინიგზა) – 25%-ს, მარაბდა-ახალქალაქის რკინიგზის ხაზზე – 35%-ს, რიონი-ტყიბულის ხაზის ხრესილი-საწირის გადასარბენზე 48%-ს. ცხადია, ასეთი რკინიგზების ექსპლუატაცია რთულია, რადგანაც ამ დროს მრავალი პრობლემა იჩენს თავს.

მთაგორიანი რელიეფის პირობებში რკინიგზების ექსპლუატაციისას აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს მატარებლის მოძრაობის უსაფრთხოების მთელი რიგი თავისებურებები: გრძელ დაღმართზე მუხრუჭის ხუნდების გადახურება, საჰაერო მაგისტრალის დაშრება (ციცაბო დაღმართზე), წევის ძრავების გადახურება, რელსსა და თვალს შორის წრიული მრუდების მცირე რადიუსებით და რელსების გაჭუჭყიანებით გამოწვეული შეჭიდულობის კოეფიციენტისა და დამუხრუჭების კოეფიციენტის შემცირება და სხვ.

მთაგორიან ადგილებში რკინიგზები უმთავრესად გადის ზღვის დონიდან შედარებით მაღალ სიმაღლეზე; მაგალითად, მარაბდა-ახალქალაქის რკინიგზის ხაზის გარკვეული მონაკვეთი ზ. დ. 2000 მ-ზე მდებარეობს. ასეთ პირობებში მხედველობაშია მისაღები ატმოსფერული წნევის დაცემით გამოწვეული ლოკომოტივის სიმძლავრის შემცირება (თბოწევის შემთხვევაში).

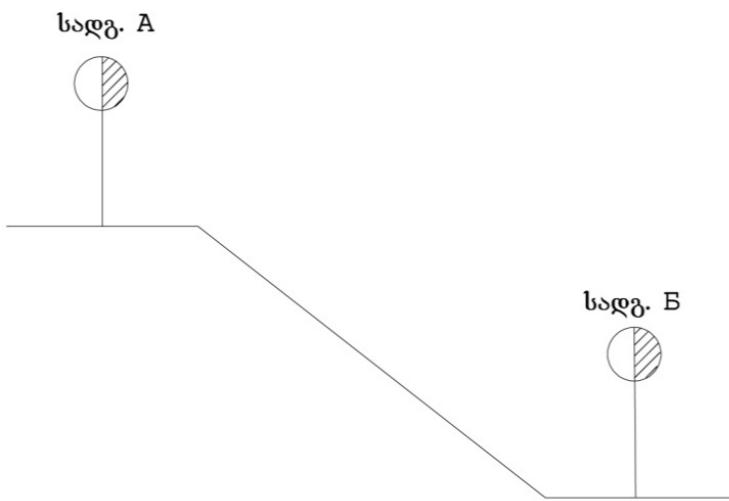
მთაგორიანი რელიეფის პირობებში ხშირია ციცაბო, გრძელი დაღმართები. მაგალითად, მარაბდა-ახალქალაქის რკინიგზის ხაზზე დაღმართის მაქსიმალური სიგრძე ერთი გადასარბენის ფარგლებში შეადგენს 15 კმ-ს.

ბოლო დროს საგრძნობლად გაუმჯობესდა მოძრავი შემადგენლობის სამუხრუჭო აღჭურვილობა, რამაც განაპირობა მოძრაობის სიჩქარის მნიშვნელოვანი გაზრდა. ამასთან, ექსპლუატაციაში შევიდა მძლავრი ელმავლები და თბომავლები, რამაც მკვეთრად გაზარდა სატვირთო მატარებლების მასა. მიუხედავად ზემოაღნიშნული პროგრესისა, იქ, სადაც გვხვდება დიდქანობიანი დაძაბული უბნები, მატარებლის მოძრაობის სიჩქარე და მასა შეზღუდულია. ასეთ პირობებში მატარებლის მოძრაობის სიჩქარეს ზღუდავს სამუხრუჭო პირობები. მაგალითად, სურამის უღელტეხილზე სატვირთო მატარებლის მაქსიმალური დასაშვები სიჩქარეა 40 კმ/სთ, მარაბდა-ახალქალაქის ხაზზე – 35 კმ/სთ.

ციცაბოქანობიან გრძელ დაღმართებზე (ნახ. 1) მოსალოდნელია მუხრუჭის ხუნდების გადახურება და საჰაერო მაგისტრალის დაშრება (ჰაერის წნევის დაცემა ნორმაზე დაბლა). ასეთ უბნებზე აუცილებელია თუჯის ხუნდების მინიმალური სისქის დადგენა. ბოლო პერიოდში რკინიგზის მოძრავი

შემადგენლობა აღიჭურვა კომპოზიციური მასალისაგან დამზადებული ხუნდებით, რამაც, როგორც აღვნიშნეთ, მკერთად გაზარდა მოძრაობის სიჩქარე. ამასთან, კომპოზიციური მასალების ცუდი თბოგამტარობის გამო საგრძნობლად გაიზარდა თვლის თბური დატვირთვა, ამიტომ აუცილებელია დაღმართის ზღვრული სიგრძის დადგენა იმ პირობით, რომ ხუნდების გახურების ტემპერატურამ არ გადააჭარბოს დადგენილ ნორმებს (350°). თანამედროვე მოძრავი შემადგენლობა აღჭურვილია ისეთი ჰაერგამანაწილებლებით, რომლებიც თეორიულად უშრეტია. მიუხედავად ამისა, ხანგრძლივი და უწყვეტი დამუხრუჭების დროს ციცაბო დაღმართებულ მოსალოდნებლია მუხრუჭის მაგისტრალსა და ცილინდრებში, აგრეთვე სამარაგო რეზერვუარებში ჰაერის წნევის დაცემა ნორმაზე დაბლა.

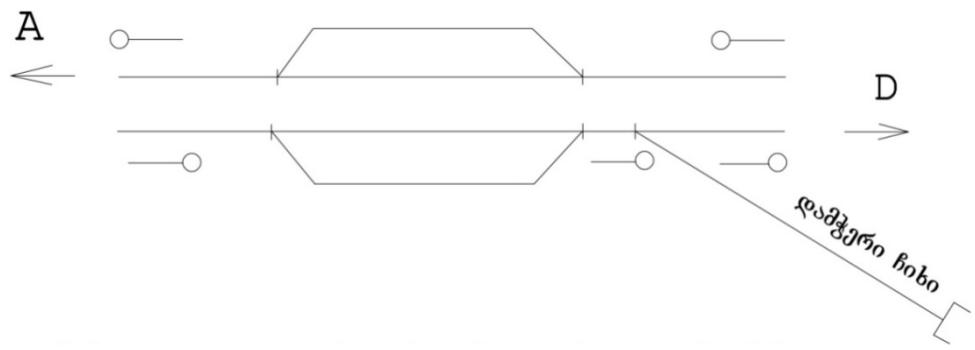
ეს გარემოება განპირობებულია მრავალი ისეთი ფაქტორით, როგორიცაა, სამუხრუჭო მაგისტრალიდან ჰაერის გადინება, დაბალი ტემპერატურა და სხვ.



ნახ. 1. ციცაბოქანობიანი გადასარბენი A და B სადგურებს შორის

ამ საკითხების შესწავლამ ბოლო პერიოდში ცნობილი მეცნიერების და პრაქტიკოსების დიდი ინტერესი გამოიწვია, ვინაიდან უკანასკნელ ხანებში დაიწყო დაუსახლებელი მთიანი რეგიონების ათვისება და საჭირო გახდა ასეთ ადგილებში რკინიგზის ხაზის დაპროექტება და მშენებლობა.

მატარებლების უსაფრთხო მოძრაობის უზრუნველყოფის მიზნით ტარდება მთელი რიგი ტექნიკური და ორგანიზაციული დონისძიებები, კერძოდ: იზღუდება სიჩქარე დიდ დაღმართებები, ასევე იზღუდება დაღმართის სიგრძე რკინიგზის დაპროექტების დროს, იზრდება გამყოფი პუნქტების მოედნების სიგრძე საუდელტეხილო უბნის წინ მდებარე სადგურებში, მოწმდება სამუხრუჭო უზრუნველყოფა მატარებლების მოძრაობისას სპეციალურად მონიშნულ ადგილებზე (ძირითადად დიდ დაღმართებამდე, მათ დასაწყისში). ციცაბო გრძელდაღმართიანი გადასარბენების შემთხვევაში ეწყობა დამჭერი ჩიხები და სხვ. ამგვარი დონისძიებების გატარება, თავს მხრივ, იწვევს რკინიგზის გამტარუნარიანობის შემცირებას.



ნახ. 2. დამჭერჩიხიანი გამყოფი პუნქტი

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა გამახვილდეს ისეთ გადასარბენებზე, რომელთა გამყოფ პუნქტებში მოქმედია დამჭერი ჩიხები (ნახ. 2). ასეთ სადგურებში, ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების თანახმად, სამატარებლო მარშრუტი ყოველთვის მზადაა იმისათვის, რომ მართვის დაგარგვის შემთხვევაში მატარებელი შევიდეს დამჭერ ჩიხში და გაჩერდეს, რაც თავიდან აგვაცილებს მოსალოდნელ ავარიას. ეს პროცესი, თავის მხრივ, იწვევს გამტარუნარიანობის შემცირებას, რადგან დაღმართზე მოძრავი ყოველი მატარებელი აუცილებლად უნდა გაჩერდეს სადგურში; ე.ო. იკარგება გარკვეული დრო მატარებლის შენელებასა და გაჩერებაზე, შემდეგ – დგომასა და დაძვრაზე. ვინაიდან მატარებლის მართვის დაგარგვა იშვიათად ხდება, ასეთ გადასარბენებზე მოძრავი მატარებლების სიჩქარეების გაკონტროლება სადგურებიდან ან სარელსო წრებიდან უნდა განხორციელდეს და იმ შემთხვევაში, თუ მატარებელი მოძრაობს დაღმართის შესაბამისი დადგენილი სიჩქარით, ავტომატურად მოხდეს გადამჭვანი ისრის მომზადება, რათა მატარებელმა შეუჩერებლად გააგრძელოს გზა მომდევნო გადასარბენის მიმართულებით, რაც უდავოდ გაზრდიდა რეინიგზის გამტარუნარიანობას. საკითხი ძალზე აქტუალურია და მის გადაწყვეტას შესაბამისი დარგის სპეციალისტების ძალისხმევა სჭირდება.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА:

1. Купатадзе Т. С., Кванталиани Г. Г., Купатадзе Н. Т. Влияние крутых затяжных спусков на безопасность движения поездов. „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, №2, 2006;
2. Рудиновский В. М., Гусева К. Г. Специальный профиль приемо-отправочных путей, железнодорожных путей.
3. Иноземцев В. Т. Тормоза железнодорожного подвижного состава.

მთაბორიანი რელიეფის პირობებში რპინიგზის გამტარუნარიანობის
ზოგიერთი პრობლემა

თ. კუპატაძე, ნ. კუპატაძე, ბ. დიდებაშვილი, ზ. კუპატაძე, გ. გურამიშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: სტატია ეხება მთაგორიანი რელიეფის პირობებში რკინიგზის გამტარუნარიანობის პრობლემას, რაც გულისხმობს მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოებას. მთიანი რეგიონის რკინიგზების გამყოფ პუნქტებში და გრძელი ციცაბოდაღმართიანი გადასარბენების ბოლოებში მოწყობილ დამჭერ ჩიხებში აუცილებელი ხდება მატარებლების გაჩერება, რაც აფერხებს რკინიგზის გამტარუნარიანობას. სტატიაში დასმულია საკითხი გადასარბენებების მაკონტროლებელი მექანიზმის შემუშავებისა და დაკავშირების შესახებ, რომელიც უშუალოდ იქნება დაკავშირებული მოძრაობის სამსახურის წარმომადგენლებთან და დადგენილი სიჩქარით მოძრაობისას საჭირო აღარ იქნება მატარებლის გაჩერება.

RAILWAY TRANSPORT

SOME PROBLEMS OF MOUNTAINOUS RAILWAYS CAPACITY

Т. Купатадзе, Н. Купатадзе, Б. Дидебашвили, З. Купатадзе, Г. Гурамишвили

(Georgian Technical University)

Resume: The article is dedicated to problems of mountainous railways capacity, that follows form conditions of train traffic safety. In the separate points of mountainous railways, that are located at long, steep slope stages ends and are arranged catcher dead ends, the regulating switch always are directed to catching dead ends direction up to full braking of train, that impedes capacity of railway. In the article there is stated issue: to develop velocity control mechanism on stage, that will be directly connected with representatives of traffic service. At traffic with given velocities will not be the necessity of train stop.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ГОРНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Т. Купатадзе, Н. Купатадзе, Б. Дицебашвили, З. Купатадзе, Г. Гурамишвили

(Грузинский технический университет)

Резюме: В статье рассмотрены проблемы пропускной способности горных железных дорог, которые выходят из условий обеспечения безопасности движения поездов. В раздельных пунктах горных железных дорог, расположенных в концах перегонов с длинными крутыми затяжными спусками, имеющими улавливающие тупики, переводные стрелки всегда направлены в сторону улавливающих тупиков, до полной остановки поезда, что задерживает пропускную способность железных дорог. В статье поставлен вопрос о разработке контролирующего механизма скорости, который непосредственно связан с движением. При движении поездов с установленными скоростями не будет необходимости остановки этих поездов.

დურალუმინის ზედაპირის დაფარვა შავი, ცვეთამედები ზენიტ

ვ. ლარიბაშვილი, ვ. მეტრეველი, ზ. მირიჯანაშვილი, ზ. ჯაბუა, ი. კუპრეიშვილი

(ფ. თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი)

ალუმინის შენადნობებისაგან დამზადებულ დეტალებს ხშირად იყენებენ ინტენსიური ხახუნისა და ცვეთის პირობებში. მათ დასაცავად მიმართავენ ზედაპირის ცვეთამედები ფენით დაფარვის სხვადასხვა ხერხს, კერძოდ, ფხენილების დაფრქვევას პლაზმური, დეტონაციური და აირალიანი მეთოდებით [1–3], ელექტრონაპერტკლურ და ელექტროერზიულ ლეგირებას [4–5], მიკრორკალურ ოქსიდირებას [6] და სხვ. ერთ-ერთი ყველაზე უფრო გავრცელებული მეთოდია ანოდირება (ელექტროლიზური ოქსიდირება), რომელსაც იყენებს მსოფლიოს მოწინავე ქვემობის მრავალი ფირმა. განასხვავებენ ჩვეულებრივ და სალ (დაბალტემპერატურულ) ანოდირებას. განსაკუთრებული თვისება, რაც გამოარჩევს სალი ანოდირებით მიღებულ ზედაპირს, ესაა ანოდირებული ფენის დიდი სისქე. ამ სისქის გამო სალ ანოდირებულ ზედაპირებს ახასიათებს მაღალი ცვეთამედებულია, რაც ალუმინისა და მისი შენადნობების სხვა თვისებებთან ერთად განაპირობებს მათ ფართო გამოყენებას აეროკოსმოსურ, თავდაცვის, ენერგეტიკულ, სამედიცინო, სატრანსპორტო, საზღვაო და სხვა სფეროებში. ანოდირებას იყენებენ დეკორატიული მიზნითაც, რადგან ეს უგანასკნელი ზედაპირის სხვადასხვაფერად შედებვის საშუალებას იძლევა.

კარგი ანოდური დანაფარის მისაღებად აუცილებელია ტექნოლოგიის ზუსტი დაცვა, რაც გულისხმობს ლითონის ზედაპირის წინასწარ გასუფთავებას და მჟღვრო კონტაქტის უზრუნველყოფას. საჭიროა აგრეთვე საწყისი მასალის შედებილების, თერმული და სხვა ტიპის დამუშავების ცოდნა, რადგან ყოველგვარმა დამუშავებამ და თითოეულმა მაღვირებელმა ელემენტმა ანოდირების პროცესზე შეიძლება მათვის დამახასიათებელი გავლენა მოახდინოს.

ალუმინის დეფორმირებადი შენადნობებიდან ერთ-ერთი გამორჩეულია B95 მარკის დურალუმინი (AlZn6MgCu), რომლის ქიმიური შედგენილობა მოცემულია 1-ლ ცხრილში.

ცხრილი 1.

B95 შენადნობის ქიმიური შედგენილობა

ქიმიური შედგენილობა, %								
Fe	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Cu	Mg	Zn
<0,5	<0,5	0,2–0,6	0,1–0,25	<0,05	86,2–91,5	1,4–2	1,8–2,8	5–7

AlZn6MgCu დამველებადი შენადნობია. თუთია, მაგნიუმი და სპილენი ალუმინითან და ურთიერთ შორის წარმოქმნის მყარ სხნარებს და სხვადასხვა ლითონურ ნაერთს: MgZn₂, Al₂CuMg, Mg₄Zn₃Al₃, რომლებიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს შენადნობის განმტკიცებაში. მაგნანუმი და ქრომი აძლიერებს დამველების ეფექტს და კოროზიულ მედეგობას. მაქსიმალური სიმტკიცე მიღღვევა 460–475°C ტემპერატურიდან წრთობით და შემდგომი ხელოვნური დამველებით. შენადნობის დამველების რეჟიმია 135–145°C 16 საათის განმავლობაში ან საფეხუროვანი (120°C–3სთ + 160°C–3სთ). ასეთი დამუშავების შემდეგ მისი სიმტკიცის ზღვარი აღწევს 600–700 მპა-ს.

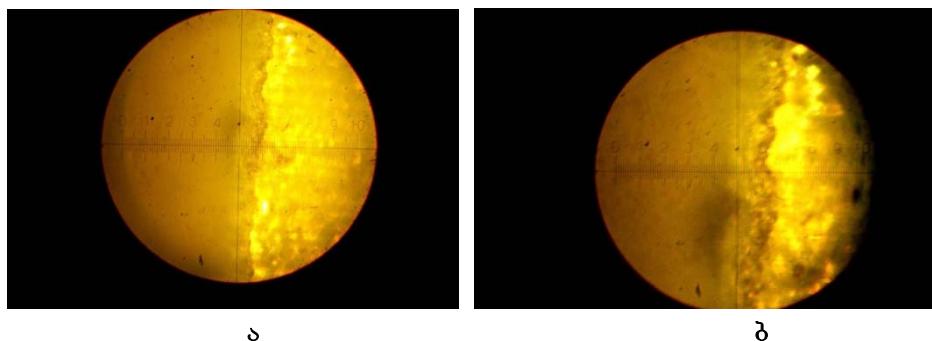
შენადნობის უარყოფით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს მისი ნაკლებ პლასტიკურობა, მაღალი მგრძნობიარობა მაბვების კონცენტრაციისადმი, თვისებების დიდი ანიზოტოროპია განვითარების მიმართულებებით და კოროზიისადმი მიღრებით დაბვის ქვეშ. თუმცა სწორად დამუშავების, კონ-

სტრუქციებში რაციონალურად გამოყენების და კოროზიისაგან დაცვის პირობებში ეს ხარვეზები შეიძლება წარმატებით აღმოიფხორას.

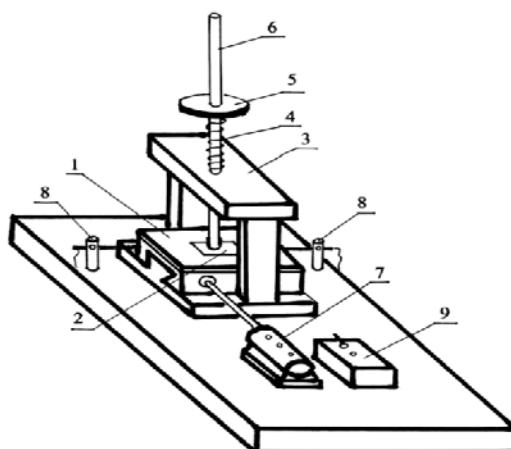
ცვეთა- და კოროზიამედეგი დანაფარების მისაღებად B95 შენაღნობის ნიმუშებს უტარდებოდა ჩვეულებრივი (ოთახის ტემპერატურაზე) და სალი (5°C ტემპერატურაზე) ანოდირება. ამ უკანასკნელის მისაღწევად ელექტროლიზერი იდგმებოდა ყინულიანი წყლის აბაზანაში, წინასწარ ხდებოდა ნიმუშების გაუცხიმოება აცეტონით, მოწამვლა ჯერ კაუსტიკური სოდის (NaOH) 9–10%-იან ხსნარში 60 – 70°C ტემპერატურაზე და შემდეგ აზოტმჟავას 10–15%-იან ხსნარში. ანოდირება ტარდებოდა მინის აბაზანაში. ელექტროლიტად გამოიყენებოდა გოგირდმჟავას 18–20%-იანი წყალსნარი, კათოდად – 1,5 მმ სისქის ტყვიის ფირფიტა. ელექტროლიზი ეგზოთერმულად მიმდინარე პროცესია, რაც იწვევს ტემპერატურის ცვლილებას ელექტროლიტის სხვადასხვა დონეზე, ამიტომ საჭირო გახდა მექანიკური შემრევის გამოყენება. ექსპერიმენტების ჩატარებისას იცვლებოდა დენის სიმკვრივე $0,015$ – $0,35$ ა/სმ 2 და პროცესის ხანგრძლივობა 15 – 90 წთ-ის ფარგლებში. დანაფარის სისქის კონტროლი ხდებოდა მეტალოგრაფიული ანალიზით ოპტიკურ მიკროსკოპ Neophot-21 -ზე (ნახ. 1). დანაფარების მაქსიმალური სისქე (150 – 160 მკმ) მიიღებოდა სალი ანოდირების დროს $0,25$ ა/სმ 2 დენის სიმკვრივისა და 15 წთ ხანგრძლივობის პირობებში.

ანოდირებული ნიმუშების შავად შესაღებად ქიმიური და ელექტროლიზური შედებვის სხვადასხვა მეთოდისა და საღებავი ხსნარების გამოყენებით ჩატარებულმა კვლევებმა საუკეთესოდ ცნო ქიმიური შედებვა ანილინის შავი საღებავის 1–1,5%-იან წყალსნარში 50 – 60°C ტემპერატურაზე.

ცვეთამედეგობის შედარებითი ანალიზისთვის გამოიყენებოდა ფარდობითი მექანიკური სიმტკიცის საზომი არასტანდარტული დანადგარი, რომელიც შექმნილია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ელექტრონული ტექნიკის მასალების ტექნოლოგიის ლაბორატორიაში (მცირე გადაკეთების და ჩვენი, $22 \times 12 \times 4$ მმ ზომის ნიმუშებისათვის მორგების შემდეგ; ნახ. 2) [7].



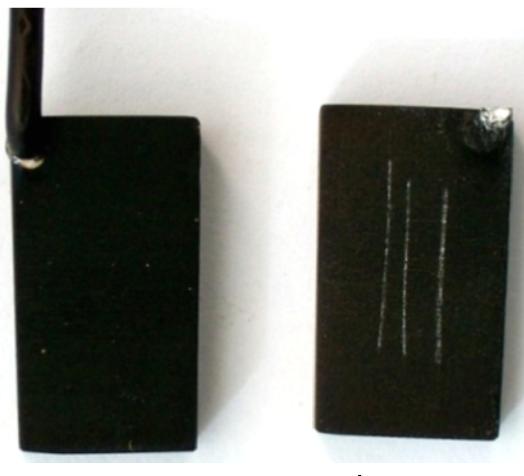
ნახ. 1. ანოდირებული დანაფარების სისქის კონტროლი (x100). δ – 100–110 მკმ, δ – 150–160 მკმ



ნახ. 2. ფარდობითი მექანიკური სიმტკიცის საზომი დანადგარის სქემა

მასიური ფილა (1), რომელზედაც მაგრდება საკვლევი ნიმუში (2) ელექტროძრავას (7) მეშვეობით ნელა მოძრაობს წინ და უკან. ფილის შეა ნაწილში პ-სებრ (3) სადგარში გადაადგილდება ლერო (6), რომლის ქვედა ნაწილზე მიმაგრებულია დანაფარზე მოხახუნე ხელსაწყოს მუშა უბანი, ხოლო ზედაზე დისკი (5), რომელზეც იწყობა საჭირო სიდიდის ტვირთი. დისკოსა და სადგარს შორის ჩამაგრებულია ზამბარა (4), რომელიც ისეა შერჩეული, რომ ლერო ეხება დანაფარის ზედაპირს, მაგრამ არ აწვება მას. ელექტროსაცეცებოან (8) შეხებისას ფილა იცვლის მოძრაობის მიმართულებას. კოლოფში (9) დამონ-ტაჟებულია ხელსაწყოს ელექტრული კების სქემა. ლეროს ქვედა ბოლოზე ჩვენ მიერ დამაგრებულია BK-8 სალი შენადნობის კონუსური ბუნიკი, რომელიც თავისი მომრგვალებული წვეროთი ეხება დანაფარის ზედაპირს. ლეროზე დატვირთვის შერჩევა ხდება ისეთნაირად, რომ დანაფარი წაიშალოს რამდენიმე ათეული გასმის შემდეგ. ნიმუშების ფარდობითი მდგრადობა ცვეთის მიმართ განისაზღვრება დანაფარის სრული წაშლისათვის საჭირო გასმათა რაოდენობის მიხედვით.

მე-3 ნახ-ზე წარმოდგენილია საკვლევი ნიმუშის ზედაპირი ცვეთაზე გამოცდის წინ (ა) და გამოცდის შემდეგ (ბ).



ნახ. 3. ნიმუშის ზედაპირი ცვეთაზე გამოცდის წინ (ა) და გამოცდის შემდეგ (ბ)

კვლევები ჩატარდა სხვადასხვა რეჟიმით დამზადებულ სამ ნიმუშზე: 1 – ჩვეულებრივი ანოდირება $0,015 \text{ A}/\text{cm}^2$ დენის სიმკვრივისა და 90 წთ ხანგრძლივობის პირობებში; 2 – სალი ანოდირება $0,1 \text{ A}/\text{cm}^2$ დენის სიმკვრივისა და 15 წთ ხანგრძლივობისას; 3 – სალი ანოდირება $0,25 \text{ A}/\text{cm}^2$ დენის სიმკვრივისა და 15 წთ ხანგრძლივობის პირობებში. შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

ცვეთამედეგობაზე ჩატარებული კვლევის შედეგები

№	ნიმუშის №	დატვირთვა, გ	გასმათა რაოდენობა
1	1	190	12–14
2	1	280	9–10
3	1	370	5–6
4	2	190	32–35
5	2	280	24–26
6	2	370	21–22
7	3	190	38–41
8	3	280	30–32
9	3	370	23–24

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ცვეთის მიმართ მედეგობის საუკეთესო შედეგით გამოირჩეოდა სალი ანოდირებით ($0,25 \text{ а/ს}^2$ დენის სიმკვრივისა და 15 წთ ხანგრძლივობის პირობებში) მიღებული დანაფარები. გარდა ამისა, ასეთი დანაფარები არ ხუნდება და ინარჩუნებს შავ ფერს რთულ კლიმატურ პირობებში გამოცდების შემდგაც [8].

ამრიგად, ჩატარებულმა კვლევებმა ცხადყო, რომ B95 მარკის (AlZn6MgCu) ალუმინის შენადნობის ზედაპირზე შავი ცვეთამედეგი დანაფარის მისაღებად საჭიროა:

ნიმუშების ზედაპირის მომზადება – გაუცხიმოება აცეტონით, მოწამვლა კაუსტიკური სოდის 9–10 და აზოტმჟავას 10–15%-იან წყალსსნარებში;

სალი ანოდირება – ელექტროლიზური ოქსიდირება მინის აბაზანაში $5,0^\circ\text{C}$ -ზე ნაკლებ ტემპერატურაზე, სადაც გამოყენებულია ალუმინის სადენები, მჭიდრო კონტაქტი, ტყვიის ფურცლის კათოდი, ელექტროლიტად გოგირდმჟავას 18%-იანი წყალსსნარი. ოქსიდირება მიმდინარეობს $0,25 \text{ а/ს}^2$ დენის სიმკვრივისა და 15–20 წთ ხანგრძლივობის პირობებში;

ქიმიური შედება – ანილინის შავი სადებავის 1–1,5%-იან წყალსსნარზი $50–60^\circ\text{C}$ ტემპერატურაზე.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА:

1. Хасуй А. Техника напыления. (Пер. с японского Масленникова С. Л.), М.: Машиностроение, 1975.
2. Кудинов В.В., Иванов В.М. Нанесение плазмой тугоплавких покрытий. М.: Машиностроение, 1981.
3. «Warm spraying - a novel coating process based on high-velocity impact of solid particles» Sci. Technol. Adv. Mater. 9 (2008) 033002
4. Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревутский В.М. Электроискровое легирование металлических поверхностей. Кишинев: Штинца, 1985.
- 5 . V.B. Tarelnik, V.S. Martsinkovsky, V.G. Gritsenko. Hardening and reconditioning of main compressor parts by electroerosion alloying followed by plastic deformation. 5th International Symposium INSYCONT '98 Energy and environmental aspects of tribology Cracow, Poland, 1998, p. 179-180.
6. Брынзан А.П., Канцер Ч.Т., Каплин В.А. Применение микродугового оксидирования для получения диэлектрических покрытий на деталях из алюминия и его сплавов // Электронная обработка материалов, №3, 1990, с. 20-21.
7. Джабуа З.У., Табатадзе И.Г., Купреишвили И.Л., Бжалава Т.Л., Гигинеишвили А.В. Приготовление пленок некоторых сульфидов и антимонидов редкоземельных элементов и их механические свойства // Международная научно-техническая конференция "Новые технологии в современной промышленности". Тб., 2010.
8. ვ. ღარიბაშვილი, ვ. მეტრეველი, ვ. გოზალიშვილი, ზ. მირიჯანაშვილი, ა. კანდელაკი. დურალუმინის ანოდური ტექსიდირება და გაშავება // საქ. მეცნ. ეროვნ. აკად. მაცნე. ქიმიის სერია, ტ. 39, №3-4, 2013.

დურალუმინის ზედაპირის დაფარვა შავი, ცვეთამედები ვენით

ვ. ღარიბაშვილი, ვ. მეტრეველი, ზ. მირიჯანაშვილი, ზ. ჯაბუა, ი. კუპრეიშვილი
(ვ. თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: ალუმინის შენადნობის AlZn6MgCu ზედაპირის გაშავება განხორციელდა მისი ანოდირებით და შემდგომი შედებვით. საუკეთესო დამცავი თვისებები ცვეთისა და გახუნების (გაფერმურთალების) მიმართ აღმოაჩნდა გოგირდმჟავას სსნარში სალად ანოდირებულ ($<5^{\circ}\text{C}$) და ანილინის შავი საღებავით შედებილ ნიმუშებს.

MATERIALS SCIENCE

COATING OF DURALUMIN SURFACE BY BLACK, WEAR- RESISTANT LAYER

V. Garibashvili, V. Metreveli, Z. Mirijanashvili, Z. Jabua, I. Kupreishvili

(F. Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science)

Rezume: The blackening of the AlZn6MgCu aluminum alloy was done by the method of anodizing and colouring. The samples, which were hard anodized in sulfuric acid solution ($<5^{\circ}\text{C}$) and coloured by black aniline dye have the best protective properties against wear and fading.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ПОКРЫТИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЮРАЛЮМИНИЯ ЧЕРНЫМ ИЗНОСОСТОЙКИМ СЛОЕМ

В. Гарибашвили, В. Метревели, З. Мириджанашвили, З. Джабуа, И. Купреишвили

(Институт metallurgii и материаловедения им. Ф. Тавадзе)

Резюме: Методом анодирования и окраски осуществлено чернение алюминиевого сплава AlZn6MgCu. Лучшими защитными свойствами против износа и обесцвечивания обладают образцы, твердоанодированные ($<5^{\circ}\text{C}$) в растворе серной кислоты и окрашенные черным анилиновым красителем.

ერბიუმის მონოტელურიდის ზირების მიღება, მათი ოპტიკური და ელექტრული თვისებები

ზ. ჯაბუა, ი. ტაბატაძე, ა. გიგინეიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

კომპონენტების ორი დამოუკიდებელი წყაროდან ვაკუუმურ-თერმული აორთქლების მეთოდით პირველად ჩევნთან (სტუის ფიზიკის დეპარტამენტში) დამუშავდა ერბიუმის მონოტელურიდის თხელი ფირების დამზადების ტექნოლოგია. ერბიუმის ასაორთქლებლად გამოყენებული იყო ელექტრონულ-სხივური ამაორთქლებელი, ხოლო ტელურის ასაორთქლებლად – ჯოულის გამხურებელი. დაფენის პროცესში ერბიუმისა და ტელურის აორთქლება ხდებოდა, შესაბამისად, ~1800 K და 795 K ტემპერატურებზე. ამაორთქლებლების დაშორება ფუძეშრიდან შეადგენდა, შესაბამისად, 55 და 40 მმ-ს. ამაორთქლებლების დარღების დახრის კუთხები ფუძეშრის ნორმალის მიმართ ერბიუმისათვის ~20°-ის, ხოლო ტელურისათვის ~35°-ის ტოლი იყო. ფირის დაფენის სიჩქარე იცვლებოდა ~30–45 Å/°C ფარგლებში, ფუძეშრის ტემპერატურა კი – 750–1200 K ფარგლებში. ფუძეშრის ოპტიმალურზე დაბალი ტემპერატურა ხელს უშლიდა ადსორბირებული ატომების თანაბარ განაწილებას, რაც იწვევდა მათ დაჯგუფებას სხვადასხვა სისქის „კუნძულებად“. მაღალ ტემპერატურებზე ხდებოდა ახლად გამოლექილი ატომების მოწყვეტა ფუძეშრიდან და მათი აორთქლება. მრავალჯერადი ცდებით დადგინდა, რომ ErTe ფირის დაფენისათვის ფუძეშრის ოპტიმალური ტემპერატურა არის ~1125 K.

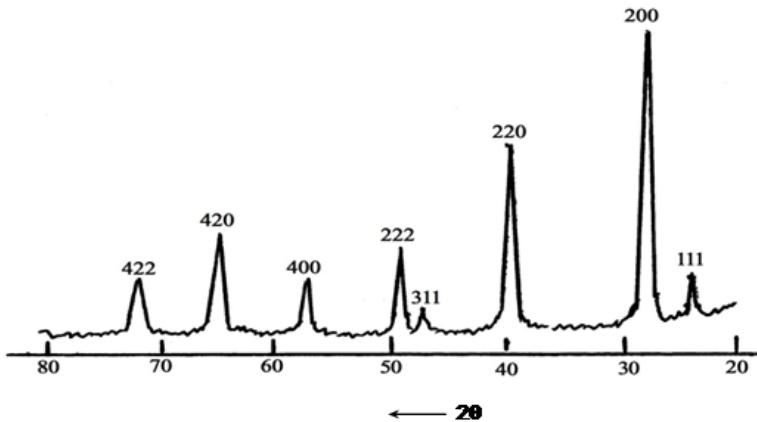
საჭირო მასალებად გამოყენებული იყო ტერ-1 მარკის ერბიუმი (კონტროლირებადი მინარევების La, Ce, Nd ჯამური შემცველობით: Ta ან Mo ≤0.2, Fe≤0.01%, Ca≤0.01%, Cu≤0.01%, Ta≤0.02%) და Te მარკის ტელური (99,999 % ტელურის შემცველობით).

მიღებული ფირების ფაზურ შედგენილობასა და კრისტალურობაზე, დაფენის ტემპერატურისა და ფუძეშრის მასალის ზემოქმედებაზე შესწავლა ხდებოდა რენტგენოდიფრაქტორული და ელექტრონოგრაფიული მეთოდებით. აღმოჩნდა, რომ ფუძეშრის მასალა პრაქტიკულად არავითარ ზეგავლენას არ ახდენს მიღებული ფირების კრისტალურობაზე.

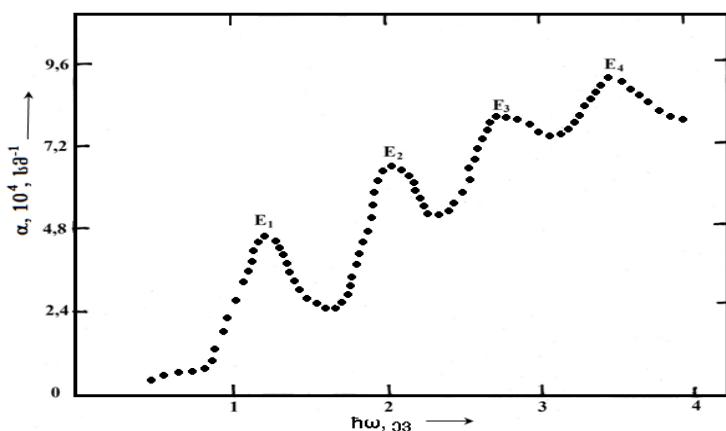
ფუძეშრების 1125 K-ზე დაბალ ტემპერატურებზე მიღებული ფირების ზედა ფენები ცალკე ფაზის სახით შეიცავდა Er ლითონურ ჩანართებს. ზედაპირული ფენების მომდევნო ფენები წარმოადგენდა სამარიუმის მონოტელურიდის კრისტალებს. 1125 K-ზე უფრო მაღალ ტემპერატურაზე ფირები შეიცავდა ორ ფაზას: ზედაპირული ფაზა წარმოადგენდა ერბიუმის 1,5-იან ტელურიდს, ხოლო ქვედა ფაზები – საკუთრივ ერბიუმის მონოტელურიდს. მხოლოდ ფუძეშრის 1125 K ტემპერატურაზე გახდა შესაძლებელი ერბიუმის მონოტელურიდის ერთფაზა ფირების მიღება. მხოლოდ ზედაპირული ძალიან თხელი ფაზა შეესაბამებოდა ერბიუმის 1,5-იან ტელურიდს, რაც გამოწვეული იყო იმით, რომ ხშირად ვერ ხერხდებოდა მომზადებული ფირების დაცვა ტელურის ორთქლისაგან.

ამ ზედაპირული ფენის მოცილება ხდებოდა მექანიკური პოლირებით ალმასის პასტის მეშვეობით, რომლის მარცვლების ზომები ძალიან მცირე იყო. თუმცა ეს იწვევდა ფირის ზედაპირის ამორფულობას დაახლოებით $5 \cdot 10^{-9}$ მ სისქეზე (ელექტრონოსკოპული გამოკვლევებით). როგორც ელექტრონოგრაფიულმა და რენტგენოდიფრაქტორულმა კვლევებმა დაადასტურა, ამგვარად დამუშავებელი ფირები ადარ შეიცავს ერბიუმის 1,5-იანი ტელურიდის კვალს. ცხადია, ასეთ შემთხვევებში სასურველია ელექტროქიმიური მომწამლავი ნივთიერების გამოყენება, მაგრამ სამეცნიერო ლიტერატურაში არ მოიპოვება მონაცემები

ბი აღნიშნული ნივთიერების არსებობის შესახებ. ერბიუმის მონოტელურიდის 1125 K ტემპერატურაზე მიღებული ფირის რენტგენოლიფრაქტოგრამა მოცემულია 1-დ ნახ-ზე. ფირებს აქვს კარგად ჩამოყალიბებული სუფრის მარილის სტრუქტურა გისოსის მუდმივათი $a=6.03\text{\AA}$, რაც ზუსტად შეესაბამება სამეცნიერო ლიტერატურაში მოცულობითი კრისტალების შესახებ არსებულ მონაცემებს [1].



ნახ. 1. ErTe თხელი ფირის რენტგენოლიფრაქტოგრამა
(ფუძეშრე – საფირონი, ფირის სისქე – 1.1 მკმ)

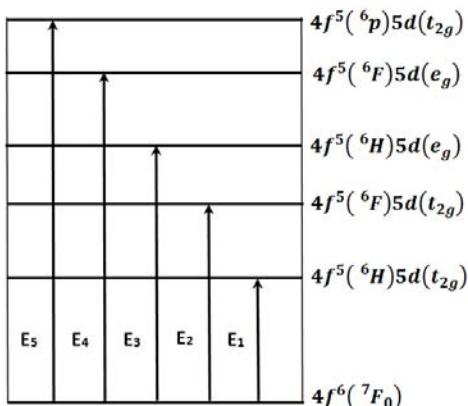


ნახ. 2. ErTe თხელი ფირის შთანთქმის სპექტრი

ოთახის ტემპერატურაზე ფოტონების ენერგიათა შეალედში (0.5–4.5 ევ) შესწავლილ იქნა მიღებული ფირების შთანთქმის სპექტრი. ტიპური სპექტრი მოყვანილია მე-2 ნახ-ზე. როგორც ნახაზიდან ჩანს, კარგადაა გამოკვეთილი შთანთქმის ძლიერი ოთხი ზოლი – 1, 2, 3 და 4; ენერგიების მაქსიმუმია, შესაბამისად, 1.2, 2.0, 2.8 და 3.5 ევ. რადგან ერბიუმის ტელურიდის ზონური აგებულების სქემა არ არსებობს, ამ შემთხვევაში შეგვიძლია ვისარგებლოთ [2] ნაშრომში სამარიუმის მონოჰალკოგენიდების ანალიზისათვის გამოყენებული მეთოდიკით, რომელიც ეფუძნება შეტვესელის [3] მიერ ევროპიუმის მონოჰალკოგენიდისათვის შედგენილი ზონური აგებულების სქემას [4] და CaF_2 -ში, SrCl_2 -სა და სხვა კრისტალებში მინარევის სახით შეყვანილი ორვალენტიანი სამარიუმის იონის შთანთქმის სპექტრს [5, 6]. ამ სქემის მიხედვით, შთანთქმის კიდე და შთანთქმის პირველი მაქსიმუმი განპირობებულია 4f ელექტრონების ელექტრონული გადასვლებით ქვედა 5d(t_{2g}) ზონაში, რომელსაც მდგომარეობის სიმკვრივის ორი მაქსიმუმი აქვს, ხოლო E_3 მაქსიმალური ენერგიის მქონე ზოლი დაკავშირებულია ელექტრონულ გადასვლებთან ზედა 5d(e_g) ზონაში, რომელსაც სპინ-

ორბიტული გახლების შედეგად ასევე აქვს მდგომარეობის სიმკვრივის ორი მაქსიმუმი. [6] ნაშრომში მოცემულია SmX შთანთქმის სპექტრის ოდნავ განსხვავებული ინტერპრეტაცია. სრული პამილტონიანი სამარიუმის ორგალენტიანი იონის $4f^5d$ აგზნებული მდგომარეობა ასე ჩაიწერება: $H=H(0)+H_{\text{zz}}(\text{d})+H_{\text{xx}}(\text{t})+H_{\text{yy}}(\text{f})+H_{\text{zz}}(\text{f},\text{d})+H_{\text{yy}}(\text{d})+H_{\text{zz}}(\text{f})$, სადაც H_{zz} , H_{yy} და H_{xx} აღნიშნავს პამილტონიანში, შესაბამისად, კრისტალური ველის ელექტროსტატიკური განზიდვის სპინ-ორბიტულ ურთიერთქმედებას. [7]-ის თანახმად, შეიძლება ბოლო სამი წევრი უგულებელვყოთ. პირველი მიახლოებით შეიძლება ასევე უკუვაგდოთ $H_{\text{yy}}(\text{f})$ წევრი, ვინაიდან f ელექტრონების სპინ-ორბიტული კავშირი, ალბათ, მცირება.

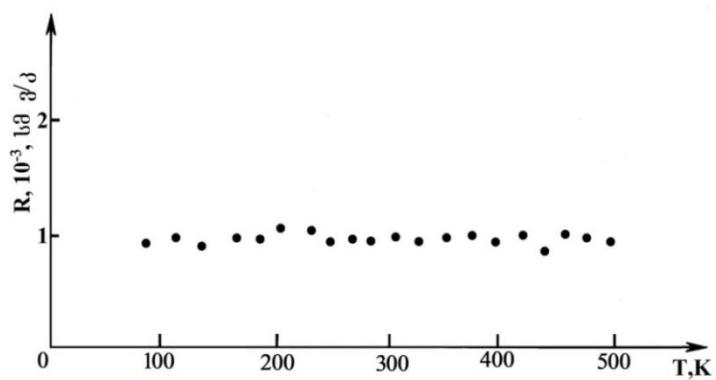
კულონური ურთიერთქმედება ნაწილობრივ სინის მისივე $4f$ -ის გადაგვარებას, ქმნის ${}^6\text{H}$, ${}^6\text{F}$ და ${}^6\text{P}$ სექსტეტებს. მე-3 ნახ-ზე მოვანილია სამარიუმის ორგალენტიანი იონის ენერგეტიკულ მდგომარეობათა დონეების სქემა სამარიუმის მონოპალკოგენიდებში. ყოველივე ამის გათვალისწინებით ErTe შთანთქმის სპექტრების იდენტიფიკაცია შეიძლება მოხდეს შემდეგი ელექტრონული გადასვლებით მირითადი $4f^6({}^7\text{F}_0)$ მდგომარეობიდან: $E_1 = 4f({}^6\text{H})5d(t_{2g})$, $E_2 = 4f({}^6\text{F})5d(t_{2g})$, $E_3 = 4f({}^6\text{H})5d(e_g)$, $E_4 - 4f({}^6\text{F})5d(e_g)$.



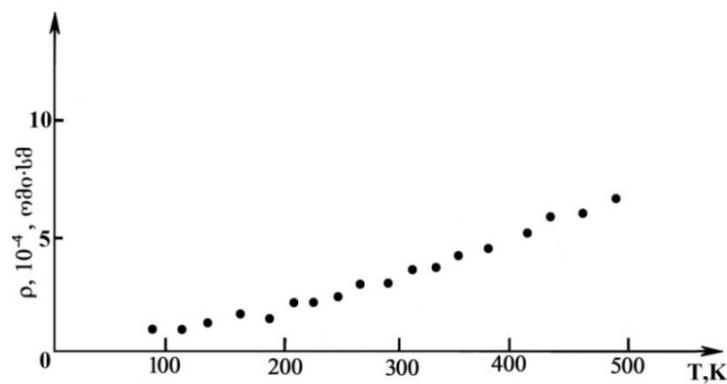
**ნახ. 3. Sm^{+2} ენერგეტიკული დონეების
სქემა მონოპალკოგენიდებში**

100–500 K ტემპერატურულ ინტერვალში შესწავლილია ErTe ფირების ჰოლის მუდმივას, კუთრი წინადობისა და თერმული ემბ-ის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება (ნახ. 4–6). ყველა გაზომვა ჩატარებულია ერთსა და იმავე ერთფაზა ErTe ფირებზე, რომელიც დაფენილი იყო სიტალის ფუძეშრეზე. ჰოლის მუდმივა გაზომილ იქნა მუდმივი დენისა და მუდმივი მაგნიტური ველის პირობებში (მაგნიტური ველის დაბაბულობა – 20 000 ერსტედი), ხოლო ელექტრონულობა – კომპენსაციური მეთოდით; თერმული ემბ გაზომილ იქნა აბსოლუტური მეთოდით და შეტანილ იქნა სპილენძის თერმული ემბ-ის შესწორება. ჰოლის მუდმივას გაზომვის სიზუსტე შეადგენდა ~8–10 %-ს, ხოლო კუთრი წინადობის და თერმული ემბ-ისა – ~4–5 %-ს.

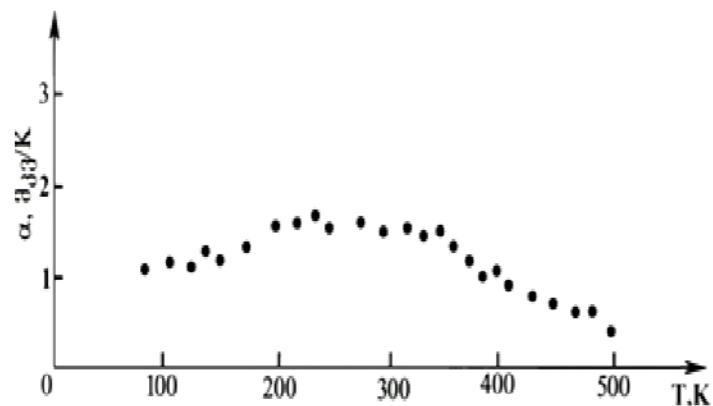
ცდების შედეგად დადასტურდა, რომ ჰოლის მუდმივას ნიშანი შეესაბამება ი ტიპის გამტარობას და ის ტემპერატურის მიხედვით არ იცვლება (ნახ. 4), რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ელექტრონების კონცენტრაცია მუდმივია. მე-5 ნახ-დან ჩანს, რომ კუთრი წინადობა ტემპერატურის მიხედვით თითქმის წრფივად იზრდება. ყოველივე ეს საფუძველს გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ სამვალენტიანი იმე-ს (იშვიათ მიწათა ელემენტები) ტელურიდების ელექტრული თვისებების აღწერისას შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ერთვალენტიანი ლითონის მოდელი. მე-7 და მე-8 ნახ-ებზე მოცემულია ErTe ფირების ელექტრონების კონცენტრაციისა და მკრადობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე.



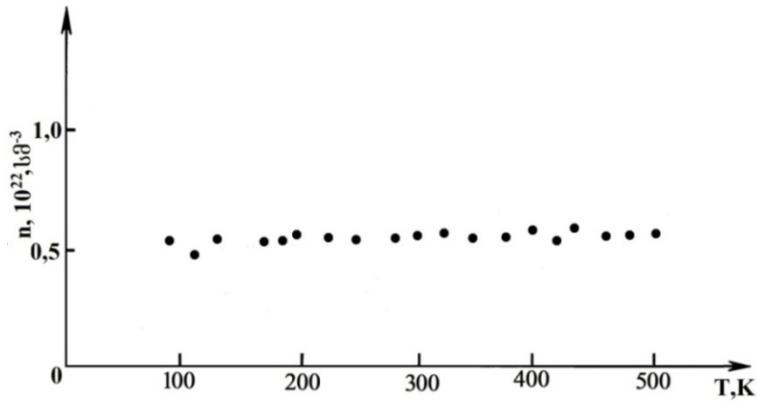
ნახ. 4. ErTe თხელი ფირში პოლის მუდმივას
დამოკიდებულება ტემპერატურაზე



ნახ. 5. ErTe თხელი ფირის გუთრის წინაღობის
დამოკიდებულება ტემპერატურაზე



ნახ. 6. ErTe თხელი ფირის თერმული ემბ-ის
დამოკიდებულება ტემპერატურაზე



ნახ. 7. ErTe თხელი ფირის ელექტრონების კონცენტრაციის
დამოკიდებულება ტემპერატურაზე

როგორც ამ ნახაზებიდან ჩანს, ელექტრონების კონცენტრაცია 10^{22} სმ⁻³ რიგისაა და ის მუდ-
მივია, ძვრადობა კი ტემპერატურის გაზრდით მცირდება. აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ ErTe ფი-
რების თერმულ ემბ-ს აქვს დადებითი ნიშანი და მისი დამოკიდებულება ტემპერატურაზე რთული
ხასიათისაა (ნახ. 6).

ცნობილია, რომ თერმული ემბ ითვლება მასალის ელექტრონული თვისებების ყველაზე მგრძ-
ნობიარე კინეტიკურ თვისებად. ერთხონიანი ლითონებისათვის მუხტის ერთი ტიპის გადამტანების
შემთხვევაში თერმული ემბ-ის კოეფიციენტი ასე ჩაიწერება:

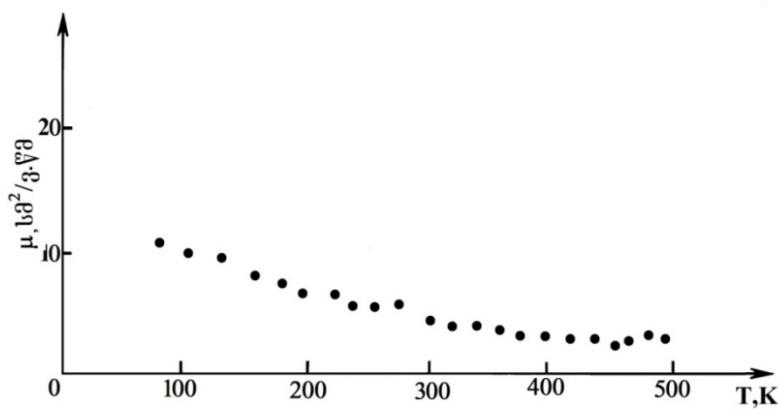
$$\alpha = \frac{\pi^2 k_0^2 T}{3e} \left[\frac{\delta \ln \sigma(\varepsilon)}{\delta \varepsilon} \right]_{\varepsilon=\xi},$$

სადაც ϵ ელექტრონის მუხტია, T – აბსოლუტური ტემპერატურა, σ – ელექტროგამტარობა. თეო-
რიულად ცნობილია, რომ ელექტროგამტარობის დასადგენად საჭიროა ვიცოდეთ, თუ როგორ
იცვლება $\sigma(\varepsilon)$ ფერმის დონეზე დამოკიდებულებით და ამის შემდეგ უნდა ვიპოვოთ $\sigma(\varepsilon)$ წარმოებული
 ε -ის მიხედვით $\varepsilon = \xi$ -თვის, სადაც ξ ფერმის ფაქტობრივი დონეა. ამ შემთხვევაში $\sigma(\varepsilon)$ -ის სიდიდე
განისაზღვრება როგორც მუხტის გადამტანების ცვლილებით, რომლებიც შეიძლება გაიბნენ, ასევე
მათი თავისუფალი განარბენის სიგრძის λ ცვლილებით აგაზიომპულსისაგან დამოუკიდებლად:

$$\alpha = \frac{\pi^2 k_0^2}{3e} \left[\frac{\delta \ln \lambda}{\delta \varepsilon} + \frac{\delta \ln S}{\delta \varepsilon} \right]_{\varepsilon=\xi},$$

სადაც S ფერმის ზედაპირის ფართობია.

ამრიგად, თერმული ემბ შედგება ორი წევრისაგან, რომელთაგან პირველი დაკავშირებულია
მუხტის გადამტანების გაბნევასთან, ხოლო მეორე – ბრილუენის ზონის აგებულების თავისე-
ბურებასთან. ამ ორი წევრის კომბინაცია განსაზღვრავს თერმული ემბ-ის ნიშანს და სიდიდეს.
აღსანიშნავია, რომ საილენძის, ვერცხლის, ოქროსა და სხვა ერთვალენტიანი ლითონების თერმული
ემბ-ის ნიშანი დადებითია, მაშინ როდესაც პოლის მუდმივას აქვს უარყოფითი ნიშანი [2]. ასეთივე
ეფექტი შეიძლება ტემპერატურის მონოსულფიდისათვის [8]. ამასთან, ჯ. რობინსონის მიხედვით [9],
თა-
ვისუფალი ელექტრონების მოდელისთვისაც $\lambda(\varepsilon)$ -ს შეიძლება პქონდეს უარყოფითი ნიშანი $\frac{\delta \ln \lambda}{\delta \varepsilon}$
წევრში, ხოლო თერმულ ემბ-ს – დადებითი ნიშანი.



ნახ. 8. $ErTe$ ოხელი ფირის ელექტრონების ძვრადობის
დამოკიდებულება ტემპერატურაზე

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავუშვათ, რომ სამვალებრივი იმე-ის მოხო-
ჯალგობრივიდების თერმული ემბ-ის ქცევა არ ეწინააღმდეგება ერთვალენტრიანი ლითონებისათვის
შექმნილ მოდელს.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА:

1. Ярембаш Е.И., Елисеев А.А. Халькогениды редкоземельных элементов. М.: Наука, 1975.
2. Голубков А.В., Гончарова Е.В., Жузе В.П., Логинов Г.М., Сергеева В.М., Смирнов И.А. Физические свойства халькогенидов редкоземельных элементов. Л.: Наука, 1973.
3. S. Methfessel, F. Holtzberg, T.R. McGuire. Electronic structure of REE monohalcogenides. IEEE Trans. Magnetics. Mag. 2, 1996, p. 305 – 310.
4. Каплянский А.А., Феофилов П.П. Спектр поглощения иона самария в CaF_2 // Опт. и спектр, т.13, 1992, с.129-134.
5. Арсеньева А.Н. Внешний фотоэффект с полупроводников и диэлектриков. М.: Наука, 1997.
6. R. Suryanarayanan, C. Paparoditis, Ferre. Briat B. Absorption spectrum of some REE halogenides. J. Appl. Phys, vol. 43, 1998, p. 4103-4108.
7. W. J. Freiser, S. Methfessel, F. Holtzberg. Optical Studies of Samarium Halcogenides. J. Appl. Phys, vol. 39. 1998, p. 900-903
8. Джабуа З.У., Купреишвили И.Л., Гигинеишвили А.В. Приготовление, электрофизические и оптические свойства плёнок // Неорг.мат., 2013.
9. J.E. Robinson. Thermoelectricity in some metals. Phys. Rev., vol.161, 1986, p. 533-536.

მრგიუმის მონოტელურიდის ზირხის მიღების მიღება, მათი რატიოური და ელექტრული თვისებები

ზ. ჯაბუა, ი. ტაბათაძე, ა. გიგინეიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ფიზიკის დეპარტამენტში პირველად დამუშავდა ერბიუმის ტელურიდის თხელი ფირის მიღების ტექნოლოგია კომპონენტების ორი და მოუკიდებელი წყაროდან ვაკუუმურ-თერმული აორთქლების მეთოდით. ფირებს აქვს NaCl-ის ტიპის კუბური გისოსი. გისოსის მუდმივა $a = 6,03\text{\AA}$. ოთახის ტემპერატურაზე შესწავლილია მიღებული ფირების შთანთქმის სპექტრი და ჩატარებულია მისი ანალიზი. 100–500 K ტემპერატურულ ინტერვალში გამოკვლეულია ჰოლის მუდმივას, კუთრი ელექტროჭინადობის და თერმული ემბის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება. ნაჩვენებია, რომ ელექტროფიზიკური თვისებებით ErTe-ის ფირები უახლოვდება ლითონს.

MATERIALS SCIENCE

PREPARATION OF ERBIUM MONOTELLURIDE FILMS, AND THEIR OPTICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES

Z. Jabua, I. Tabatadze, A. Gigineishvili

(Georgian Technical University)

Resume: For the first time there was worked out the technology of preparation of thin crystalline ErTe films by vacuum-thermal evaporation from two independent source of components. Thin films had cubic crystalline structure with lattice parameters $a=6,03\text{\AA}$. There have been obtained absorption spectra of prepared films at 300 K. The electroresistivity, Hall constant and thermoelectric power of the films have been measured in the temperature range 100–500 K as function of the temperature. It is shown that ErTe is metal.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПЛЁНОК МОНОТЕЛЛУРИДА ЭРБИЯ, ИХ ОПТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

З. Джабуа, И. Табатадзе, А. Гигинеишвили

(Грузинский технический университет)

Резюме: В департаменте физики Грузинского технического университета впервые разработана технология приготовления тонких пленок ErTe методом вакуумно-термического испарения из двух независимых источников компонентов. Пленки имеют кубическую структуру типа NaCl с постоянной решетки $a=6,03\text{\AA}$. При 300 K изучен спектр поглощения и проведен его анализ. В области температур 100–500 K исследована температурная зависимость удельного электросопротивления, постоянной Холла и термо – ЭДС. Показано, что пленки ErTe по своим электрофизическим свойствам близки к металлам.

**ძალის შედგენილობისა და რელიეფის ზეგავლენის გამოკვლევა ცერძობის
მდგრადობაზე ასაშენებელი ნაგებობების და სისმური დატვირთვების
გათვალისწინებით***

პ. მენაბდიშვილი

(ლ. სამხარაულის სახელობის სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიურო; კ. ზავრიევის
სამშენებლო მექანიკის, სეისმომედგრობისა და საინჟინრო ექსპერტიზის ცენტრი)

ფერდობის მდგრადობის პრობლემამ განსაკუთრებული აქტუალურობა შეიძინა მას შემდეგ,
რაც ადამიანის ბუნებაზე ზემოქმედების შედეგად დაირღვა მათ შორის ბალანსი. კერძოდ: თავი-
სუფალი მიწის ნაკვეთების დეფიციტის გამო ძალზე გახშირდა მშენებლობისა და სოფლის მეურ-
ნეობისათვის მეწყრული ტერიტორიების ათვისება, ადამიანის საქმიანობის ინტენსიფიკაცია გეო-
ლოგიურ გარემოში, რაც იწვევს მთელ რიგ ისეთ არასასურველ მოვლენებს, როგორიცაა არსებული
მეწყრების გააქტიურება და ახლის წარმოქმნა. მსოფლიო სტატისტიკის თანახმად, თანამედროვე
ვითარებაში მეწყრების ჩამოწოლის დახსლოებით 80 % დაკავშირებულია საინჟინრო-სამუშავეო
საქმიანობასთან. ცნობილია, რომ მეწყრები არა მარტო უზარმაზარ მატერიალურ ზარალს აყენებს
მოსახლეობას, არამედ ხშირ შემთხვევაში იწვევს ადამიანის მსხვერპლსაც. მაგალითად, 1920 წელს
მიწისძვრით გამოწვეულმა მეწყერმა ჩინეთში 100000 ადამიანი იმსხვერპლა; 1963 წლის 9 ოქტომბერს
იტალიის ალპებში მდ. პიავეს ხეობაში ვაიონტის 265.5 მ სიმაღლის თაღოვანი კაშხლის მიღამოებში
განვითარებული მეწყრის შედეგად წყალსაცავის ფერდობიდან დაიძრა ქანების უზარმაზარი მასა –
240 მლნ მ³ და დაიკავა წყალსაცავის ქვაბული. გადმოღვრილმა წყალმა მთლიანად წალეპა
დასახლებული ადგილები და 3 ათასამდე ადამიანი შეიწირა; 2006 წლის თებერვალში ფილიპინებზე
მომხდარი მეწყერი გახდა 2000 ადამიანის დაღუპვის მიზეზი.

ფერდობის მდგრადობის განხილვისას სეისმური ზემოქმედების ეფექტის შესწავლა ერთ-ერთ
ძირითად საკითხს წარმოადგენს. მიწისძვრის დროს შესაძლებელია როგორც ბუნებრივი, ასევე ხე-
ლოვნური ფერდობის მეწყრული პროცესების განვითარება. გრუნტის დამკრა ძირითადად ვითარ-
დება ისეთი მიწისძვრების დროს, როდესაც მაგნიტუდა იცვლება 5.5–8.5 ფარგლებში, ხოლო ეპი-
ცენტრული მანძილი – რამდენიმე კილომეტრიდან ასეულ კილომეტრამდე. ბუნებრივ ფერდობებზე
ასეთ დროს შეიძლება განვითარდეს მეწყერი, რომელმაც, შესაძლოა, დასახლებული პუნქტების
დიდი ნგრევა და მსხვერპლი გამოიწვიოს. ეს საკითხი განსაკუთრებით აქტუალურია საქართველო-
სათვის, რომლის მთელი ტერიტორიის სეისმურობა 7–9 ბალით განისაზღვრება. მაგალითად, რაჭის
1991 წლის მიწისძვრის მაგნიტუდამ 6.9-ს მიაღწია, ხოლო 2009 წლისამ – 6.0-ს. უინგალის მიწის
კაშხალზე, რომლის ფერდობების სეისმური მდგრადობის უზრუნველყოფა უაღრესად აქტუალურია,
ბევრი რამეა დამოკიდებული, მათ შორის თბილისის წყალმომარაგებაც. თვით თბილისში მიწის
ნაკვეთების უკმარისობისა და ინფრასტრუქტურის განვითარების გამო აქტიურად მიმდინარეობს
მაღლივი კორპუსების მშენებლობები, რომლებიც ძირითადად ფერდობების ათვისებით ხდება. შენო-

* პროექტი განხორციელდა შოთა რუსთაველის სახელობის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი 11/09). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორს და შესაძლებელია არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის სახელობის საქართველოს ეროვნული სამეც-
ნიერო ფონდის შეხედულებებს.

ბების უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის აუცილებელია მშენებლობის დაწყებამდე ფერდობების ყოველმხრივი გამოკვლევა და მათი სეისმური მდგრადობის უზრუნველყოფა.

ფერდობების მდგრადობის შეფასების ყველაზე გავრცელებული მეთოდებით მიღებული გაანგარიშებები დაკავშირებულია მთელი პროცესის მნიშვნელოვან სქემატიზაციასთან, რომელიც ხშირად იწვევს საანგარიშო სქემის გადახრას რეალური მდგომარეობიდან, რასაც საბოლოოდ ფერდობის მდგრადობის არასწორი შეფასება მოხდებს. ეს ძირითადად გამოწვეულია სრიალის ზედაპირის უფრო რთული კონფიგურაციით, ვიდრე ამას გაანგარიშება ითვალისწინებს; ან ნამდვილი გადანაცვლება ხდება არა ერთ ზედაპირზე, არამედ იმ ზონის ფარგლებში, სადაც არის დაბალი სიმტკიცის გრუნტები ან მდვრელ ძაბვებს აქვს გადიდებული მნიშვნელობები. გაანგარიშების უმრავლესობაში სრულად არ არის გათვალისწინებული სრიალის ზონაში დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა (დდმ), ძაბვების გადანაწილება და მისი გავლენა გრუნტების ფორმირებასა და სიმტკიცეზე. მიუხედავად ასეთი გაანგარიშებების შედარებითი სიმარტივისა, ფერდობის მიღებული მდგრადობის შეფასება უმეტესად არასაიმედოა. ყველაზე უტყუარი შედეგები მიიღება მასივების ერთგვაროვანი ქანების შედგენილობისას და ფერდობის ზედაპირის შედარებით მარტივი კონფიგურაციის დროს. გეოლოგიური აგებულების არაერთგვაროვნების გათვალისწინების აუცილებლობის, გადანაცვლების მექანიზმის და სრიალის ზედაპირის არარსებობის გამო ზემოთ ნახსენები გაანგარიშებები რთულდება და ხშირად უსარგებლო ხდება. ყველა ეს გაანგარიშება შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მკაცრად იქნება დაცული მათზე დაფუძნებული გამარტივებები და დაშვებები.

ჩვენი აზრით, ყველაზე პერსპექტიულია ფერდობის მდგრადობის გაანგარიშების ის მეთოდები, რომლებიც დაფუძნებულია ქანების სიმტკიცისა და ძაბვების ველის შეპირისპირებაზე და აქედან მდგრადობის ველის მიღებაზე. ამგვარად დასმული ამოცანა დაიყვანება შესასწავლი მასივის თითოეულ წერტილში მდვრელი τ_1 და τ_2 ინტეგრალური მნიშვნელობების მოძებნაზე, მათ განპირობებულობაზე და $K_{\text{მდ.}}$ -ის კერძო და მთლიანი ველის მნიშვნელობების მიღებაზე.

მასივების დღმ ამოცანის გადასაწყვეტად ყველაზე პერსპექტიულია მოდელირების მეთოდები, რომლებიც დაფუძნებულია იმ დიფერენციალური განტოლებების გადაწვებიზე, რომლებიც აღწერენ ამ მდგომარეობას ფიზიკური მეთოდებით მოდელირებისა და კომპიუტერის გამოყენებით. ამჟამად ამ გამოკვლევების საფუძვლად ძირითადად გამოყენებულია სასრულ ელემენტოა მეთოდი (სემ), რომელიც წარმოადგენს თანამედროვე მმლავრ, უნივერსალურ რიცხვით მეთოდს რთული სამეცნიერო-ტექნიკური ამოცანების გადასაწყვეტად.

წარმოდგენილ ნაშრომში განხილულია ჩვენ მიერ დამუშავებული ფერდობის გაანგარიშების მეთოდიკა სემ-ის გამოყენებით. მასზე ასაგები ნაგებობების ურთიერთქმედების გათვალისწინებით გაანგარიშება სრულდება ბიჯურ-იტერაციული მეთოდით გრუნტის ფიზიკურად არაწრფივი სასრული ელემენტის გამოყენებით. გრუნტების თავისებურებების გათვალისწინება ხდება მაქსიმალური მხები ძაბვებისთვის მორიკულობის დამოკიდებულების საფუძველზე

$$\sigma_1 - \sigma_2 \leq -\sin \varphi (\sigma_1 + \sigma_2) + 2R_s \cos(\varphi).$$

როდესაც მთავარი N_1 და N_2 ძაბვები აგმოყვილებს $N_1 \leq R_s$, $N_2 \leq R_s$ უტოლობებს, მაშინ სრულდება წრფივი გაანგარიშება, წინააღმდეგ შემთხვევაში გაანგარიშება ხდება იტერაციული პროცესით.

საწყის მონაცემებად გრუნტის სასრულ ელემენტში გამოიყენება შემდეგი სიდიდეები: E – დრეგადობის მოდელი, V – პუასონის კოეფიციენტი, R_0 – მოცულობითი წონა, R_C – ძვრის შეჭიდულობა, R_s – ზღვრული ძაბვა გაჭიმვის დროს, φ – შიგა ხახუნის კუთხე.

ამოცანა განიხილება ბრტყელი დეფორმაციის სქემით, რომელშიც გათვალისწინებულია ძვრა.

საკვლევ მბიუქტს წარმოადგენს ფერდობი, რომელზედაც შენდება მრავალსართულიანი სახლი. ფერდობი შედგება სამი ზონისაგან; ესენია: ძლიერ გამოფიტული ქანები, გამოფიტული ქანები და სუსტად გამოფიტული ქანები.

მირითადი მოდელის დამუშავებამდე შესრულდა რამდენიმე ტესტური ამოცანა სხვადასხვა სასახლდერო პირობით, სადაც მოდელირებულ იქნა როგორც ქვიშაქვის, ასევე არგილიტების ფენაც. ამ მოდელებში სასრული ელემენტების ზომა ქვიშაქვისათვის და არგილიტისათვის სიგრძით 0.7 მ-ია, ხოლო სიგანით – 0.5 მ. აღნიშნულ ტესტურ ამოცანებში მოდელის მუშაობის შესაფასებლად შესრულდა გაანგარიშების მრავალი ვარიანტი. კერძოდ, იცვლებოდა როგორც სასახლდერო პირობები, ასევე ქვიშაქვის და არგილიტის ფენების საწყისი მონაცემები.

მიღებული შედეგებიდან აშკარად ჩანს, რომ შესაძლო სრიალის ზედაპირებს არგილიტის შრეები წარმოადგენს. ამ შედეგების გულდასმითი ანალიზის შედეგად შემუშავებულ იქნა ფერდობის ძირითადი საანგარიშო მოდელი, რომელიც შექმნილია გეოლოგიური გამოკვლევების მონაცემების მიხედვით. რეალიზებულ იქნა სასრულ ელემენტთა მეთოდის უპირატესობა სხვა მეთოდებთან შედარებით. კერძოდ, საანგარიშო მოდელი მაქსიმალურად იქნა მიახლოებული რეალურ მდგომარეობასთან: მოდელი ზუსტად აღწერს ფერდობის პროფილს, ფენების დახრილობას, რომელიც 40°-ს შეადგენს, მასზე არსებული ხიმინჯების განლაგებას და მათ გეომეტრიას. ასევე მთლიან ჭრილში მოდელირებულია ქვიშაქვისა და არგილიტის ფენების ურთიერთონაცვლეობა.

მიღებული დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის შესაბამისად გამოითვლება მთავარი ძაბვები ელემენტის შუა ზედაპირის სიმძიმის ცენტრში:

$$N_{1,2} = \frac{N_a + N_z}{2} \pm \left(\left(\frac{N_a + N_z}{2} \right)^2 + T_{xz}^2 \right)^{1/2},$$

უდიდესი N_1 მთავარი ძაბვის კუთხის დახრილობაა X_1 ღერძის მიმართ:

$$\varphi = \arct \left(\frac{N_1 - N_a}{T_{xz}} \right).$$

მიღებული მთავარი ძაბვების საშუალებით ხდება ჭრილის მდგრადობის შეფასება. სასახლდერო პირობებია: კვეთის ძირის ჩამაგრება Z-ის მიმართულებით, ხოლო გვერდითი მხარეებისა – X-ის მიმართულებით.

გაანგარიშება შესრულებულია ორი დატვირთვის შემთხვევაში. პირველი, როდესაც ფერდობზე მოქმედებს ნაგებობისაგან გადაცემული დატვირთვა 8-ბალიანი სეისმურობის გათვალისწინებით და მეორე, როდესაც ფერდობზე მოქმედებს მხოლოდ საკუთარი მასა.

ქანების შედგენლობისა და რელიეფის ზეგავლენის შესასწავლად, ასევე საძირკვლის ტიპის შესარჩევად რიცხვითი ექსპერიმენტების საშუალებით შესრულებულ იქნა გაანგარიშების 10 ვარიანტი; კერძოდ, როდესაც საძირკვლის მოწყობა ხდება:

1. მესამე (სუსტად გამოფიტულ) შრეზე ხიმინჯებით (ხიმინჯებზე მოსული დატვირთვებით – 193 ტ, 229 ტ, 211 ტ და 153 ტ); პირველი და მეორე შრე (ძლიერ გამოფიტული ქანები და გამოფიტული ქანები) მოდელირებულია, როგორც 15 % ქვიშაქვის შემცველი არგილიტები. შენობის მარჯვნივ მდებარე გამოფიტული ფენა მოჭრილი;

2. მესამე (სუსტად გამოფიტულ) შრეზე ხიმინჯებით (ხიმინჯებზე მოსული დატვირთვები – 193 ტ, 229 ტ, 211 ტ და 153 ტ); პირველი და მეორე შრე (ძლიერ გამოფიტული ქანები და გამოფიტული ქანები) მოდელირებულია, როგორც 15 % ქვიშაქვის შემცველი არგილიტები. შენობის მარჯვნივ მდებარე გამოფიტული ფენა მოჭრილია;

3. მესამე (სუსტად გამოფიტულ) შრეზე ხიმინჯებით (ხიმინჯებზე მოსული დატვირთვები – 193 ტ, 229 ტ, 211 ტ და 153 ტ); პირველი და მეორე შრე (ძლიერ გამოფიტული ქანები და გამოფიტული ქანები) მოდელირებულია, როგორც 30 % ქვიშაქვის შემცველი არგილიტები. შენობის მარჯვნივ მდებარე გამოფიტული ფენა მოჭრილია;

4. მესამე (სუსტად გამოფიტულ) შრეზე ხიმინჯებით (ხიმინჯებზე მოსული დატვირთვები – 193 ტ, 229 ტ, 211 ტ და 153 ტ); პირველი და მეორე შრე (ძლიერ გამოფიტული ქანები და გამოფიტული

ქანები) მოდელირებულია, როგორც 30 % ქვიშაქვის შემცველი არგილიტები. შენობის მარჯვნივ მდებარე გამოფიტული ფენა არ არის მოჭრილი;

5. მესამე (სუსტად გამოფიტულ) შრეზე ხიმინჯებით (ხიმინჯებზე მოსული დატვირთვებია 193 ტ, 229 ტ, 211 ტ და 153 ტ); პირველი და მეორე შრე (ძლიერ გამოფიტული ქანები და გამოფიტული ქანები) მოდელირებულია, როგორც 30 % ქვიშაქვის შემცველი არგილიტები. შენობის მარჯვნივ მდებარე გამოფიტული ფენა მოჭრილია ნახევრად;

6. პირველ (ძლიერ გამოფიტულ) შრეზე მონოლითური რკინაბეტონის ფილაზე (დატვირთვებია 193 ტ, 229 ტ, 211 ტ და 153 ტ); პირველი და მეორე შრე (ძლიერ გამოფიტული ქანები და გამოფიტული ქანები) მოდელირებულია, როგორც 30 % ქვიშაქვის შემცველი არგილიტები. შენობის მარჯვნივ მდებარე გამოფიტული ფენა არ არის მოჭრილი;

7. პირველ (ძლიერ გამოფიტულ) შრეზე მონოლითური რკინაბეტონის ფილაზე (დატვირთვებია – 193 ტ, 229 ტ, 211 ტ და 153 ტ); პირველი და მეორე შრე (ძლიერ გამოფიტული ქანები და გამოფიტული ქანები) მოდელირებულია, როგორც 30 % ქვიშაქვის შემცველი არგილიტები. შენობის მარჯვნივ მდებარე გამოფიტული ფენა მოჭრილია;

8. მესამე (სუსტად გამოფიტულ) შრეზე ხიმინჯებით (ხიმინჯებზე მოსული დატვირთვები – 193 ტ, 229 ტ, 211 ტ და 153 ტ); პირველი და მეორე შრე (ძლიერ გამოფიტული ქანები და გამოფიტული ქანები) მოდელირებულია, როგორც 30 % ქვიშაქვის შემცველი არგილიტები, შენობის მარჯვნივ მდებარე გამოფიტული ფენა მოჭრილია. დახრილობის მხარეს ჩამაგრება მოხსნილია X-ის მიმართულებით;

9. მესამე (სუსტად გამოფიტულ) შრეზე ხიმინჯებით (მხოლოდ გრუნტის სეისმური დატვირთვები); პირველი და მეორე შრე (ძლიერ გამოფიტული ქანები და გამოფიტული ქანები) მოდელირებულია, როგორც 30% ქვიშაქვის შემცველი არგილიტები. შენობის მარჯვნივ მდებარე გამოფიტული ფენა არ არის მოჭრილი;

10. მესამე (სუსტად გამოფიტულ) შრეზე ხიმინჯებით (დატვირთვები – 193 ტ, 229 ტ, 211 ტ და 153 ტ გრუნტის სეისმური დატვირთვების გარეშე) პირველი და მეორე შრე (ძლიერ გამოფიტული ქანები და გამოფიტული ქანები) მოდელირებულია, როგორც 30% ქვიშაქვის შემცველი არგილიტები. შენობის მარჯვნივ მდებარე გამოფიტული ფენა არ არის მოჭრილი.

1-ლ და მე-2 ნახებზე მოცემულია მთავარი ძაბვების N1 და N2 ოზოველები.

ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ:

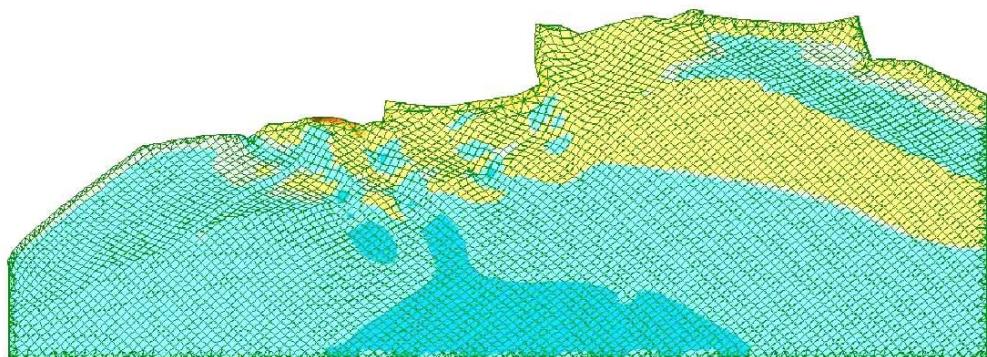
როგორც ტესტური, ასევე სხვადასხვა ვარიანტის გაანგარიშებამ ცხადყო, რომ გაანგარიშების შედეგების სიზუსტე და საიმედობა განისაზღვრება საწყისი მონაცემებით, კერძოდ E, v, R_o, R_c, R_s, φ-ის მნიშვნელობებით, ამიტომ გაანგარიშებით მიღებული შედეგების უტყუარობა მთლიანად დამოკიდებულია საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკლევების მონაცემებზე და შენობიდან გრუნტზე გადაცემულ საანგარიშო დატვირთვებზე:

ჩატარებული რიცხვითი ექსპრიმენტების საფუძველზე დადგინდა, რომ გრუნტის მასივების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის და მდგრადობის გამოკლევისას აუცილებელია ფიზიკური არაწრფივობის გათვალისწინება;

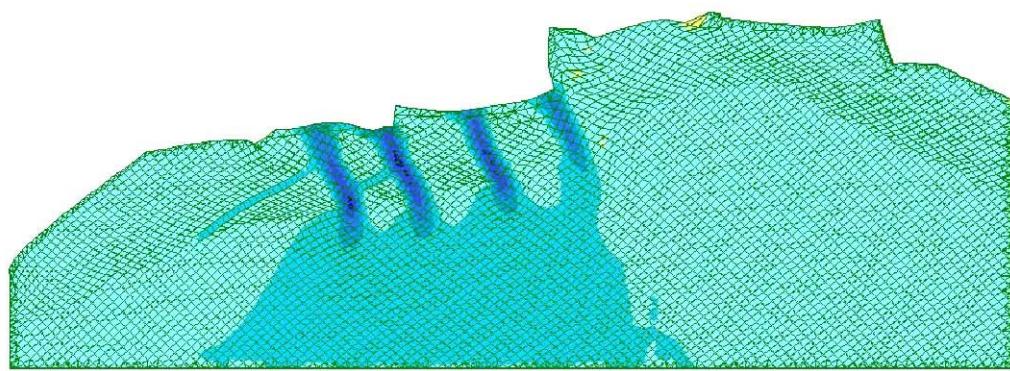
თუ შევადარებო გაანგარიშების 1-ლ, მე-2 და მე-3 ვარიანტებს, დავინახავთ, რომ ფერდობის პირველ და მეორე შრეში (ძლიერ გამოფიტული ქანები და გამოფიტული ქანები) ქვიშაქვის შემცველობის გაზრდით ძვრა 15 და 30 %-ით მცირდება და შემდეგ თითქმის მთლიანად ქრება. ამიტომ რეალური ფერდობების მდგრადობის განსაზღვრისათვის აუცილებელია ფერდობის საანგარიშო მოდელი ზუსტად ასახავდეს ფერდობის ფენების განლაგებას და მათ გეომეტრიულ ზომებს;

თუ ფერდობის დახრილობის მხარეს ნაწილობრივ მოვხსნით ჩამაგრებას X-ის მიმართულებით, მაშინ ხდება გათავისუფლებული ფენების ძვრა და წარმოიქმნება მეწყრული პროცესი. ამდენად, როდესაც ფერდობის დახრილობას ემთხვევა ფერდობში სხვადასხვა ქანის განლაგება, დახრილობის მხარეს წინასწარი გამაგრების გარეშე ფერდობის ჩამოჭრა დაუშვებელია, რადგან სხვადასხვა

ფაქტორის შედეგად (მაგალითად მიწისძვრა, ძლიერი ატმოსფერული ნალექები, მძიმე ტექნიკით გამოწვეული ვაძრაცია), შესაძლოა, მყისიერად განვითარდეს მეწყრული პროცესები, ამიტომ ასეთ შემთხვევებში აუცილებელია მშენებლობის დაწყებამდე გაანგარიშების საშუალებით ფერდობის მდგრადობის განსაზღვრა და მეწყერსაწინაღო ნაგებობის ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევა;



ნახ. 1. მთავარი ძაბვების ოზოველები (N1)



ნახ. 2 მთავარი ძაბვების ოზოველები (N2)

თუ შევადარებოთ გაანგარიშების მე-7 (საძირკველი მოწყობილია პირველ ძლიერ გამოფიტულ შრეზე, მონოლითური რეინაბეტონის ფილაზე) და მე-3 (საძირკვლი მოწყობილია მესამე სუსტად გამოფიტულ შრეზე ხიმინჯებით) ვარიანტებს, შევნიშნავთ, რომ ძვრა თითქმის მთლიანად ქრება.

ამიტომ ახალი შენობის საძირკვლის მოსაწყობად რიცხვითი ექსპერიმენტების საშუალებით შესაძლებელია საძირკვლის ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევა;

მშენებარე სახლის მარჯვნივ მდებარე ამაღლებული უბნის გამოფიტული ფენის მოჭრა აუმჯობესებს როგორც ფერდობის დაძაბულ-დეფორმირებულ მდგომარეობას, ასევე მის მდგრადობას (ი.e. გაანგარიშების მე-6, მე-5 და მე-4 ვარიანტები);

მიღებული შედეგების ანალიზი ცხადყოფს, რომ ნაგებობიდან გრუნტზე გადაცემული დატვირთვებისას 8-ბალიანი სეისმურობის გათვალისწინებით ფერდობის მდგრადობის კოეფიციენტი შეადგენს 1,8-ს, რომელიც აკმაყოფილებს სამშენებლო ნორმებით განსაზღვრული ფერდობის მდგრადობის დასაშვებ ხილიდეს, თუ მოიჭრება სახლებს შორის არსებული ამაღლებული გზის ვიწრო ზოლის გამოფიტული ფენა და შენობა დაფუძნებული იქნება სუსტად გამოფიტულ ფენაზე.

ამრიგად, წარმოდგენილი მიღომით და რიცხვითი ექსპერიმენტების საშუალებით, ასაშენებელი ნაგებობებისა და სეისმური დატვირთვების გათვალისწინებით ფერდობის ნებისმიერი რელიეფის, დახრილობის და ქანების შედეგების დროს შესაძლებელია განისაზღვროს ფერდობის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა, მდგრადობის ველი, გამოვლინდეს სრიალის ზედაპირი, დადგინდეს მდგრადობის კოეფიციენტი, შერჩეულ იქნეს საძირკვლის მოწყობის ოპტიმალური ვარიანტი და შეფასდეს მეწყერსაწინადო ნაგებობების ეფექტურობა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА:

1. Менабдишвили П. З. Исследование напряженно-деформированного состояния и оценка устойчивости склонов и откосов // X Международный симпозиум «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред». М., 2004.
2. Менабдишвили П.З. Применение метода конечных элементов для расчета тонкостенных ребристых оболочечных конструкций. Тб.: Технический университет, 2002.
3. Papuna Menabdishvili, Nelli Eremadze. Assessment of Slope Stability and Interferense of Structures Considering Seismity in Complex Engineering-Geological Conditions Using the Method of Finite Elements. 2008 Seismic Engineerig Conference Commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake, Reggio Calabria, Itali 8 – 11 July, 2008, p. 535 – 541.
4. Менабдишвили П. З. Оценка устойчивости склонов и откосов в неблагоприятных инженерно-геологических и сейсмических условиях // Международная научная конференция. Ашхабад, 12-14 июня, 2013.
5. Менабдишвили П. З. Оценка устойчивости оползневых склонов в неблагоприятных инженерно-геологических и сейсмических условиях // XI Международная научно- практическая конференция. Ялта, 9-13 сентября, 2013.
6. Ильюшин А.А. Механика сплошной среды. М.: МГУ, 1990.
7. Ухов С.Б, Семенев В.В, Знаменский В.В, Тер-Мартirosyan З.Г., Чернышев С.М. Механика грунтов, основания и фундаменты. М.: ACB, 1994.

ქანების შედგენილობისა და რელიეფის ზებავლების გამოკვლევა ვერდობის
მდგრადობაზე ასაშენებელი ნაგებობების და სისტემი დატვირთვების
გათვალისწინებით

პ. მენაბდიშვილი

(ლ. სამხარაულის სახელობის სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიურო; კ. ზავრიევის სამ-
შენებლო მექანიკის, სეისმომედგრძელისა და საინჟინრო ექსპერტიზის ცენტრი)

რეზიუმე: არახელსაყრელ საინჟინრო-გეოლოგიურ და სეისმურ პირობებში მეწყრული
ფერდობის მდგრადობის შეფასების შემოთავაზებული მეთოდიკა საშუალებას იძლევა ფერდობის
ნებისმიერი რელიეფის, დახრილობისა და ქანების შედგენილობის დროს განისაზღვროს ფერდობის
დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა და მდგრადობის კოეფიციენტი, დადგინდეს მდგრადობის
ვალი, გამოვლინდეს სრიალის ზედაპირი, შერჩეულ იქნეს საძირკვლის მოწყობის ოპტიმალური
ვარიანტი და შეფასდეს მეწყერსაწინაღო ნაგებობების ეფექტურობა.

STRUCTURAL MECHANICS

INVESTIGATION OF ROCK COMPOSITION AND RELIEF EFFECT ON THE SLOPE STABILITY CONSIDERING THE LOADINGS OF THE STRUCTURES TO BE BUILT AND SEISMIC ONES

P. Menabdishvili

(L. Samkharauli National Bureau of Forensic expertise; K. Zavriev Structural Mechanics, Seismic Stability and
Engineering Examination Center)

Resume: The methods of the slope steadiness calculation considering the mutual influence of the structures under construction in disadvantageous and seismic conditions has been elaborated using the method of finite elements. The use of the elaborated methods allows determination of the slope deformed mode at the some inclination and soil composition, the obtaining of the field of steadiness, revealing of the sliding surface, establishment of the steadiness coefficient, selection of the optimum version of the foundation for the buildings under construction and estimation of the effectiveness of the structures against the land-slide.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЛЬЕФА И СОСТАВА ПОРОД НА УСТОЙЧИВОСТЬ СКЛОНА С УЧЕТОМ ВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ И СЕЙСМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

П. Менабдишвили

(Национальное бюро судебной экспертизы им. Л. Самхараули; Центр строительной механики, сейсмостойкости и инженерной экспертизы им. К. Завриева)

Резюме: Применение разработанной методики оценки взаимовлияния возводимых сооружений на устойчивость склона и существующих зданий, в неблагоприятных и сейсмических условиях позволяет при любом наклоне и любом составе грунтов склона определить напряженно-деформированное состояние, получить поле устойчивости, выявить поверхность скольжения, установить коэффициент устойчивости, выбирать оптимальный вариант фундаментов для возводимых зданий и оценить эффективность противоползневых сооружений.

საქართველოს ბუნებრივი ცეოლითების გამოყენება საშენ მასალათა დანამატებად*

რ. სხვიტარიძე, ვ. ციციშვილი, პ. კეშელავა, გ. წინწალაძე

(ლ. სამხარაულის სახელობის სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიურო; კ. ზავრიევის სამშენებლო მექანიკის, სეისმომედეგობისა და საინჟინრო ექსპერტიზის ცენტრი)

ბუნებრივი ცეოლითები კრისტალური, ჰიდრატირებული ალუმინისილიკატებია. მათი სტრუქტურა შეიცავს სიცარიელეებს, რომლებიც თავისუფლად მოძრავი იონებითა და წყლის მოლექულებითაა დაკავებული. მათ ახასიათებთ მოლექულურ-საცრული უნარი და შეუძლიათ აქტიური მონაწილეობა მიიღონ იონმიმოცვლით რეაქციებში.

ბუნებაში ცეოლითები ძირითადად ორი სახისაა – ვულკანური და ვულკანურ-დანალექი. ვულკანური ცეოლითები კრისტალებისა და მონოკრისტალების სახით ბაზალტებისა და მონოკლინური ქანების დრუებშია განლაგებული და მათი კვლევა მხოლოდ სამეცნიერო ინტერესების სფეროს განეკუთვნება. ასეთი ცეოლითები პრაქტიკული თვალსაზრისით დიდ ინტერესს არ იწევენ. ვულკანურ-დანალექი ტიპის ცეოლითები კი გრანდიოზული მარაგების გამო პრაქტიკული მიზნებისათვის გამოსაყენებლად მეცნიერების განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებას.

დღეისათვის ბუნებრივი ცეოლითების ცნობილი 43 სახეობიდან საქართველოში 15-ზე მეტია აღმოჩენილი, რომელთა საერთო მარაგი 250 მლნ ტ-ს აღემატება [1,2], ამიტომ ამ მინერალების კვლევა, მათი თვისებების შესწავლა და შემდგომ პრაქტიკული თვალსაზრისით გამოყენება ჩვენი ქვეყნის განვითარებისათვის პრიორიტეტული მიმართულებაა.

ბეტონი ხელოვნური ქვაა, რომელიც კონგლომერატულად შეცემენტებულ ნივთიერებათა ერთობლიობას წარმოადგენს. იგი XXI საუკუნეშიც უმთავრეს საშენ მასალად რჩება. მიუხედავად გარკვეული მიღწევებისა, ბეტონთმცოდნეობაში საჭიროა ახალი მეთოდების მიება, რომელიც მინიჭებამდე დაიყვანს ბეტონის უარყოფით თვისებებს, მის ანიზოტროპიულობას [3].

საქართველოს სამშენებლო ბაზარი უკავებ ითხოვს ახალი თაობის ბეტონებს. ამისათვის საჭიროა თანამედროვე ტექნოლოგიების ათვისება, მათი ადგილობრივ პირობებთან მორგება, რაც საქართველოში არსებულ ბუნებრივი შემვსებების და ჩვენში წარმოებული ცემენტების ბაზაზე მაღალი კლასის ბეტონების შედგენილობის ეტალონური ვარიანტების დადგენით, ბეტონის თვისებების მამოდიფიცირებელი დანამატების შერჩევითა შესაძლებელი.

კომპოზიციური საშენი მასალების სტრუქტურის მოდიფიცირების ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული მეთოდი მათ შედგენილობაში მაღალატერიული მიკრო- და ნანოდანამატების შევანანა. თანამედროვე სამეცნიერო მასალათმცოდნეობაში ძირითად ნანო- ან მიკროდანამატებად სხვადასხვა წარმოების წვრილდისპერსიული სილიციუმისა და ალუმინის ოქსიდები გამოიყენება. ბუნებრივი ცეოლითები საინტერესო და პურსპექტიულ მინერალურ დანამატად შეიძლება განვიხილოთ [3].

ჩვენი ინტერესის სფეროში მოექცა საქართველოში მოძიებული ყველა ბუნებრივი ცეოლითი, რომელთა მარაგი საწარმოო მნიშვნელობისაა. საკვლევ მიმდინარე აღებული გვქონდა დანალექი სახის, ხუთი ადგილმდებარეობის ცეოლითი – ანალციმი (ქუთაისი, გელათი), ლომონტიტი (თბილისი,

* პროექტი განხორციელდა შოთა რუსთაველის სახელობის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი №AR/47/3-104/11). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნით ავტორებს და შესაძლებელია არ ასახვდეს შოთა რუსთაველის სახელობის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

ბოტანიკური ბაღი), მორდენიტი (ბოლნისი, რატევანი), კლინოპტილოლიტი (კასპი, ხანდაკი), ფილოპსიტი (გურია, შუეუთი), ასევე უელკანური წარმოშობის სქოლეციტი (ქუთაისი, კურსები).

ბუნებაში არსებული ცეოლითები ერთმანეთისაგან განსხვავდება როგორც ქიმიური შედგენილობით, ისე სტრუქტურით. ორივე ეს ფაქტორი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ცეოლითის თვისებებზე. ამიტომ საინტერესო იყო სხვადასხვა სტრუქტურისა და ქიმიური შედგენილობის ცეოლითების გამოყენების შესაძლებლობის კვლევა საშენ მასალათა (ცემენტისა და ბეტონის) და ნამატებად.

ქიმიური ანალიზის მეთოდით შესწავლიდ იქნა ამ ცეოლითების ქიმიური შედგენილობა, შედეგები მოცემულია 1-ლ ცხრილში.

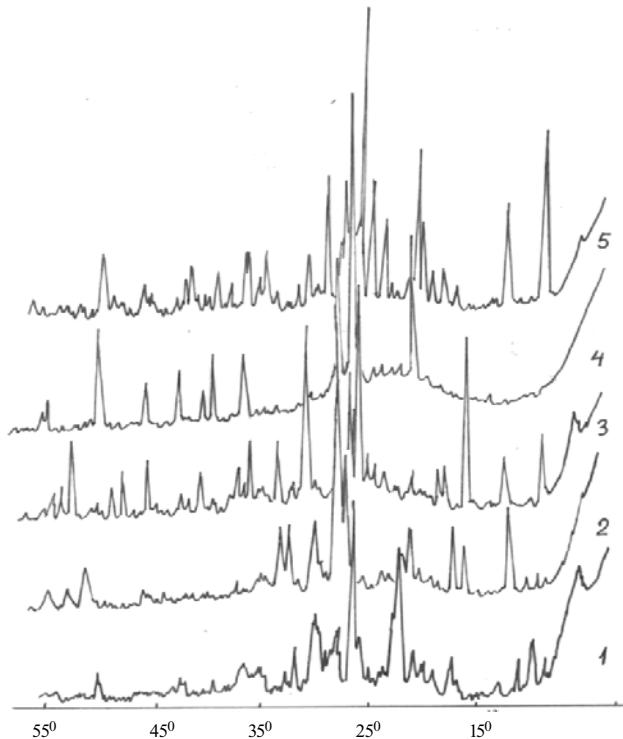
ცხრილი 1

საქართველოში გავრცელებული ზოგიერთი ბუნებრივი ცეოლითის ქიმიური შედგენილობა

ოქილიდი, %	ანალიზი (ქუთაისი, გევარა)	ლორმინტიზი (რბილისი, ბოგანიური ბაღი)	მორდენიტი (ბოლნისი, რატევანი)	კლინოპტი- ლილიტი (კასპი, ხანდაკი)	ფილოპსიტი (შემობიჯ- ჭანისანი)	სქოლეციტი (ქუთაისი, გურია)
SiO ₂	53.92	62.75	70.70	61.26	50.04	48.55
TiO ₂	-	0.31	0.20	0.32	0.39	-
Al ₂ O ₃	20.67	14.45	9.25	12.29	16.45	18.40
Fe ₂ O ₃	1.77	2.32	3.85	3.05	3.89	-
FeO	1.22	0.51	0.38	0.15	0.36	-
MnO	0.01	0.04	0.03	0.04	0.07	-
MgO	0.65	1.32	0.38	0.01	1.90	-
CaO	1.05	5.67	3.30	3.93	4.56	10.8
Na ₂ O	9.43	3.73	1.60	2.21	0.40	7.7
K ₂ O	2.82	0.42	1.25	0.82	7.50	7.1
SO ₃	-	-	0.04	0.24	-	-
P ₂ O ₅	-	0.32	0.20	0.21	-	-
H ₂ O	9.0	8.32	8.52	14.72	14.02	8.5
ცეოლითური ფაზის შემცველობა, %	65-75	55-65	50-65	70-80	60-80	80-95

ცეოლითების იდენტიფიკაციისა და მასში ცეოლითური ფაზის შემცველობის განსაზღვრის მიზნით საკვლევი ნიმუშები შესწავლილი იყო რენტგენოდიფრაქტომეტრული და ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდებით. დიფრაქტომეტრ „დრონ-2“-ზე Cu-K გამოსხივებით. სკანირების სიჩქარეა 1 მ/წ. ცეოლითშემცველი ქანების დიფრაქტოგრამების საფუძველზე განსაზღვრული სიბრტყეთშორისი მანძილები და პიკების ინტენსიურობები შედარებული იყო ცნობილ ეტალონებრ ნიმუშებთან. ინფრაწითელი სპექტრების შესწავლა ხდებოდა სპექტროფოტომეტრ UR-20-ზე ალუმინისილიკატის მესრის სივის უბანში (400–1300 სმ⁻¹).

1-ლ ნახ-ზე მოცემულია ჩვენ მიერ შესწავლილი ბუნებრივი ცეოლითების რენტგენოდიფრაქტოგრამები, რომლებიც სრულ თანხვედრაშია ეტალონებრ ნიმუშებთან [5].



ნახ. 1. შესწავლილი ბუნებრივი ცეოლითების რენტგენოდიფრაქტოგრამები:
1 – კლინოპტილოლიტი; 2 – ფილოპსიტი; 3 – ანალციმი; 4 – მორდენიტი; 5 – ლომონტიტი

ცხრილი 2

შესწავლილი ბუნებრივი ცეოლითების ინფრაწითელი სპექტრების შთანთქმის ზოლების სიხშირეთა
მიკუთხნება ალუმინისილიკატის მესრის რხევის უბანზე

ცეოლითი	v _{def}	v _{inter-def}	v _{intra-sim}	v _{inter-sim}	v _{intra-as}	v _{inter-as}
მორდენიტი	450	560,580,627	720	800	1068	1220
კლინოპტილოლიტი	430,465	526,610,668	730	787	1062	1210
ლომონტიტი	440,465	495,530,565, 585,600	-	775	960	995,104, 1090,1134
ანალციმი	435,470	525,590	780	820	1045	-
ფილოპსიტი	440	475,530,615	730	820	1040	1130
სქოლევიტი	415,445	487,517,545, 585,605,635	690	780	980	1070

v_{def} – დეფორმაციული რხევა;

$v_{inter-def}$ – ტენსიურული დეფორმაციული რხევა;

$v_{intra-sim}$ – შიგატენსიურული სიმეტრიული ვალენტური რხევა;

$v_{inter-sim}$ – ტენსიურული სიმეტრიული ვალენტური რხევა;

$v_{intra-as}$ – შიგატენსიურული ასიმეტრიული ვალენტური რხევა;

$v_{inter-as}$ – ტენსიურული ასიმეტრიული ვალენტური რხევა;

ასევე სრულ თანხვედრაშია ეტალონურ ნიმუშებთან შესწავლით ცეოლიტების ინფრაწილები სპექტრები საშუალო ინფრაწილები უბანში. რენტგენოდიფრაქტომეტრული და ინფრაწილები სპექტროსკოპის მეთოდებით დადგენილი იყო შესწავლით ნიმუშებში ცეოლიტური ფაზის შემცველობა (ცხრილი 1).

საკვლევი ცეოლიტები, როგორც დანამატები, შესწავლით იყო ცემენტების სიმტკიცეზე ზეგავლენის მოსახდენად. დანამატის რაოდენობა შეადგენდა 20%-ს. კვლევის შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

ცეოლიტური დანამატების ზეგავლენა ცემენტის სიმტკიცეზე

№	ცემენტის ტიპი	ცეოლიტური დანამატი	სიმკვრივე $\rho(\text{გ}/\text{მ}^3)$	სიმტკიცის ზღვარი, მკა	
				დუნგაზე	კუმუნგაზე
1	CEM/42,5	-	2.24	6.14	45.56
2		მორდენიტი	2.20	6.36	25.80
3		სქოლეციტი	2.23	6.32	26.18
4		ლომონტიტი	2.24	6.55	29.87
5		ანალკიმი	2.24	6.69	31.01
6		ფილომასიტი	2253	6.07	35.64
7		კლინოპტილოლიტი	2.26	7.28	47.57

როგორც ცხრილიდან ჩანს, თითქმის ყველა ცეოლიტური დანამატი ზრდის სიმტკიცეს დუნგაზე, თუმცა სიმტკიცე კუმუნგაზე მცირდება; გამონაკლისს წარმოადგენს ცეოლიტი კლინოპტილოლიტი, რომელიც შესაძლებელია ზრდის ცემენტის სიმტკიცეს როგორც დუნგაზე, ისე კუმუნგაზე.

ამრიგად, ცეოლიტების გარკვეული რაოდენობით შეტანაშ ცემენტის შედგენილობაში შესაძლებელია გამოიწვიოს ცემენტის ხარისხის გაუმჯობესება, რაც სამშენებლო სფეროში ცეოლიტების გამოყენების შესაძლებლობის პერსპექტივებს შექმნის.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА:

1. G. Tsitsishvili, T. Andronikashvili, G. Kirov, L. Filizova. Natural Zeolites. Ellis Horwood. London, 1992.
2. Схиртладзе Н.И. Осадочные цеолиты Грузии. АН ГССР, Тб., 1951.
3. Тейлор Х. Химия цемента. Пер. с англ. М.: Мир, 1996.
4. Королев А.С., Хакимова Э.Ш. Мелкозернистые бетоны с нанодобавками синтетического цеолита // ЖБ/№6, М., 2008.
5. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. М.: Мир, 1976.

საქართველოს ბუნებრივი ცეოლითების ბამოზენების პრესაცივები საშენ
მასალათა დანამატებად

რ. სხვიტარიძე, ვ. ციციშვილი, ბ. კეშელავა, გ. წინწკალაძე

(ლ. სამხარაულის სახელობის სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიურო; კ. ზავრიევის სამუშაოებლო
მექანიკის, სეისმომედგრობისა და საინჟინრო ექსპერტიზის ცენტრი)

რეზიუმე: შესწავლით საქართველოს ბუნებრივი ცეოლითების – ანალციმი, მორდენიტი, ფილოპისიტი, ლომონტიტი, კლინოპილოლიტი – დადგენილია მათი იდენტობა და ცეოლიტური ფაზის შემცველობა. ნაჩვენებია, რომ ცემენტებში მათი დანამატების სახით შეტანა აუმჯობესებს ცემენტის ხარისხს. ამ მხრივ განსაკუთრებით ეფექტური გამოდგა ცეოლითი კლინოპილოლიტი.

NATURAL RESOURCE

PROSPECTS OF APPLICATION OF GEORGIAN NATURAL ZEOLITES AS A BUILDING MATERIALS ADDITIONS

R. Skhvitaridze, V. Tsitsishvili, B. Keshelava, G. Tzintzkaladze

(L. Samkharauli National Bureau of Forensic expertise; K. Zavriev Structural Mechanics, Seismic Stability and Engineering Examination Center)

Resume: There is examined the chemical composition of Georgian natural zeolites – analcime, phelopsite, mordenite, laumontite, klinoptilolite – established their identity and containment of zeolite phases. There is shown, that the introduction of the zeolites into the cement compositions, as a additions, leads to the improvement of the cement quality. From this point of view, the zeolite – klinoptilolite was revealed the most effective.

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ ГРУЗИИ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВОК ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Р. Схвитаридзе, В. Цицишвили, Б. Кешелава Г. Цинцкаладзе

(Национальное бюро судебной экспертизы им. Л. Самхараули; Центр строительной механики, сейсмостойкости и инженерной экспертизы им. К. Завриева)

Резюме: Изучен химический состав природных цеолитов Грузии – аналцима, морденита, филипсита, сколецита, клиноптилолита. Установлена их идентичность и содержание цеолитной фазы. Показано, что введение цеолитов в цементы в качестве добавки улучшает свойства цемента. В этом плане наиболее эффективным оказался цеолит клиноптилолит.

კოლეგიას დაგლობის დასავლეთ ზონაში განვითარების რაიონის ფორმირების ზოგიერთი საპიტკი

6. ახვლედიანი

(საქართველოს გექნიკური უნივერსიტეტი)

საქართველოში საკურორტო-სამკურნალო და რეგრეაციული რესურსების კონცენტრაციის მაღალი დონე ხელს შეუწყობს ქვეყნაში საკურორტო მეურნეობის განვითარებას.

საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული პიდრომინერალური რესურსები გამოირჩევა წყლების ფიზიკური თვისებებისა და ქიმიური შედგენილობის მრავალფეროვნებით. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან აირნაჯერობის, საერთო მინერალიზაციის, ბიოლოგიურად აქტიური მიკროკომპონენტების შედგენილობისა და სხვ. ხარისხით. თავისი შედგენილობით ასე განსხვავდებული საქართველოს მინერალური წყლების წარმოქმნა და გავრცელება დედამიწის წიაღში მიმდინარე საკმაოდ რთული პიდროგეოქიმიური და თერმოდინამიკური პროცესების შეფაგია.

მინერალური წყლების განასხვავებელ თავისებურებას წარმოადგენს ის გარემოება, რომ ისინი ზედაპირზე გამოსავალს პოულობენ ჯგუფურად და მათ ბაზაზე აღმოცენებული კურორტები ბუნებრივი სახით ერთიანდება ჯგუფებად.

ეს ბუნებრივი გაერთიანება უნდა განმტკიცდეს გვემარებით ერთიანობით და მთლიანობით, რაც ხელს შეუწყობს ერთიანი სისტემის კულტურულ-საყოფაცხოვრებო და სამეურნეო მომსახურების რაიონის შექმნას, მასში შემავალი მუდმივი მოსახლეობის საერთო ადგილების განსახლებას.

რეგიონის ერთიანი ორგანიზმის წარმომქმნელი საკურორტო ერთეულების გეგმარების კომპლექსური გადაწყვეტა საშუალებას იძლევა განზოგადდეს მსგავსი ფაქტორები, განსხვავების შემთხვევაში მოხდეს მათი ურთიერთშევსება, გამოვლინდეს თითოეული საკურორტო ერთეულის პოტენციური შესაძლებლობების ყველაზე უფრო რაციონალურად განვითარება და ამის შემდეგ მიღებულ იქნეს უდიდესი გაონომიკური ქვეპრი.

კურორტების რაიონად გაერთიანება შექმნის არა მარტო ისეთი ჯანმრთელობის კერის განვითარების წინაპირობას, როგორსაც წარმოადგენს რესპუბლიკური მნიშვნელობის კურორტები, არამედ გადაწყვეტს იმ აღგილობრივი კურორტებისა და საკურორტო აღგილების განვითარების პრობლემასაც, რომელებსაც თავიანთი მაღალი დირექულების, მაგრამ შედარებით დაბალი სიმძლავრისა და მსხვილ საკურორტო ერთეულებთან ახლო მდებარეობის გამო განაშენიანების საკითხების ლოკალური გადაწყვეტისას არ ჰქონდა განვითარების შესაძლებლობა.

ბალნეოლოგიურ რაიონში დროებით საკურორტო მკურნალობისათვის ჩასული მოსახლეობისათვის ყველაზე უფრო ხელსაყრელი პირობების შექმნის მიზნით აუცილებელია კურორტოლოგიური რესურსების მოწესრიგება და ფუნქციონალური ზონირების დახმარებით მათი ტერიტორიის რაციონალურად განაწილება.

მაგალითის სახით განვიხილოთ კოლხეთის დაბლობის დასავლეთ ზონაში – ზუგდიდთან და სენაკთან განლაგებული ბალნეოლოგიური კურორტების ჯგუფი (ნახ. 1): მენჯი (40 000 ლ დღე-დამეში); ცაიში (82⁰-იანი ჰიპერთერმული წყაროების სადღესამისო დებიტი აღწევს 2 000 000 ლ-ს); ბია (40 000 ლ დღე-დამეში); ქვალონი (200 000 ლ დღე-დამეში); ხორგა (400 000 ლ დღე-დამეში); ყელევი (60 000 ლ დღე-დამეში); ნოქალაქვი (500 000 ლ დღე-დამეში).

მენჯიდან 16 კმ-ის და ცაიშიდან 14 კმ-ის დაშორებით მდებარეობს ბია, ხოლო მენჯის ჩრდილოეთით, 4 კმ-ში ქვალინია. შემდეგ, ამავე მიმართულებით 12 კმ-ში – ხორგა და შავ ზღვასთან – კალაკა. მენჯიდან ჩრდილო-აღმოსავალეთით 29 კმ-ში განლაგებულია ნოქალაქევი. როგორც ჩანს,

რაიონი 16 კმ-ის რადიუსზე საკმაოდ მჭიდროდაა დატვირთული კურორტებით, რომლის მინერალური წყაროების სადღელამისო დებიტი შეადგენს 4 140 000 ლ-ს.

ზემოაღნიშნული ადგილები, გარდა მენჯისა და ცაიშისა, არ არის ათვისებული. ამ ტერიტორიაზე არსებული მინერალური წყაროები თავის გამოსასვლელს პოულობს გაუშენებელ, თავისუფალ - ნაკვეთებზე. ეს გარემოება საშუალებას იძლევა სააბაზანო შენობები განლაგდეს წყაროებთან ახლოს. სააბაზანო შენობების ასეთი განლაგების უპირატესობას წარმოადგენს იმ მინერალური წყლების ყველა სამკურნალო კომპონენტის შენარჩუნება, რომლებიც გადატანისას გარკვეულწილად კარგავს თავის თვისებებს. სამეგრელოს კურორტების ჯგუფისან შემდგარი საკურორტო ზონა ფორმირდება საკურორტო კომპლექსებით, რომლებშიც ჩართულია სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი და მომსახურე დაწესებულებები, პარკები, სპორტული მოწყობილობები და ა. შ. ჩვენს შემთხვევაში მინერალურ წყაროებთან უნდა შეიქმნას სამკურნალო დაწესებულებების ქვეზონები, რომლებშიც განლაგდება ობიექტები წყლით მკურნალობისათვის, საკურორტო პოლიკლინიკა, სამკურნალო აუზები. ამ და სხვა სამკურნალო დაწესებულებებთან ავადმყოფების ერთდროული მასობრივი ნაკადის გათვალისწინებით აუცილებელია შეიქმნას განტვირთვის ზონა (დასასვენებელი ადგილები, შიგა ეზოები, ფართო ალევები). უფრო მეტად წარმატებულ გადაწყვეტად შეიძლება ჩაითვალოს ბალნეოსამკურნალოების ზონაში პარკის მოწყობა, როგორც ეს წყალტუბობისა, რაც ავადმყოფებს საშუალებას აძლევს ამაღლონ განწყობა და გაიუმჯობესონ ესთეტიკური აღქმა, ასევე ქმნის დასვენებისათვის თპრიმალურ პირობებს.

სამკურნალო ზონებთან ახლოს და უშუალოდ მათ გარშემო უნდა მოხდეს სამილე კორპუსების განლაგება. მათი დაკავშირება სამკურნეო ზონასთან უფრო მოსახერხებელი უნდა იყოს, არ უნდა კვეთოდეს გზებსა და სანატორიუმის კუთვნილ ტერიტორიას. აქვე შეიძლება განლაგდეს მოწყობილობები წენარი დასვენებისათვის; მაგალითად, ფანჩატური კითხვისა და მაგიდის თამაშებისთვის (ჭადრაკი, შაში...), მოღლები დასვენებისა და დილის ტანგარჯიშისათვის, ასევე კორტები სპორტის ისეთი სახეობებისათვის, როგორიცაა მაგიდის ჩოგბურთი, ბაღმინგონი და ა. შ.

მომსახურე დაწესებულებების ქვეზონა (საკურორტო დარბაზი, ამფითეატრი, სპორტული მოწყობილობები, კულტურულ-საყოფაცხოვრებო დაწესებულებები და სხვ) უნდა მდებარეობდეს სატრანსპორტო გზიდან დაახლოებით 30 წთ-ის სავალზე სამილე კორპუსების ქვეზონიდან. შესწავლის თვალსაზრისით, მიზანშეწონილია მოწყობის კულტურულ-საყოფაცხოვრებო მომსახურების ორი ცენტრი; ერთი ბიაში, რომელიც თითქმის გეომეტრიულ ცენტრშია განლაგებული ცაიშსა და მენჯს შორის (დაახლოებით 15 კმ), ხოლო მეორე – მენჯში, რომელიც მდებარეობს ყულევს, ხორგას, ქვალონსა და ნოქალაქეებს შორის.

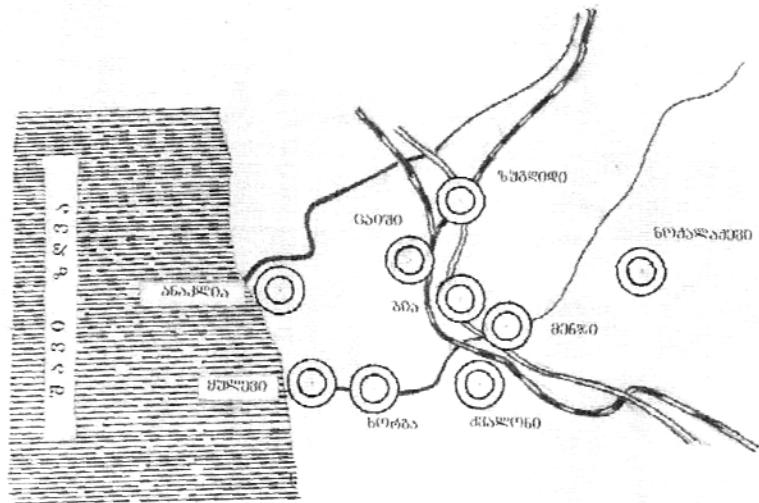
სამილე კორპუსებიდან 30 წთ-იანი სატრანსპორტო მიღწვადობით დაცილებული სამომხმარებლო დაწესებულებების ცენტრების ხშირი განლაგების შემთხვევაში საკურორტო ზონის განფენილობა პრაქტიკულად განუსაზღვრელია და დამოკიდებულია ბალნეოლოგიური რესურსების სიდიდესა და საკურორტო მიზნებისთვის გარგისი ტერიტორიის არსებობაზე.

ცუნქციური ზონა – სამოსახლო – წარმოადგენს ბალნეოსამკურორტო ზონის მუდმივი მოსახლეობის განსათვალებელ ტერიტორიას. მოსახლეობის შემადგენლობაში უპირველეს ყოვლისა შედიან საკურორტო დაწესებულებების მომსახურე პერსონალი, ამასთანავე სოფლის მეურნეობაში, ტრანსპორტსა და მშენებლობაზე დაკავშირდებოდები და სხვ.

ზემოაღნიშნული ბალნეოლოგიური კურორტების ტერიტორიას ზუგდიდთან და სენაკთან აკრავს ასევე ადგილობრივი მოსახლეობის დაბები. ამიტომაცა აუცილებელი საკურორტო ზონის ერთიანი გენერალური გეგმის დამუშავება.

ამ დასახლებულ ადგილებში კურორტის სამოსახლო ზონა უნდა განთავსდეს საკურორტო ტერიტორიიდან საგალდებულო 200 მ-ის დაშორებით.

საკურორტო კომპლექსებში მომსახურე პერსონალისათვის დასახლებული პუნქტიდან განაპირობების სამუშაო ადგილამდე მანძილი შემოისაზღვრება 20–25 წთ-იანი სატრანსპორტო მიღწვადობით (იგულისხმება 10 – 15 კმ).



**ნახ. 1. ბალნეოლოგიური კურორტების ჯგუფი კოლეთის
დაბლობის დასავლეთ ზონაში**

რამდენადაც აღგილობრივი მოსახლეობის კერძო საცხოვრებლები შეჭრილია საქურორტო ტერიტორიებზე, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ჰქისება პიგინის დაცვას. ისევე საჭიროა ზრუნვა კურორტებთან კონტაქტში არმყოფი დაბების მიმართ, ვინაიდან, მიუხედავად აუცილებელი იზოლაციისა, კურორტების ირგვლივ მდებარე დაბები თავიანთი აღგილობრივი თავისებურებებით და ტრადიციებით გააცოცხლებენ და გაამრავალფეროვნებენ საკურორტო ატმოსფეროს, განუმეორებელ კოლორიტს შემატებენ არსებულ გარემოს, რაც აღნიშნული საკითხისადმი რაციონალურად მიდგომისას საგრძნობლად გააუმჯობესებს მოცემული საკურორტო ზონის კურორტოლოგიურ ეფექტს.

კომუნალურ-სამეურნეო ზონის ტერიტორიაზე განლაგებულია კომუნალური და სამეურნეო საწარმოები (კვების მრეწველობის საწარმო, ნახევარფაბრიკატების ფაბრიკა, მსხვილი საწყობები, გარაჟები, სამრეცხაოები და ა. შ.), რომლებიც ემსახურება საკურორტო რაიონს. დაწესებულების, ანუ მთელი ტერიტორიის სიდიდე დამოკიდებულია დროებითი და მუდმივი მოსახლეობის რაოდენობაზე.

ჩვენს შემთხვევაში კომუნალურ-სამეურნეო დაწესებულებები მიზანშეწონილია განლაგდეს ზუგდიდსა და სენაკში. აქედან ისინი უფრო მოხერხებულად დაუკავშირდებიან რკინიგზის სადგურებსა და სატერიტო ავტოსადგურებს, ამავე დროს იზოლირებული იქნებიან საკურორტო ზონისაგან.

ტყე-პარკის ნარგავების ზონა. სამეცნიერო კურორტები განლაგებულია სოფლის მეურნეობის რაიონებში, სადაც მოჰყავთ დიდი რაოდენობით ციტრუსი. ციტრუსების პლანტაციებს შეუძლია შეასრულოს ტყე-პარკის ზონისა და დამცავი ზოლის როლი.

რამდენადაც სამეცნიერო კურორტები განლაგებულია კოლეთის დაბლობზე, შავ ზღვასთან ახლოს, ტენიან, უქარო, შედარებით არახელსაყრელ კლიმატურ რაიონში, საკურორტო ზონის გეგმარებისას აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს საკურორტო ტერიტორიის მუდმივი განიავება. განიავება უნდა მოხდეს მაქსიმალურად სშირად; დიდი ხის ნარგავები დასაშვებია მხოლოდ შეზღუდული რაოდენობით. ნარგავების მიმართულება უნდა ემთხვეოდეს გაბატონებული ქარების მიმართულებას, მოცემულ შემთხვევაში – ზღვიდან მონაბერი ქარებისას. ქარსაწინადო ნარგავების რაოდენობა უნდა იყოს მინიმალური.

საკურორტო რაიონის სხვადასხვა ფუნქციური ზონის ფართობების საორიენტაციო თანაფარდობა და ნორმები მოცემულია ცხრილში.

**საქურორტო რაიონის ფუნქციური ზონის ფართობების სავარაუდო
თანაფარდობა და ნორმები***

ზონის დასახელება	ზონის ტერიტორიის კუთრი წილი	ნორმატიული მაჩვენებელი 1 საწოლზე (მ²).
საქურორტო	60	200 – 250
სამჯერნალო	25	60 – 80
კომუნალურ-სამჯერნეო	5	10 – 20

*ტყე-პარკის, ნარგავებისა და ბუნებრივი ლანდშაფტის ზონა არ ნორმირდება მინიმალური დამცავი გარევების გამონაკლისით, რომელიც აუცილებელია სხვადასხვა ზონის იზოლაციისა და ოპტიმალური სანიტარიულ-ჰიგიენური პირობების შესაქმნელად.

კოლხეთის დაბლობზე საბჭოთა პერიოდში არსებული ბალნეოლოგიური კურორტებიდან, რომლებიც თავიანთი არსებობის პირველივე დღიდან არ აკმაყოფილებდა საერთაშორისო სტანდარტებს, დღეს თითქმის არც ერთი აღარ ფუნქციონირებს. სრულიად გაპარტიზებულია ცაიშის საქურორტო ობიექტი, ხოლო საქმაოდ დიდი დებიტის ჰიპერთერმული მინერალური წყალი ($80-90^{\circ}\text{C}$) იღვრება მიმდებარე ტერიტორიაზე. იგივე შეიძლება ითქვას დანარჩენ საკურორტო ობიექტებზეც (ნახ-ები 2 და 3).



ნახ. 2. ჰიპერთერმული მინერალური წყაროები ცაიშში



ნახ. 3. პიპერთერმული მინერალური წყაროები (გეიზერები) ნოქალაქევთან

საქართველოში განვითარებულმა დრმა პოლიტიკურ-ეკონომიკურმა კრიზისმა და შემდგომ უკვე პოლიტიკურმა არასტაბილურობამ გამოიწვია მწვავე სოციალურ-ეკონომიკური, ენერგეტიკული, ფინანსური, საინვესტიციო დ. ა. ჟ. პრობლემები. ამ პროცესებმა განაპირობა საკურორტო-რეკრეაციული ინდუსტრიის პარალიზებაც.

ბოლო წლებში საქართველოს ეკონომიკაში ინვესტიციები მკვეთრად გაიზარდა, მათ შორის საკურორტო მშენებლობაშიც. საქართველოში საკურორტო-ტურისტული ინფრასტრუქტურის გასაუმჯობესებლად საჭიროა მსხვილი ინვესტიციების განხორციელება, საკურორტო-ტურისტული ბიზნესის პრიორიტეტულად აღიარება და, რაც მთავარია, ქვეყანაში პოლიტიკური სტაბილურობა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА:

1. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია. თბ., 1993.
2. საქართველოს სსრ კურორტები და საკურორტო რესურსები // საქართველოს სსრ „საქართველორიზი“ ი. კონიაშვილის სახ. კურორტოლოგიისა და ფიზიოთერაპიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ვახუშტის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი. თბ., 1989.
3. დ. დუმბაძე. კოლეთის დაბლობის დასავლეთ ზონაში ბალნეოლოგიური რაიონის ფორმულირების საკითხები. თბ., 1986.
4. Нодия М. Ю. Курортные богатства Грузии. Тб., 1963.
5. კურორტული რესურსების გამოყენების თანამედროვე პრობლემები // საერთაშორისო კონფერენციის სამეცნიერო შრომათა კრებული. საირმე, 10 – 13 ივნისი, 2010.

კოლხეთის დაბლობის დასაგლეთ ზონაში ბალნეოლოგიური რაიონის
ცორმილების ზოგიერთი საგითხი

6. ახვლედიანი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია ბალნეოლოგიურ რაიონში საკურორტო მკურნალობისათვის ყველაზე უფრო ხელსაყრელი პირობების შექმნის მიზნით კურორტოლოგიური რესურსების მოწესრიგების, მათი რაციონალურად განაწილების, ასევე ფუნქციური ზონირების დახმარებით ტერიტორიის მოწყობის საკითხები.

ვრცლად შესწავლის მიზნით, მაგალითისათვის განხილულია ქალაქებთან – ზუგდიდთან და სენაკთან განლაგებული ბალნეოლოგიური კურორტების და საკურორტო ადგილების ჯიში: მენჯი, ცაიში, ბია, ქვალონი, ხორგა, ულევი, ნოქალაქევი.

ARCHITECTURE

SOME QUESTIONS OF FORMATION OF THE BALNEOLOGICAL REGION OF WESTERN ZONE IN THE LOWLAND OF KOLKHETI

N. Akhvlediani

(Georgian Technical University)

Resume: There is described the questions for unification of balneological health resorts in one region; also with the view of creation of the favourable conditions for health resort treatment of temporary population of the balneological area, there is considered the questions of regulating balneological resources, rational distribution of the territory by means of functional zoning.

For more detailed study, as an example in the article there is considered group of balneological health resorts and health resort localities, which are located near the towns of Zugdidi and Senaki: Menji, Tsaishi, Bia, Qvaloni, Khorgia, Kulevi, Nokalakevi.

АРХИТЕКТУРА

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ К ФОРМИРОВАНИЮ БАЛЬНЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНА ЗАПАДНОЙ ЗОНЫ КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Н. Ахвледиани

(Грузинский технический университет)

Резюме: Рассмотрены вопросы объединения бальнеологических курортов в район, также, в целях создания наиболее благоприятных условий для курортного лечения временного населения бальнеологического района, рассмотрены вопросы упорядочения курортологических ресурсов, рациональное распределение территории при помощи функционального зонирования.

Для более подробного изучения, как пример, рассмотрена группа бальнеологических курортов и курортных местностей, расположенных близ городов Зугдиди и Сенаки: Менджи, Цаиши, Бия, Квалони, Хорга, Кулеви, Нокалакеви.

ნიტრატ-ნიტრიტის შემცველობის ცვლილება მწვანილურლის კულინარიული დამუშავებისას

გ. ანდრიაძე, ე. მხიანი, ე. შენგელია, ლ. გვასალია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

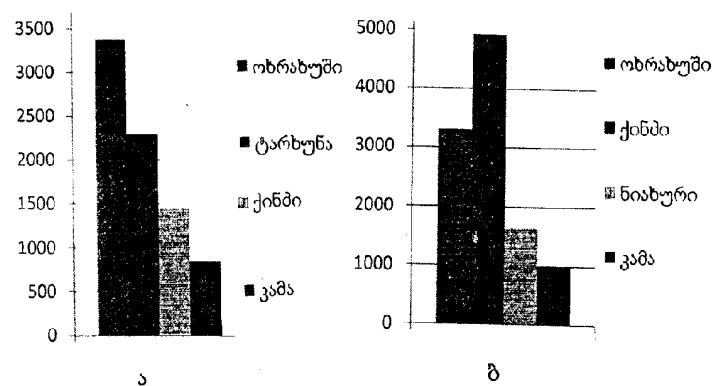
ნიტრატი აზოტოვანი ნაერთების ერთ-ერთი სახეობაა. მათი დიდი დოზით მოხვედრა ადამიანის თრგანიზმში ხელს უწყობს სხვადასხვა დავადების განვითარებას [1,2]. ნიტრატები კარგად შეიწოვება კუჭ-ნაწლავის ტრაქტიდან და სისხლის საშუალებით მომენტალურად გადანაწილდება მთელს ორგანიზმში. სახიფათოა არა იმდენად ნიტრატები, რამდენადაც მათი მეტაბოლიტები – ნიტრიტები, რომლებიც წარმოიქმნება ნიტრატების აღდგენით საკვები პროცესების შენახვისა და თერმული დამუშავების დროს.

ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრილი ნიტრატ-ნიტრიტების დიდი დოზა იწვევს მეტკემოგლობინების. ამ დროს პერმოგლობინი გარდაიქმნება სახიფათო მეტკემოგლობინად, რომელსაც არ შეუძლია ჟანგბადის გადატანა [3–6]. გარდა ამისა, კვლევებით დადასტურებულია, რომ 15–20 წლის განმავლობაში ნიტრატების დიდი დოზით სისტემატური მოხვედრა ორგანიზმში იწვევს კუჭ-ნაწლავის დავადებებს [6].

ადამიანის ორგანიზმში ნიტრატების მოხვედრის ძირითადი წყაროა ხილბოსტნეული (მწვანილეული, კომბოსტო, კიტრი, სტაფილო, ჭარხალი და სხვ.), რომლებიც ხასიათდება ნიტრატების დაგროვების დიდი უნარით [7, 8].

მწვანილეული გამოირჩევა ვიტამინების მაღალი შემცველობით. ამდენად, ადამიანები უპირატესობას ანიჭებენ მათ ცოცხლად მიღებას ორგანიზმის ვიტამინებით შევსების მიზნით. სხვადასხვა ნაშრომში, სადაც მწვანილეულის როგორც სასარგებლო, ისე მაგნე თვისებებზეა სუბარი, რეკომენდებულია იმ კერძების დამზადებისთანავე მიღება, რომლებშიც ცოცხალი მწვანილია გამოყენებული.

ადსანიშნავია, რომ ნიტრატებით მდიდარი დაჭრილი ბოსტნეულის 15–20 წთ-ზე მეტ ხანს ჰაერზე გაჩერებისას მიკროორგანიზმების ზემოქმედებით მიმდინარეობს მათში არსებული ნიტრატის ნიტრიტად გარდაქმნა; მათი თუნდაც ერთჯერადი მიღება დიდი დოზით საქმაოდ სახიფათოა ჯანმრთელობისათვის [9]. ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ნიტრატ-ნიტრიტების შემცველობის განსაზღვრა ბაზარზე მოწოდებულ სხვადასხვა ჯიშის (დია და დახურული გრუნტის) მწვანილეულში (ნახ. 1) და ნიტრიტების დაგროვების დონის შეფასება მათი კულინარიული დამუშავებისას (დაქუცმაცებულ მდგომარეობაში დაყოვნება ან შენახვა). მწვანილეულში ნიტრიტების შემცველობის განსაზღვრა ხდებოდა ISO სტანდარტით [10].



ნახ. 1. ნიტრატების შემცველობა ბაზარზე წარმოდგენილ სხვადასხვა ჯიშის მწვანილეულში.
ა – დია გრუნტის მწვანილეულში, ბ – დახურული გრუნტის მწვანილეულში

მწვანილეულში ნიტრატების ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია (ზდპ) საერთაშორისო სტანდარტის მიხედვით შეადგენს 2000 მგ/კგ-ს. როგორც 1-ლი ნახ-დან ჩანს, ნიტრატების რაოდენობა დახურული გრუნტის ოხრახუმსა და ქინძში მკვეთრად (შესაბამისად 2-ჯერ და 1,6-ჯერ) აღემატება ზდპ-ს, ხოლო კამასა და ნიახურში მათი კონცენტრაცია სტანდარტთან შესაბამისობაშია. ადრეგაზაფხულის დია გრუნტის მწვანილეულიდან ნიტრატების განსაკუთრებული მაღალი შემცველობით გამოირჩევა ტარხუნა და ოხრახუში. ტარხუნაში ნიტრატების შემცველობა 1,8-ჯერ აღემატება ზდპ-ს, ხოლო ოხრახუში – მცირედ აჭარბებს მას.

აკლევის შედეგად განსაზღვრულია კულინარიულად დამუშავებულ (ხელით დაქუცმაცებული მწვანილეულის) სინჯებში ნიტრატ-ნიტრიტის შემცველობის დროში ცვლილების დინამიკა. მწვანილეულის ხელით დაქუცმაცებას (და არა დაჭრას) ვახდენდით ნიტრატ-ნიტრიტის გარდაქმნის პროცესზე რყინით გამოწვეული უანგვითი ზემოქმედების თავიდან ასაცილებლად. ხელით დაქუცმაცებულ მწვანილეულში ნიტრატების საწყისი შემცველობა და მათი შემცველობა 40 წთ-ით პაერზე დაყოვნების შემდეგ მოცემულია 1-ლ ცხრილში, ხოლო ნიტრატ-ნიტრიტის შემცველობის ცვლილების დინამიკა 40 წთ-ის განმავლობაში – მე-2 ნახ-ზე და მე-2 ცხრილში.

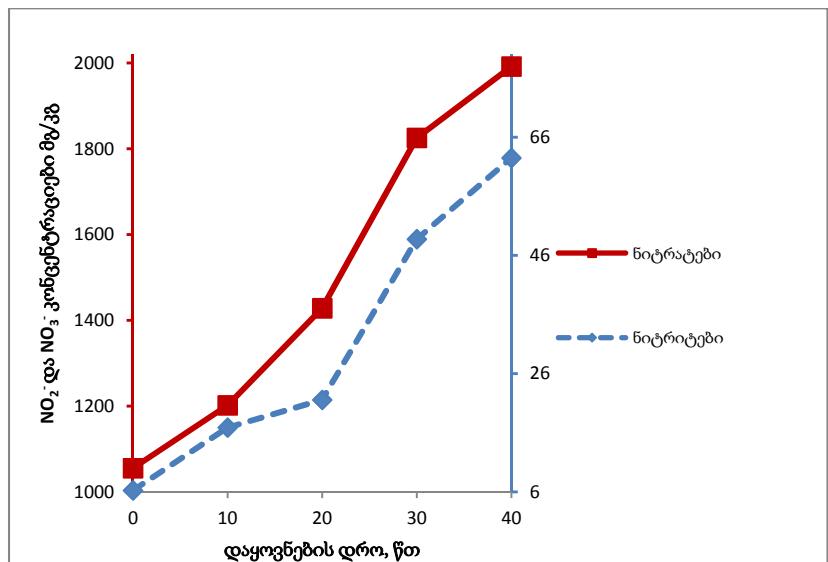
ცხრილი 1

**ხელით დაქუცმაცებულ მწვანილეულში ნიტრატების საწყისი შემცველობა
და მათი შემცველობა 40 წთ-ით პაერზე დაყოვნების შემდეგ**

სინჯის დასახელება	ნიტრატების საწყისი კონცენტრაცია, მგ/კგ	ნიტრატების კონცენტრაცია 40 წთ-ით პაერზე დაყოვნების შემდეგ, მგ/კგ
ოხრახუში დახ. გრუნტში	4050	4260,46
ოხრახუში	3302	6436,30
ოხრახუში დია გრუნტში	2291	5055,74
ოხრახუში	1055	1991,35
ოხრახუში	438,24	480,74
ქინძი დახ. გრუნტში	4920	5526,20
ქინძი დია გრუნტში	1449	2965,39
ქინძი	2176,15	2212,70
კამა დახ. გრუნტში	1011	2965,65
კამა დია გრუნტში	842	2865,23
ტარხუნა	3370	5695,45
სალათის ფოთოლი	128	404,46

როგორც ვხედავთ, დაჭრილი მწვანილეულის პაერზე დაყოვნებისას იზრდება არა მარტო ნიტრიტების, არამედ ნიტრატების კონცენტრაციაც. მაგალითად, 40 წთ-ის განმავლობაში ნიტრატების რაოდენობა საწყისი 1055,29 მგ/კგ-დან გაიზარდა 1991,75 მგ/კგ-მდე, ხოლო ნიტრიტებისა – საწყისი 6,25 მგ/კგ-დან 62,5 მგ/კგ-მდე.

დაჭრილ მწვანილეულში ნიტრატების კონცენტრაციის ზრდის საჭარაულო მიზეზად მიგვაჩნია მათი შემადგენელი ორგანული ნივთიერებების უანგვითი პროცესები, რომლის შედეგად



ნახ. 2. დაჭრილ ოხრახუშში ნიტრატ-ნიტრიტების
ცვლილების დინამიკა 40 წთ-ის განმავლობაში

ცხრილი 2

სელით დაქუცმაცებულ ოხრახუშში ნიტრატ-ნიტრიტების
ცვლილების დინამიკა 40 წთ-ის განმავლობაში

სინჯის №	დაყოვნების დრო, წთ	ექსპერიმენტით მიღებული	
		$\text{NO}_3^- \text{მგ}/\text{კგ}$	$\text{NO}_2 \text{მგ}/\text{კგ}$
1	0	1055,29	6,25
2	10	1201,68	16,87
3	20	1428,10	21,56
4	30	1825,30	48,75
5	40	1991,75	62,48

მიმდინარეობს ფერმენტების გააქტიურება, რაც იწვევს ნიტრატების ნიტრიტებად ინტენსიურ აღდგენას და ნიტრიტების კონცენტრაციის მნიშვნელოვან ზრდას. პარალელურად მწვანილეულის შემადგენელი ცხიმების ცხიმოვანი მჟავები პაერზე დაყოვნებისას განიცდის უანგვას უანგბადთან ურთიერთქმედების შედეგად. ამ დროს ორმაგი ბმების აღგილას წარმოიქმნება ზეპანგები [11], რომლებიც, თავის მხრივ, უანგავს ნიტრიტების ნაწილს და გარდაქმნის ნიტრატებად. ჩვენი აზრით, ნიტრატების ზრდის დინამიკა მწვანილეულში გაგრძელდება უჯერი ნაერთების სრულ ამოწურვამდე.

გარდა ზემოაღნიშნულისა, ჩატარებულია აგრეთვე კვლევა, რომელიც მიზნად ისახავდა დაქუცმაცებულ მწვანილეულში ნიტრატების დროში ზრდის დინამიკის შესწავლას (ცხრილი 3).

ნიტრატ-ნიტრიტების დროში ზრდის დინამიკა ხელით დაქუცმაცებულ ოხრახუშში

სინჯის №	დაყოვნების დრო, წთ	NO ₃ ⁻ მგ/გგ	NO ₂ ⁻ მგ/გგ
1	0	2794,43	15,09
2	60	4297,96	54,47
3	140	4359,91	95,54
4	200	2342,08	88,44

მე-3 ცხრილის მონაცემების მიხედვით, ნიტრატების კონცენტრაციის ინტენსიური ზრდა პაერზე დაყოვნებულ დაქუცმაცებულ ოხრახუშში მიმდინარეობს პირველი 60 წთ-ის განმავლობაში (სინჯი 2), ხოლო შემდეგ 80 წთ-ში (სინჯი 3) ნიტრატების კონცენტრაციის ზრდის ინტენსიურობა მცირდება და აღინიშნება ნიტრატების კონცენტრაციის ძლიერი კლება (სინჯი 4). შემდეგი 60 წთ-ის განმავლობაში.

ამრიგად, გამოკვლევების შედეგად დაღინდა, რომ დაქუცმაცებული მწვანილეულის 2-3 სთ-ის განმავლობაში პაერზე დაყოვნებისას მიმდინარეობს არა მარტო ნიტრიტების, არამედ ნიტრატების მნიშვნელოვანი მატება. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ დროის ამ ინტერვალში მწვანილეულის საკვებად გამოყენებისას ორგანიზმი განიცდის ნიტრატ-ნიტრიტით ძლიერ დატვირთვას, რაც საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას. ამდენად, უმჯობესია მწვანილეულის მიიღება დაქუცმაცებისთანავე.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА:

1. Реутов В. П. Цикл окиси азота в организме млекопитающих//Усп. биол. наук, т. 35, 1995, с. 189-228.
2. A. Dispirito, L. Taaffe and A. Hooper. Localisation and concentration of hydroxylamine oxidoreductase and cytochromes C-552, C-554, C_m0552 and in Nitrosomonas europaea. Biochem. Biophys. Acta. 806, 1985, p. 320-330.
3. M. P. Doyle, J. G. Herman and R. L. Dykstra. Autocatalytic oxidation of hemoglobin induced by nitrite: activation and chemical inhibition//Free Radicals Biol. Med., № 1, 1985, p. 145-154.
4. K. Hjelt, J. Lund, B. Scherling, S. Bendixen, K. Lundstrom. Methaemoglobinaemia among neonates in a neonatal intensive care unit//Acta Paediatr № 4, 1995, p. 365-370.
5. Кисляков О. Я., Волжская А. М. Резистентность крыс к острой гипоксии при нитритной метгемоглобинемии//Патологическая физиология и экспериментальная терапия, №2, М., 1993, с. 35-37.
6. Ажипа В. П., Реутов Л. П., Каюшин Я.И. Экологические и медико-биологические аспекты проблемы загрязнения окружающей среды нитратами и нитритами //Физиология человека, т. 16, №3, 1990, с. 131-149.
7. Андрющенко В.К. Содержание нитратов в овощах//Вопросы питания, № 5, 1981, с. 57-59.
8. W. Corre and I. Breimer. Nitrate and nitrite in vegetables. Literature Survey No. 39, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. The Netherlands, 1979, p. 85.
9. Малахов Г. П. Кулинарная книга здоровья. *thelib.ru/.../kulinarная_kniga_zdorovya-r...*
10. Продукты переработки плодов и овощей. *Определение содержания нитритов и нитратов. ISO 707:2008.*
11. Дринберг А.Я. Технология пленкообразующих веществ. Л.: „Госхимиздат“, 1955, с. 156-160.

ნიჭრატ-ნიჭრიტის შემცველობის ცვლილება მდგანილებლის პულინარიზაციის
დამუშავებისას

გ. ანდრიაძე, ე. მხჩიანი, ე. შენგელია, ლ. გვასალია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: ხელით დაჭუცმაცებული მწვანილეულის 2–3 სთ-ის განმავლობაში პაერზე და-
ყოვნებისას ხდება მასში არამარტო ნიტრიტების, არამედ ნიტრატების დაგროვება. ეს კი იმას ნიშ-
ნავს, რომ დროის ამ ინტერვალში საკვებად მათი გამოყენებისას ორგანიზმი განიცდის ნიტრატ-ნიტ-
რიტით ძლიერ დატვირთვას. აქედან გამომდინარე, უმჯობესია მწვანილეულის მიღება დაჭუც-
მაცებისთანავე.

CHEMICAL TECHNOLOGY

CHANGES IN THE VOLUME OF NITRATE-NITRITE CONCENTRATION DURING THE PROCESS OF CHOPPING HERBS

G. Andriadze, E. Mkhchian, E. Shengelia, L.Gvasalia

(Georgian Technical University)

Resume: By keeping chopped herbs in the air for 2–3 hours, there goes the process of increase in nitrite concentration, as well as considerable increase of number of nitrates. This means, that consuming product after this time interval involves major growth of nitrate-nitrite volume in human body, accordingly it is better to consume the chopped herbs in a shorter period.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТ-НИТРИТОВ В ЗЕЛЕНИ ПРИ ЕЕ КУЛИНАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Г. Андриадзе, Э. Мхчиян, Е. Шенгелия, Л. Гвасалия

(Грузинский технический университет)

Резюме: Если измельченную зелень продержать на воздухе в течение двух-трех часов, в ней происходит интенсивное накапливание не только нитритов, но и нитратов. При их употреблении организм подвергается интенсивной нитрат-нитритной нагрузке. Исходя из этого, рекомендуется употребление зелени сразу же после ее измельчения.

შურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიების“ წინამორბედი შურნალი „მეცნიერება და ტექნიკა“ ჩემი ბავშვობის და შემდგომი წლების ყველაზე საყვარელი შურნალი იყო. მისი გამორჩეული პოპულარობა განაპირობა იმ დიდმა ინტერესმა, რომელსაც მის მიმართ იხენდა თითქმის ყველა ასაკის მკითხველი.

დას, თავის დროზე შურნალმა „მეცნიერება და ტექნიკამ“ და შემდეგ „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ ფასდაუდებელი წვლილი შეიტანა ქართული სამეცნიერო-ტექნიკური აზრის ჩამოყალიბებასა და განვითარებაში. იგი წლების განმავლობაში ემსახურებოდა მოსახლეობის ინტეგრაციური დონის ამაღლების კეთილშობილურ საქმეს.

უზარმაზარია შურნალის როლი ქართველი ახალგაზრდობის პროფესიული თრიინგბაციის ჩამოყალიბებაში, ახალი ტექნოლოგიების დამკვიდრებასა და ქართული ტექნიკური ტერმინოლოგიის დახვეწაში.

დღეს, 65 წლის იუბილარი შურნალი რეამინიციულ მდგომარეობაშია. მიუხედავად მისი უერთგულები მსახურების – სარედაქციო კოლეგიისა და ამაგდარი თანამშრომლების მცდელობისა, შექმნილი პოლიტიკური და ეკონომიკური კითარების გამო შურნალი კინაღამ დაიხურა.

მინდა უდრმესი მადლობა გადავუხადო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორს, აკადემიკოს არჩილ ფრანგიშვილს, რომელმაც ღირსეული ნაბიჯი გადადგა და ძალისხმევა არ დაიშურა შურნალის გადასარჩენად. იმედია, მიმდინარე წლიდან შურნალი კვლავაც ჩვენი ქვეყნისა და ქართველი ხალხის სამსახურში.

პროფესორი თ. მაღლაპელიძე

მსუბუქი მრეწველობა

შესაცმლის საცდელი სტენდის სტრუქტურული მოდელები

თ. მაღლაპელიძე, მ. ზაქარაია

(აკ. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

ფესსაცმლის საცდელი ტარების იმიტაცია ლაბორატორიულ პირობებში სამეცნიერო-ტექნიკურ პრობლემასთან იყო დაკავშირებული. ამ პრობლემის გადაწყვეტას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა ჰქონდა. ამისათვის დამზადდა ექსპერიმენტული ხელსაწყო (სტენდი), რომლის დანიშნულებაა:

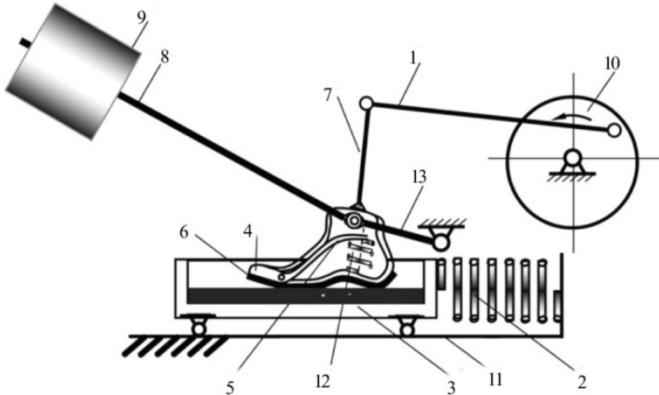
- ფესსაცმლის საცდელი ტარების ხანგრძლივობის, შრომატევადობისა და მატერიალური დანახვაზების მკვეთრი შემცირება;
- გამოსაცდელი გარემოს გამარტივება და გაუმჯობესება;
- ფესსაცმლის გამოცდის პროცესის მწარმოებლურობის ამაღლება.

სტენდის მუშაობის პრინციპი ეფუძნება ფეხის ტერფის მოძრაობის ისეთ ძირითად ფაზებს, როგორიცაა: დაბიჯება, გადაგორება და ნიადაგიდან მოწყვეტა.

სტენდის ძირითადი შემსრულებელი მექანიზმია ბრტყელი, მრავალრგოლიანი, სახსრულდეროიანი სისტემა (ნახ. 1), რომელიც მოძრაობაში მოდის რედუქტორის გამომავალ ლილვზე დამაგრებული მრუდმხარას (10) საშუალებით.

სადგართან (11) ცილინდრული ზამბარით (2) დაკავშირებულია გრუნტიანი ბაქანი (3), რომელსაც შეუძლია პორიზონტალურად გადადგილება. მასზე დაბჯენილია საცდელი ფესსაცმლის ნიმუშის ჩამოსაცმელ ღეროზე (7) წამოცმული ღრუბიანი კალაპოტი (4), რომლის ძირითადი ნაწილი ფირფიტით (5) დაკავშირებულია მოძრავი ცხვირის (6) წინა ნაწილთან. ეს უკანასკნელი ებჯინება კალაპოტის ქუსლთან ნაწილობრივ ჩასმულ ცილინდრულ ზამბარას (12).

კალაპოტს ამოძრავებს სახსრულდეროიანი მექანიზმი, რომელიც, თავის მხრივ, შედგება მრუდმხარას (10), ბარბაცასა (1) და მასთან სახსრულად დაკავშირებული ბერკეტისაგან (7). ამ უკანასკნელთან ასევე სახსრულადაა მიერთებული ბერკეტი (8), რომლის ერთი ბოლო მხრეულით (13) სახსრულადაა დამაგრებული სადგარზე, ხოლო მეორე ბოლოზე დამონტაჟებულია ტვირთი (9).



ნახ. 1 ფეხსაცმლის საცდელი ფქსპერიმენტული სტენდის სტრუქტურული სქემა. 1 – ბარბაცა,
2 – ცილინდრული ზამბარა, 3 – გრუნტიანი ბაქანი, 4 – ღრუტანიანი კალაპოტი, 5 – ფირფიტა, 6 – მოძრავი
ცხვირი, 7, 8 – ბერკეტები, 9 – ტვირთი, 10 – მრუდმხარა, 11 – სადგარი, 12 – კალაპოტის ქუსლითან
ნაწილობრივ ჩამული ცილინდრული ზამბარა, 13 – მხრეული

თავდაპირველად სახსრულდეროიანი სისტემისა (1, 10) და ბერკეტის (7) მეშვეობით ხდება ბაქანზე (3) ქუსლით დაბჯენილი საცდელი ფეხსაცმლის ძირის თანდათანობით გადაგორება. ამ დროს ტვირთი (9) ბერკეტის (8) საშუალებით აწვება კალაპოტის ძირითად ნაწილს, რომელსაც ამოძრავებს ზემოაღნიშნული სახსრულდეროიანი სისტემით ამრული ბერკეტი (7) მხრეულის (13) დახმარებით. შედეგად საცდელი ფეხსაცმელი მთელი ძირით ებჯინება ბაქანს, ბერკეტი (8) და მასზე მოთავსებული ტვირთი კი მხრეულის საშუალებით გადაადგილდება ქვემოთ, კალაპოტი გადაგორდება და ეყრდნობა ცხვირის წინა ნაწილს (6), რომელიც ტვირთის სიმძიმის გავლენით მოიხრება სახსარში და მოღუნავს კალაპოტის ღრუში მოთავსებულ ფირფიტას (5), ხოლო ეს უკანასკნელი ეყრდნობა ნაწილობრივ ქუსლის ღრუში მოთავსებულ ცილინდრულ ზამბარას (12). შემდეგ ბერკეტი (8) მასზე დამაგრებულ ტვირთთან ერთად გადაადგილდება ზემოთ. მთელი ამ ხნის განმავლობაში ბაქანი კალაპოტის ძირითადი ნაწილით და მასზე ჩამოცმული საცდელი ფეხსაცმლით უწავებად გადაადგილდება საყრდენისაკენ და კუმშავს ცილინდრულ ზამბარას (2).

ბოლო მომენტში ტვირთი სწრაფად ადის ზემოთ და საცდელი ფეხსაცმელი შორდება ბაქანს. მექანიზმი მოძრაობას აგრძელებს მანამ, სანამ კალაპოტი არ დაეშვება ქვემოთ. ამ დროს სახსრულდეროიანი მექანიზმი შემოაბრუნებს ტვირთს უკუმიმართულებით და კვლავ ხდება საცდელი ფეხსაცმლის ქუსლით დაბჯენა ბაქანზე. კალაპოტის დაბლა დაშვებისას ზამბარა (2) აბრუნებს გრუნტიან ბაქანს საწყის მდგომარეობაში და ამის შემდეგ ყველაფერი იწყება თავიდან.

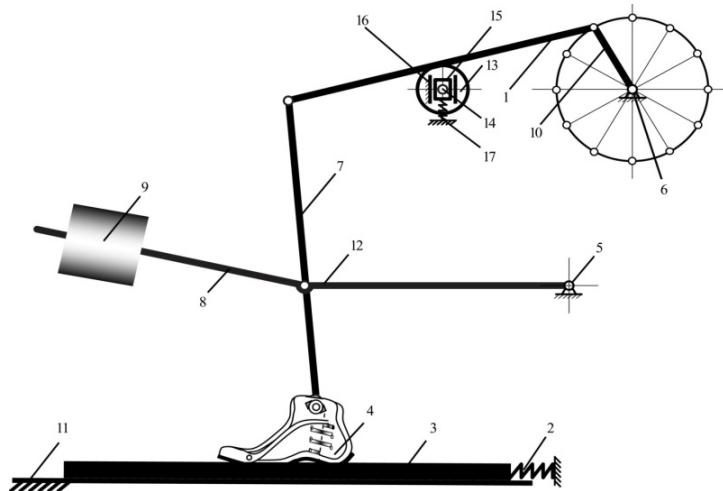
ზემოაღნიშნული სტენდის გამოცდის პროცესში გამოვლინდა მთელი რიგი ნაკლოვანებები, კერძოდ, კალაპოტის დიდი სიჩქარით ვარდნისას იქმნება გაჭედვის საშიშროება; ამასთან, გადამეტებული ხმაური, რთული სტრუქტურა და მრავალრგოლიანობაც არასასურველ ფაქტორებად ითვლება. ასეთ მექანიზმში ნაკლებია სიზუსტე, დიდია გაბარიტები, მასა, ინერციის ძალები, აჩქარებები და სახსრების ცვეთა, მაღალია მასალატევადობა, რაც ამცირებს მოწყობილობის ხანგამძლეობას, ზრდის თვითდინორებულებას, ექსპერიმენტების ჩატარების მოხერხებულობას და ა.შ. ამიტომ სქემის კორექტირების მიზნით გადაწყდა სამუშაოს გაგრძელება.

ნაკლოვანებითა აღმოფხვრისათვის დამუშავდა მექანიზმის სტრუქტურის რამდენიმე ვარიანტი:

ა) მე-2 ნახ-ზე წარმოდგენილია სქემის ერთ-ერთი ვარიანტი, რომელიც აღჭურვილია

ზამბარიანი გორგოლაჭით (13). გორგოლაჭი ასრულებს თავისუფალი საყრდენის როლს და იცავს ბარბაცას (1) ვარდნისაგან; გარდა ამისა, უზრუნველყოფს გორგოლაჭსა და ბარბაცას შორის კონტაქტს. ბარბაცასთან კონტაქტის დროს გორგოლაჭი შემობრუნდება თავისი დერძის – ცილინდრული თითის (14) გარშემო. გორგოლაჭის დერძი ჩასმულია ცოციაში (15), რომელიც, თავის მხრივ, მოძრაობს უძრავ მიმმართველში (16). ცილის იმ ნაწილში, როცა კალაპოტი პაერშია, ბარბაცა უყრდნობა გორგოლაჭს, ხოლო კალაპოტის გრუნტზე დაბჯენის ფაზაში გორგოლაჭი უქმადაა. კალაპოტის ქუსლის ნაწილი მოძრაობს ჩაპეტილ ოვალურ მრუდზე.

აღნიშნული სქემის გარკვეულ ნაკლად შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ ბარბაცასა და გორგოლაჭის შეხების მომენტებში შეიძლება მოხდეს მცირე დარტყმები, რაც უნდა აღმოიფხვრას გორგოლაჭის ზედაპირის რეზინის მასალით დაფარვის გზით;

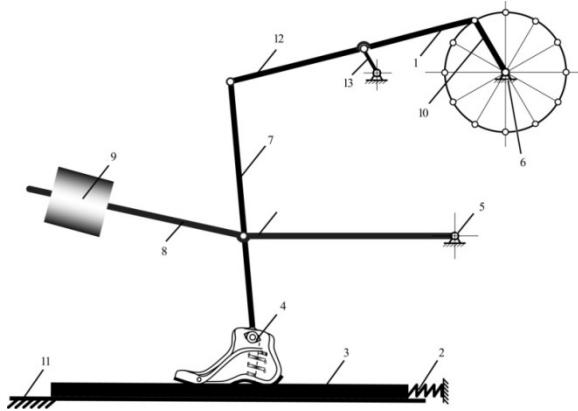


ნახ. 2. ზამბარებიანი გორგოლაჭით აღჭურვილი სტენდის სტრუქტურული სქემა. 1 – ბარბაცა, 2 – საყრდენი ზამბარა, 3 – გრუნტიანი ბაქანი, 4 – კალაპოტი, 5, 6 – ამძრავი ლილვები, 7, 8 – ბერკეტები, 9 – ტეირთი, 10 – მრუდმხარა, 11 – სადგარი, 12 – მხრეული, 13 – გორგოლაჭი, 14 – ცილინდრული თითი, 15 – ცოცია, 16 – მიმმართველი, 17 – ზამბარა.

ბ) მე-3 ნახ-ზე წარმოდგენილი სქემა უზრუნველყოფს მექანიზმის ვარდნის თავიდან აცილებას მოწყობილობის მუშაობის მთელი ციკლის განმავლობაში, რაც მიიღწევა ბარბაცაზე შუალედური რგოლის – მხრეულის დამატებით.

მექანიზმი მუშაობს შემდეგნაირად: ამძრავი რგოლი – მრუდმხარა (10) მოძრაობს წრეწირზე და მოძრაობაში მოჰყავს მასთან სახსრულად მიერთებული ბარბაცა (1), რომლის შუა ნაწილში სახსრულად არის დამაგრებული მხრეული (13). ეს უკანასნელი ასევე სახსრულად უკავშირდება ბარბაცას მხარს (12), ბერკეტებს (7, 8) და ა.შ. სტენდის დანარჩენი რგოლები მე-2 ნახ-ზე წარმოდგენილი სქემის ანალოგიურია.

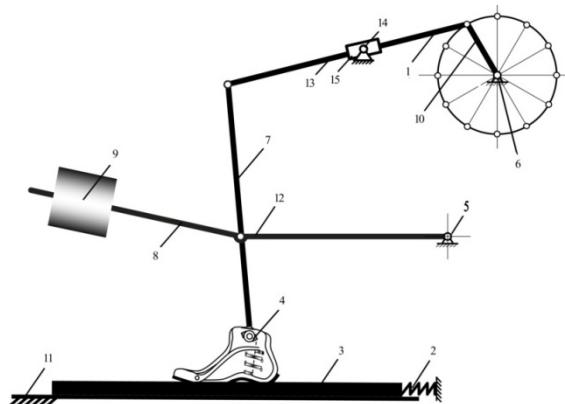
შემოთავაზებული სტრუქტურული სქემის დადებით მხარედ მიიჩნევა სტენდის უწყვეტი ციკლური მოძრაობა და აგრეთვე ისიც, რომ კალაპოტის გადადგილების ყველა ფაზა ხორციელდება მექანიკურად, ტვირთს კი ეპისრება მხოლოდ კალაპოტის დატვირთვის ფუნქცია. უარყოფითი მხარეა მრავალრგოლიანობა და მასთან დაკავშირებული პრობლემები;



ნახ. 3. შუალედური რგოლით – მხრეულით აღჭურვილი სტენდის სტრუქტურული სქემა.
1 – ბარბაცა, 2 – საყრდენი ზამბარა, 3 – გრუნტიანი ბაქანი, 4 – კალაპოტი, 5,6 – ამძრავი ლილვები,
7,8 – ბერკეტები, 9 – ტვირთი, 10 – მრუდმხარა, 11 – სადგარი, 12 – ბარბაცას მხარი, 13 – შუალედური
რგოლის მხრეული

გ) მე-4 ნახ-ზე წარმოდგენილია კულისური მექანიზმის სქემა. ამ ვარიანტში ბარბაცას (1) შუა
ნაწილში წამოცმულია კულისა (15). ეს უკანასკნელი სახსრული თითის (14) საშუალებით უკავ-
შირდება სტენდის კორპუსს. ამძრავი მრუდმხარას (10) ბრუნვისას ბარბაცა სრიალებს კულისაში,
რომელიც, თავის მხრივ, ირჩევა სახსრული თითის მიმართ.

კულისური მექანიზმის ნაკლად ითვლება კულისაში ბარბაცას წინსვლით-უკუსვლითი მო-
რაობისას არათანაბარი სიჩქარე, უზუსტო მოძრაობებით გამოწვეული დარტყმები, რაც იწვევს
მექანიზმის სწრაფ ცვეთას;



ნახ. 4. კულისური მექანიზმის სქემა. 1 – ბარბაცა, 2 – საყრდენი ზამბარა, 3 – გრუნტიანი ბაქანი,
4 – კალაპოტი, 5, 6 – ამძრავი ლილვები, 7, 8 – ბერკეტები, 9 – ტვირთი, 10 – მრუდმხარა, 11 – სადგარი,
12 – მხრეული, 13 – ბარბაცას მხარი, 14 – სახსრული თითი, 15 – კულისა

დ) რგოლების ნაკლები რაოდენობით ხასიათდება სახსრული ოთხსრგოლა მრუდმხარა-მხრე-
ული მექანიზმი (ნახ. 5), რომელიც უზრუნველყოფს გამომავალი რგოლის მოძრაობას ჩაკტილ ნა-
ხევარმთვარისებრ ტრაექტორიაზე.

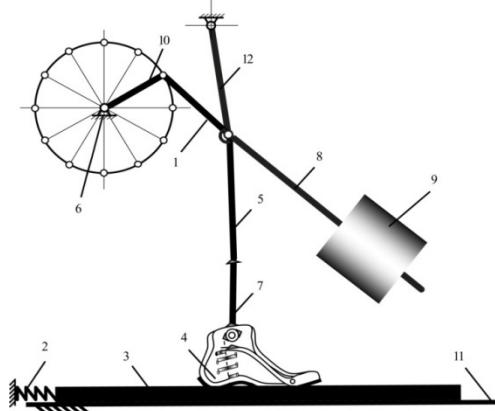
სქემის დადებითი თვისებებია: დიდი სიჩქარით ($5000 - 6000$ ბრ/წთ) მუშაობის შესაძლებლობა;
მცირე აჩქარებები; ფეხსაცმლიანი კალაპოტის გადაადგილების ტრაექტორიის მიხედვით მეტრული
სინთეზის შესრულება და რგოლების დიამეტრული ზომების განსაზღვრა, რითაც მიიღწევა
კალაპოტის ზუსტი გადაადგილება მუშა უბანზე.

მექანიზმის ამძრავი რგოლია მრუდმხარა (10), რომელსაც ამოძრავებს თანაბრად მბრუნავი ლილვი. მრუდმხარა სახსრულად უკავშირდება ბარბაცას (1), რომელიც შესრულებულია ხისტი ორმხრიანი ბერკეტის სახით (1,5). იგი მბრუნავი სახსრით უკავშირდება მხრეულს (12), ეს უკანასკნელი კი ცილინდრული სახსრით დამაგრებულია კორპუსზე. ბარბაცას მეორე ბერკეტი (5) ხისტადაა ჩამაგრებული ბერკეტი-ფეხი (7) კალაპოტან (4) ერთად.

რგოლების ზომების განსაზღვრა უფრო გაადვილდება, თუ წინასწარ გამოვთვლით მხრეულის რხევის კუთხეს ფორმულით:

$$\sin \Psi_{max} = \frac{H}{2(O_{2B} + BC)},$$

სადაც H არის კალაპოტის მოძრაობის სიდიდის პროექცია პორიზონტალურ სიბრტყეში, O_{2B} – მხრეულის სიგრძე, BC – ბარბაცას სიგრძე.



ნახ. 5. სახსრული ოთხერგოლა მრუდმხარა-მხრეული მექანიზმი. 1 – ბარბაცა, 2 – საყრდენი ზამბარა, 3 – გრუნტიანი ბაქანი, 4 – კალაპოტი, 5 – ბარბაცას მხარი, 6 – ამძრავი ლილვი, 7, 8 – ბერკეტები, 9 – ტვირთი, 10 – მრუდმხარა, 11 – სადგარი

უკველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დაგასკვნათ, რომ შესრულებული სამუშაოს ფარგლებში შემოთავაზებულია სტენდის გაუმჯობესების რამდენიმე ვარიანტი, მათ შორის:

- მექანიზმი შუალედური კონტაქტით, რომელიც მიიღწევა ზამბარული გორგოლაჭის საშუალებით (ნახ. 2);

- მექანიზმი შუალედური მიმყოლი რგოლით – მხრეულით (ნახ. 3);
- კულისური მექანიზმი (ნახ. 4);

- შემუშავებულია აგრეთვე მოწყობილობის ამძრავი მექანიზმის გამარტივებული ვარიანტი ოთხერგოლა სახსრულდეროიანი მრუდმხარა-მხრეულის სახით (ნახ. 5), რომელსაც ზემოთ ჩამოთვლილ სტენდებთან შედარებით აქვთ ნაკლები მოძრავი რგოლები, გამოირჩევა დიდი სიჩქარით, დაბალი ინერციული დატვირთვებით, კალაპოტის მოძრაობის ზუსტი ტრაექტორიით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА:

1. Ченцова К. М. Стопа и рациональная обувь. М.: Легкая индустрия, 1974.
2. Вальщиков Н. М., Зайцев Б. А., Вальщиков Ю. Н. Расчет и проектирование машин швейного производства. Л.: Машиностроение, 1973.

ფეხსაცმლის გამოსაცდელი სტანდის სტრუქტურული მოდელები

თ. მაღლაკელიძე, მ. ზაკარაია

(ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია ლაბორატორიულ პირობებში ფეხსაცმლის საცდელი სტენდის ნაკლოვანებების აღმოფხვრის მიზნით შექმნილი მოწყობილობის სტრუქტურის რამდენიმე ალტერნატიული ვარიანტი: შუალედურკონტაქტიანი გორგოლაჭის მქონე მექანიზმი, მექანიზმი შუალედური მიმყოლი რგოლით, კულისური მექანიზმი და ოთხგოლა სახსრულდეროიანი მრუდმხარამხერეული მექანიზმი.

LIGHT INDUSTRY

STRUCTURAL MODELS OF THE STAND FOR SHOE TEST

T. Maglakelidze, M. Zakaraia

(A. Tsereteli State University)

Resume: With a view of elimination of imperfection of the stand for shoe test some structures of the device have been developed under laboratory conditions: the mechanism with an intermediate contact link in the form of a roller, the mechanism with the intermediate driven link, the crank mechanism, the hinged four-tier mechanism.

ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ОБУВИ

Т. Маглакелидзе, М. Закарая

(Государственный университет А. Церетели)

Резюме: С целью устранения недостатков стенда для испытания обуви, в лабораторных условиях разработаны несколько вариантов структуры устройства: механизм с промежуточным роликом, механизм с промежуточным ведомым звеном, кулисный механизм, шарнирный четырехзвенный кривошипно-коромысловый механизм.

აბრეშუმის ფარმობის ბანკითარების ისტორია საქართველოში

ნ. ჩხაიძე, ნ. მახვილაძე, ლ. ლურსმანაშვილი, თ. ჩუბინიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინსტიტუტი ტექნიფორმი)

სიტყვა „აბრეშუმი“ ადამიანის მიერ უმშვენიერების პროდუქციის დამზადებასთან და სასიამოვნო კომფორტის შექმნასთან ასოცირდება. ესაა მრავალფეროვანი, უდამაზესი, მსუბუქი და ნაზი საკაბე ქსოვილები, შედარებით მძიმე ფარჩები, ხავერდი, გობელენები და ა.შ. აბრეშუმი უნიკალურია თავისი პიგინური თვისებებით, გარეგნული შესახედაობით. აბრეშუმის პარკის მოყვანას გავრცელების შეზღუდული არეალი აქვს. აბრეშუმის ძაფს მსოფლიოში ერთ წელიწადში დამზადებული ბოჭკოვანი მასალების მოცულობაში მხოლოდ 0,2 %-ზე ნაკლები უჭირავს.

საქართველოს გეოგრაფიული მდებარეობა ხელს უწყობს თუთის აბრეშუმხვევის მოშენებასა და გამოკვებას. თუთის ველური სახეობა – თეთრი თუთა ბუნებრივად იზრდებოდა კავკასიაში. მართალია, აბრეშუმის სამშობლოდ ჩინეთი ითვლება, საიდანაც VI საუკუნეში ორმა მისიონერმა მდგველმა აბრეშუმხვევის კვერცხები (გრენა) ბამბუკის ჯოხებში გადამალული გამოაპარა და აქედან გავრცელდა ახლო აღმოსავლეთსა და ევროპაში. მაგრამ, საფარაუდოა, საქართველოში მანამდეც ფლობდნენ აბრეშუმის ბოჭკოს მიღების საიდუმლოს.

საქართველოში მეაბრეშუმეობის არსებობა ჩვენამდე მოღწეულ პირველსავე ქართულ ლიტერატურულ წყაროში დასტურდება. იაკობ სუცესის „შუშანიკის წამებაში“ (V ს.), ნათქვამია: „შუშანიკ ნაცვლად ჭიჭნაუხებისა საქმისა... ხელთა აღიხუნა დავითნი და... იგი ფსალმუნი დაისწავლნა“. „ჭიჭნაური-ჭიჭნაუხები“ აბრეშუმის ძველი სახელწოდებაა. სიტყვა „აბრეშუმი“ საარსული წარმოშობისაა და ქართულში VI საუკუნიდან გვხვდება. შემდგომ საუკუნეებში აბრეშუმი საქართველოს ისტორიისა და კულტურის განუყოფელი ნაწილია. განსაკუთრებული აღმავლობა აბრეშუმის წარმოებამ IX საუკუნიდან განიცადა. ცნობილი ქართველი ისტორიკოსი ივ. ჯავახიშვილი აღნიშნავს: „საქართველოში ბრწყინვალე ეკონომიკური მდგომარეობის პერიოდში მეტად იყო გავრცელებული მეაბრეშუმეობა და აბრეშუმის ძვირფასი ქსოვილი საზღვარგარეთაც გაჰქინდათ“.

მოგზაური მარკო პოლო XIII საუკუნეში წერდა: „საქართველოში დიდალი აბრეშუმია, აგრეთვე აბრეშუმისა და ოქონარევ ქსოვილებს ამზადებენ, რომელითა უფრო ლამაზს ვერსად იპოვი“. მომდევნო საუკუნეებში საქართველო გამუდმებით სხვადასხვა მტრის შემოსევას განიცდიდა, რომელთაც ან ხარის სახით გაჰქინდათ აბრეშუმი, ან ცდილობდნენ მოესპორ ეს დარგი, რომ ქვეყანა ეკონომიკურად დაესუსტებინათ. ისინი ვენახთან ერთად თუთის ნარგაობასაც ჩეხდნენ. მიუხედავად ამისა, აბრეშუმი რჩებოდა საქართველოს ერთ-ერთ წამყვან სამეცნიერო დარგად. შეუ საუკუნეებში აბრეშუმი გადიოდა ექსპორტის სახით სირიაში, სპარსეთში, იტალიაში. უცხოელი მოგზაურები თავიანთ შთაბეჭდილებებში განსაკუთრებით უსვამდნენ ხაზს საქართველოში წარმოებული აბრეშუმის ქსოვილების ღირსებასა და სილამაზეს. რესერტის ელჩი ტოლჩანოვი (XV ს.), წერდა, რომ იმერეთსა და სამეგრელოში აბრეშუმის პარკი მოჰყვდათ ჟველა გლეხის ოჯახში. იგივეს იმერებს რესერტის მეცნიერებათა აკადემიის წევრი ი. ა. გოულდენშტედტი (XVII ს.), რომელმაც აკადემიის დავალებით შემოიარა აღმოსავლეთ საქართველო. ფრანგი მოგზაური შარდენი (XVII ს.) თავის „სპარსეთის მოგზაურობაში“ წერს: „სპარსეთი, რომელიც იმჟამად დიდ სავაჭრო ადგილს წარმოადგენს, აბრეშუმს იღებს საქართველოდან, ხორასნიდან და სხვა პროვინციებიდან. ყარაბაღსა და საქართველოში ცალ-ცალკე მოდის 2000 საპალნე აბრეშუმი“. ნ. შავროვის ჩანაწერების მიხედვით, „XVII საუკუნეში საქართველოდან აბრეშუმი გაჰქინდათ ოსმალეთში“.

აბრეშუმი პირველ რიგში შინამოხმარების საგანი იყო. ქართულმა ეთნოგრაფიულმა სინამდვილემ და ხალხურმა ზეპირსიტყვაობამ აბრეშუმის გადამუშავების კუსტარული სამარჯვები, დანადგარები, მეთოდები და ტერმინოლოგია დღემდე შემოინახა.

როგორც ადგნიშნეთ, თუთა საქართველოსათვის ენდემურ მცენარეს წარმოადგენს. საქართველოში ოდითგანვე იყო თუთის სხვადასხვა ჯიში. იმერეთში თუთას „ბულას“ ეძახდნენ, სამეგრელოში – „ჯამპას“, კახეთსა და ქართლში – „თუთას“ („ფურცელა თუთას“ – უნაყოფო თუთას). თუთის სახეობათა შორის მებარეშუმები ჭიის საკვებად დაუმყნობელ თუთრ თუთას ამჯობინებდნენ, რომელსაც კახეთში „ქართულს“ უწოდებდნენ, დასავლეთ საქართველოში – „ძველებურს“, „ჩვენებურს“.

რაც შეეხება აბრეშუმის ჭიის ჯიშებს, გავრცელებული იყო თეთრი და უვითელი ჯიშის „შინაური პარკის“ სახეები, ასევე „პირისფერი“ პარკი. აბრეშუმის პარკის მომყვანთა აზრით, თეთრი პარკი უველას სჯობდა, ორ მოსაფალს იძლეოდა და ბევრ აბრეშუმსაც შეიცავდა, მაგრამ „ცოტა ზანტი“ იყო. თეთრი პარკის ძაფი შესაღებადაც უფრო მოსახერხებელი იყო. იმერეთში ამ უკანასკნელს „კახურ ჯიშს“ უწოდებდნენ, გურია-იმერეთში „კახური აბრეშუმის“ უვითელ ჯიშს ანიჭებდნენ უპირატესობას, როგორც უფრო მეტი აბრეშუმის შემცველს.

აბრეშუმის ძაფის ამოხვევა, დართვა და ქსოვა კუსტარული წესით ხდებოდა. ამოსახვევად გადარჩეულ პარკს მზეზე დაყრიდნენ ხოლმე, რომ შიგ ჭუპრი მოეკლათ. მერე მდებარეში ჩაყრიდნენ ნაწილ-ნაწილ და ძაფს შეულოებად ამოახვევდნენ სპეციალურ ხელსაწყოებზე („ლარათაშე“, „ოგი-დაშე“ – სამეგრელოში; „ოგვადო“ – გურიაში; „სამხევლი“, „სამუხევლი“ – იმერეთში); კახეთში სპეციალურ ჯარას – „მანჯონიქს“ ხმარობდნენ. შეულოებს ფირფიგაზე გადაახვევდნენ. ამოხვეულ ძაფს დაართავდნენ თითისტარზე, რომელსაც სიმძიმისათვის ბოლოზე ქვის კვირისტავი ჰქონდა წამოცმული. ცალწვერად დართულ ძაფს შემდეგ ისევ თითისტარზე ორწვერად ან სამწვერად შეძახვდნენ (დაგრეხდნენ). საძახავი თითისტარი სართავზე უფრო წვრილი, გრძელი და თხელმუცლიანი იყო. კვირისტავი ზემოდან ეკეთა. დაძახულ ძაფს მუხლებზე შეულოებად ამოახვევდნენ და დასარბილებლად და გასათეორებლად ნაცარწყალში გამოხარშავდნენ. წუნდებული პარკებისაგან – დომფალისაგან (ორი ჭიის მიერ დახვეული საერთო პარკი) და პარკის ამოხვევის დროს მიღებული ნარჩენებისაგან ხარშავდნენ ყაჭს, გააშრობდნენ, დაწეწავდნენ, გაჩერავდნენ და დაართავდნენ თითისტარზე, ორწვერად დაძახავდნენ და „დახვეწავდნენ“ (გურიაში ყაჭს უწოდებდნენ, ზოგადად, აბრეშუმის პარკს). აბრეშუმისაგან საქსოვ დაზგაზე ქსოვდნენ თავთას, მერდინს (აღმოსავლეთ საქართველო); დარაიას (დასავლეთ საქართველო); ჩხირებითა და ყაისნაღებით – თავსაფრებს, წინდებს, ტოლადებს, ქისებს, ხელთაოთმანებს, ბაღეებს; ფირფიტებით – ჩახსაკრავებს, სახიან სარტყლებს, ყაითნებს, ჩაფარიშებს და ტანსაცმლის საოლველს. ქსოვილები მირითადად მიიღებოდა დგიმ-სავარცხელიან პორიზონტალურ საქსოვ დაზგებზე, რომელთა სახელწოდება სხვადასხვა რეგიონში სხვადასხვა იყო: კახეთში – „საფეიქრო“, გურიაში – „სამექსლობო“, სამეგრელოში – „ოშუალე“, ისტორიულ სამხრეთ საქართველოში – „დაზგა/საფეიქრო“. აბრეშუმის ხამი ძაფი და დართული აბრეშუმი გამოიყენებოდა როგორც „საზედო ძაფი“ (მისაქსელად) ე.წ. „საჭუდაჯე“ და „საჩოხე“ ქსოვილების დასამზადებლად ვერტიკალურ საქსოვ დაზგებზეც (ე.წ. „აკაზმები“). აბრეშუმის ძაფები გამოიყენებოდა სამკერდევების, გულისპირების, სარტყლების, ქისების მოსაქარგად ოქროსა და ვერცხლის წვრილ ძაფებთან ერთად. ქალისა და მამაკაცის ეროვნული ტანსაცმლის ერთ-ერთი მირითადი ნედლეული აბრეშუმი იყო. ქსოვილები იყო სახიანი ან ერთფერად შედგებილი. ძაფების გადახლართვაც სხვადასხვაგარი იყო.

საკერავი ძაფი მზადდებოდა მირითადად დართული აბრეშუმისაგან რამდენიმე (2, 3, 4, 6) წვერის შეგრეხვით. აბრეშუმი გამოიყენებოდა შერქული ნართის მისაღებად შალთან, სელთან, ბამბასთან ერთად. აბრეშუმის შესაღებად გამოიყენებოდა ადგილობრივი ბუნებრივი საღებავები, მირითადად ლურჯი და წითელი.

XIX საუკუნეში აბრეშუმის ხამი ძაფი და ქსოვილები გლეხებისათვის შემოსავლის წყარო იყო. მათ აქტიურად იძენდნენ გაჭრები იმისათვის, რომ უფრო ძვირად გაეყიდათ. მაგრამ ამიერკავკასიის აბრეშუმის წარმოების პოლიტიკას მირითადად უპვე რესერო განსაზღვრავდა, რომლის მმართველობასაც დაექვემდებარა საქართველო XIX საუკუნის დასაწყისიდან. რესერმა იმთავითვე

მიაქცია უურადღება სამხრეთ რუსეთსა და საქართველოში აბრეშუმის მოყვანის საკითხს, ჩაატარა ინსპექტირება – შეაგროვა ცნობები მეაბრეშუმეობის გავრცელების შესახებ და აღწერა მეაბრეშუ-მეობის რაიონებში თუთის ნარგაობები. რუსეთი დაინტერესებული იყო აბრეშუმით, როგორც ნედლეულით თავისი აბრეშუმსაქსოვი საწარმოებისათვის, რომლებიც ძირითადად მოსკოვსა და მის მახლობელ გუბერნიებში იყო განთავსებული. ჩვენს ქვეყანაში მკლინი საუკუნეებიდან მოყოლებული მაღალხარისხოვანი აბრეშუმის ქსოვილი „დარაია“ მზადდებოდა. ადრეულ წლებში მას ვალუტის დანიშნულებაც პქონდა და ოქროსა და ვერცხლთან ერთად მკირფასებულობად ითვლებოდა. იმ პერიოდში ძირითადი მოთხოვნა პარკზე მოდიოდა, რაც რუსეთში, როგორც აღვნიშნეთ, აბრეშუმის ქსოვილების საწარმოებლად გაჰქონდათ. ამიტომ გლეხებობამ გარკვეულწილად ტრადიციული აბრეშუმის ქსოვილების დამზადებას თავი დაანება და მათ ნაცვლად შემოტანილი იაფი ფაბრიკატების მოხმარებაზე გადავიდა. ქართული აბრეშუმის ქსოვილების მიღების ხალხური მეთოდები და ხერხები თანდათან დავიწყებას მიეცა. მიუხედავად იმისა, რომ XX საუკუნის 20-იანი წლებიდან საქართველოში აბრეშუმის მრეწველობა აღორძინდა, ქართული აბრეშუმის თვითმყოფადობა დაიკარგა.

XIX საუკუნის 50-იანი წლები აბრეშუმის მოყვანის მხრივ ამიერკავკასიისათვის წარმატებული აღმოჩნდა. აქ აბრეშუმის ნედლი პარკის მოსავალი საშუალოდ შეადგენდა 700–800 ათას ფუთს წელიწადში. მოყვანილი პარკის 60–70 % გაჰქონდათ რუსეთში მოსკოვის და აბრეშუმის სხვა საფეიქრო ფაბრიკებისათვის, მცირე ნაწილი იგზავნებოდა თურქეთში, დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში. აბრეშუმის დარჩენილი ნაწილის – საერთო რაოდენობის 30–40%-ის გადამუშავება ხდებოდა ადგილზე. კავკასიის მეფისნაცვალი მ. ვორონცოვი თავისი საქმიანობის 1851 წლის ანგარიშში წერდა: „მეაბრეშუმეობა წარმოადგენს ამიერკავკასიის სოფლის მეურნეობის მნიშვნელოვან დარგს“; რომ ქუთაისის გუბერნიაში აბრეშუმის პარკი „ძლიერ კარგი და სწორი გადამუშავების შემთხვევაში იძლევა საუკეთესო პროდუქტს. აქურ პარკს ყიდულობენ და აგზავნიან ოდესასა და მოსკოვში ევროპული წესით ამოხვევისათვის“.

XIX საუკუნის მეორე ნახევარში საფრანგეთში იფეთქა აბრეშუმის ჭიის საშინელმა დაავადებამ – პებრინამ. დაავადება სწრაფად გავრცელდა იტალიაში, აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებში, ამიერკავკასიაში, მცირე და შუა აზიაში. პებრინას გავრცელებამ მეაბრეშუმეობა სრული განადგურების საფრთხის წინაშე დააყენა. ამ დაავადების წინააღმდეგ ბრძოლის საშუალება საფრანგეთში ლუი პასტერმა გამოიგონა.

1862–1863 წლებში დაავადება ფართოდ გავრცელდა დასავლეთ საქართველოში, კერძოდ სამეგრელოში, 1863 წელს – ნუხის მაზრაში (აზერბაიჯანის ჩრდილოეთ ნაწილში, რომელიც ითვლებოდა ამიერკავკასიაში მეაბრეშუმეობის წამყვან რეგიონად), 1865 წელს – მეაბრეშუმეობის თითქმის ყველა რაიონში. 1866–1869 წლები იყო ყველაზე მძიმე კავკასიის მეაბრეშუმეობისათვის. ეს დარგი აშკარად გადაშენების გზაზე იდგა. მაგრამ მომდევნო წლებში დაავადებამ თანდათან იქლო, რასაც ხელი შეუწყო ლუი პასტერის მეთოდით შემოწმებული (ე.წ. ცელულიარეული) ჯანსაღი გრენის შემოტანამ ამიერკავკასიაში და ასევე ავადმყოფობის მიმართ გამძლე ჯიშების გამოყენებამ.

XIX საუკუნის 80-იან წლებში რუსეთის იმპერიაში დაისვა საკითხი სამხრეთული მეაბეშუმეობის შემდგომი განვითარებისათვის გადაუდებელი ღონისძიებების განხორციელების შესახებ. 1887 წელს თბილისში დაარსდა ამიერკავკასიის საცდელი სადგური, რომლის პირველი ხელმძღვანელი იყო ცნობილი რუსი მეცნიერი და მეაბრეშუმეობის საეციალისტი 6. შავროვი. სადგურთან მოეწყო ლაბორატორიები, მუზეუმი, ბიბლიოთეკა. ტარდებოდა აბრეშუმის ჭიის საჩვენებელი გამოკვება, ლექციების კითხვა, აღგილებზე მეაბრეშუმეობის მდგრამარეობის გამოკვლევა. სამწუხაროდ, ეპიდემიის გავრცელებამ თითქმის მთლიანად გაანადგურა და გადაშენების საფრთხის წინაშე დააყენა აბრეშუმის ჭიის ქართული ჯიშები. 6. შავროვის მიერ 80-იან წლებში კავკასიის მეაბრეშუმეობის შესწავლის დროს ადგილობრივი ჯიში აღარ არსებობდა. ის ასახელებს მხოლოდ აღრინდელ რამდენიმე ჯიშს: ადგილობრივ ქუთათურ ჯიშს და ადგილობრივ კახურ პარკს.

პირველი მხოლოდი ომის წინ ამიერკავკასიაში საშუალოდ ნედლი პარკის მოსავალი შეადგენდა 300000 ფუთს, აქედან 40% გადიოდა საზღვარგარეთ. საქართველოში მუშაობდა თელავის, სამტრედიის,

ხონის, ოზურგეთის აბრეშუმსახვევი ოთხი პატარა ფიბრიკა. გრენა კვლავ უცხოეთიდან შემოდიოდა. მიღებული ძაფი გაქტონდათ მილანსა და მარსელში. მექშევიკების წლებში ეს ფაბრიკებიც დაიხურა.

გასული საუკუნის 20-იანი წლებიდან საბჭოთა კავშირის პირობებში მეაბრეშუმეობას უკვე დიდი ყურადღება მიექცა. ყოფილ მოკავშირე რესპუბლიკებსა და ოლქებში შეიქმნა მეაბრეშუმეობის სამართველოები, რაიონული პარკსაშობები, დამზადების პუნქტები, საგრენაჟე ქარხები, სანაშენე-სელექციური სადგურები, დაარსდა თუთის სახელმწიფო და საკოლმეურნეო სანერგე მეურნეობები, შეიქმნა პარკის პირველადი დამუშავების ბაზები და ძაფსახვევი ფაბრიკები. 1921–1927 წლებში საქართველოში გაიხსნა სამი დიდი საგრენაჟე ქარხანა, მეაბრეშუმეობის საჯიშებსასელექციო სადგურები, რომლებიც ამზადებდა საქართველოს კლიმატურ პირობებთან შეგუებულ გრენას, უცხოეთიდან გრენის შემოტენა შეწყდა. ამ პერიოდში აშენდა ძაფსახვევი ფაბრიკები ოზურგეთში, ხონში, ოქლავში (1926 წ.), სამტრედიაში (1927 წ.), ქუთაისში (1929 წ.). 1925 წელს შეიქმნა მეაბრეშუმეობის სამართველო „საქართველოში“, რომლის დამსახურებაა ის, რომ პარკის მოსავალი 2000 ტ-მდე გაიზარდა, ხოლო XX საუკუნის 60-იანი წლების დასაწყისში – 4000 ტ-მდე განვითარდა აბრეშუმის მრეწველობა. გასული საუკუნის 80-იან წლებში საქართველოში მოქმედებდა ხუთი ძაფსახვევი ფაბრიკა, ორი მსხვილი აბრეშუმსაქსოვი და ორი გამოყვანი წარმოება თბილისის აბრეშუმის და ქუთაისის აბრეშუმის საფეიქრო-სამკერვალო გაერთიანებებში. გასული საუკუნის 60-იანი წლების დასაწყისში საქართველოს აბრეშუმის მრეწველობა თითქმის უზრუნველყოფილი იყო საკუთარი აბრეშუმის პარკით.

ამიერკავკასიის საცდელი სადგურის ბაზაზე 1930 წელს შეიქმნა ამიერკავკასიის მეაბრეშუმეობისა და აბრეშუმის მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, რომელსაც 1955 წელს საქართველოს მეაბრეშუმეობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი დაერქვა. 1959 წელს აღნიშნული ინსტიტუტი შეუერთდა სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის მეაბრეშუმეობის ფაპულტებს, მეაბრეშუმეობის სასწავლო-კვლევითი ფაპულტების სახელწოდებით. 1989 წელს აღნიშნული ფაპულტები გაიყო მეაბრეშუმეობის კათედრად და პრობლემურ ლაბორატორიად, რომლებიც დიღმის ტერიტორიაზე მდებარეობდა. ძველ შენობაში, რომელიც ადგენენილ იქნა სრულყოფილი სახით, მოთავსდა მეაბრეშუმეობის სათავო სამეცნიერო ცენტრი. აღსანიშნავია, რომ ორივე ბაზაში მუშაობდნენ მაღალ-კვალიფიციური სპეციალისტები. მეაბრეშუმეობის და აბრეშუმის სამრეწველო დარგებისათვის სპეციალისტებს საქართველოს უმაღლებლები ამზადებდნენ.

საქართველოში წარმოდგენილი იყო აბრეშუმის წარმოების თითქმის ყველა რგოლი: მეთუთეობა, მეაბრეშუმეობა, პარკის დამზადება, ძაფის ამოხვევა და ხამი აბრეშუმის ძაფის მიღება, აბრეშუმის ძაფის გრეხა, აბრეშუმის დართვა, ქსოვა, გამოყვანა. 1990 წლისათვის საქართველოს ძაფსახვევი ფაბრიკების ტექნიკური აღჭურვილობა შეადგენდა 834 ძაფსახვევ აუზს (8390 ძაფგადასატანით), აქედან KMC-10 სისტემის (მექანიკური დაზგები) – 738 ძაფსახვევ აუზს და 96 საბჭოურ ავტომატურ ძაფსახვევ აუზს.

ნატურალური აბრეშუმის ქსოვილები გამომუშავდებოდა „რიტის“ და „ნორტროპის“ ფირმის ძველ მექანიკურ საქსოვ დაზგებზე, რომლებიც საუკეთესოდ ითვლებოდა თხელი ქსოვილებისათვის, აგრეთვე თანამედროვე მიკრომაქრიან განიერ (სამუშაო სიგანე – 180, 220, 330 სტ) საბჭოურ საქსოვ დაზგებზე. გამოყვანა წარმოებებში დაყენებული იყო თანამედროვე საჩითავი, საშრობი, საზომ-საწუნმდებლო და სხვა გამოყვანი მანქანები.

იწარმოებოდა აბრეშუმის კლასიკური ქსოვილები (ესენი იყო ძირითადად კრეპული ძაფისაგან*) მიღებული ქსოვილები): კრეპდემინი, კრეპორუები, კრეპმაროენი, კრეპშოფონი. კრეპული გრეხის მქონე ძაფი ქსოვილს მარცვლოვან ფაქტურას აძლევდა. იწარმოებოდა აგრეთვე გლუვი ზედაპირის მქონე ქსოვილები. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს კრეპსატინი, რომელსაც ქუთაისის აბრეშუმის კომბინატი გასული საუკუნის 70-იან წლებამდე უშენდებდა. ეს ქსოვილი იყო მძიმე, ზედაპირი ატლასის უვალებელი, რომელიც იქმნებოდა დაუგრეხევი აბრეშუმის ძაფებისაგან, ხოლო მეორე მხარეს კრეპული მისაქსელის გამო პქონდა კრეპული ეფექტი. ამ ქსოვილით იკერებოდა სუხიშვილების ცეკვის ანსამბლის ქაბები. ეს ქსოვილი გამომუშავდებოდა 8 დგიმით და მქსოველისაგან დიდ ყურადღებას მოითხოვდა. აღსანიშნავია, ქართველი დესინატორების და მხატვრების მიერ შექმნილი ნატურალური აბრეშუმის

* კრეპული ძაფი აბრეშუმის ძაფის რამდენიმე წვერისაგან შედგება და 1 მ-ზე დებულობს 2200–2400 გრეხას.

ქაკარდული და დაწითელი ქსოვილები, რომლებიც მოწონებას იმსახურებდა სხვადასხვა გამოფენასა და ჩვენებაზე. მაგრამ აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მასობრივი მოხმარების ქსოვილები თავიანთი გარეგნული გაფორმებით, შეღებვის ხარისხით და სხვა თვისებებით ვერ უტოლდებოდა საერთაშორისო დონეს. ეს გარკვეულწილად განპირობებული იყო საბჭოთა გეგმური ეკონომიკით, რომლისთვისაც უპირველესი იყო რაოდენობა და არა ხარისხი. საბჭოთა სტანდარტების (კწ. ГОСТ-ების) მოთხოვნებიც ჩამორჩებოდა საერთაშორისო სტანდარტების მოთხოვნებს. 70-იანი წლებიდან აბრეშუმის წარმოებაში შემოღის ვისკოზური და აცეტატური აბრეშუმის ქსოვილები, რომლებიც სწრაფად იმკვიდრებდა ადგილს სიიაფის გამო, მაგრამ ნატურალური აბრეშუმი შეუცელებლი რჩება მისი ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებებიდან გამომდინარე და ამ მხრივ მას კონკურენციას ვერ უწევს ხელოვნური ბოჭკოსაგან დამზადებული ქსოვილები. საჭირო იყო დაწითვა-დებვის შემდეგ მათ შეენარჩუნებინათ ბზინვარება, სირბილე, ჰაეროვნება, ფერთა სიკაშკაშე.

1964 წლიდან თუთის დაავადების გავრცელებამ საქართველოში აბრეშუმის პარკის მოყვანის მკეთრი შემცირება გამოიწვია. თუთის დაავადება – სიხუჭუჭე ცნობილი იყო XIX საუკუნეშიც. 1963–1964 წლებში ტენიანი ჰაერი და ავადმყოფობის გადამზანი მწერების გამრავლება გახდა დასავლეთ საქართველოში ავადმყოფობის გავრცელების მიზეზი. ამის შედეგად საქართველომ დაკარგა საკვები ფონდის 80%. 1956 წელს თუთის მთლიანი ნარგაობა 18 მლნ მირზე მეტი იყო, 1975 წელს 4 მლნ ძირამდე შემცირდა. ამის შედეგად ნედლი პარკის მოყვანაც 4000 ტ-დან (1961 წ.), წელიწადში საშუალოდ (1975–1990 წწ.) 1700 ტ-მდე შემცირდა, შესაბამისად – მშრალი პარკის დამზადებაც – 1400 ტ-დან 500 ტ-მდე. საქართველო ამ სიტუაციას მოუმზადებელი შეხვდა. ნაცვლად იმისა, რომ ჩატარებულიყო სასწრაფო და ეფექტური ღონისძიებები თუთის ფოთლის სიხუჭუჭის წინააღმდეგ, რესაუბლიერის ძაფსახვევი ფაბრიკების მოთხოვნის დაკმაყოფილება იმპორტული ნედლეულის გაზრდის სარჯებ მოხდა. თუ 1961 წელს მშრალი პარკის იმპორტული გზით შემოტანა უმნიშვნელო იყო, შემდეგ წლებში შეუა აზიიდან შემოტანილი ნედლეულის წილი 60 – 65%-საც კი აღწევდა.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ეკონომიკის საერთო დაღმასვლა, კ. წ. „უძრაობის პერიოდი“ და „პერესტროიკა“ 70-იანი წლებიდან აბრეშუმის წარმოებაზეც აისახა: არ ხდებოდა მოწყობილობის და ასორტიმენტის განახლება, ტექნიკური დონის ამაღლება, შრომის პირობების გაუმჯობესება და ა.შ. საბოლოოდ, 80-იანი წლების ბოლოს საბჭოთა კავშირი დაიშალა. დაირდგა ეკონომიკის შეკრული წრე, ათეველი წლების განმავლობაში ჩამოყალიბებული მიწოდება-გასაღების კავშირები. საქართველომ, რომელმაც დამოუკიდებლობა მოიპოვა და, რომელიც ახალ ეკონომიკურ სივრცეში აღმოჩნდა – კწ. „საბაზრო ეკონომიკის“ პირისპირ, ვერ შეძლო შეენარჩუნებინა აბრეშუმის წარმოება. იგი ჩაკვდა. დამოუკიდებლობის მოპოვებიდან 2–3 წელიწადში საქართველოს აბრეშუმის მრეწველობა აღარ არსებობდა. ბოლო 22 წლის განმავლობაში ბევრი დაიწერა, ბევრი მოსაზრება და მოწოდება გამოითქვა აბრეშუმის წარმოების აღორძინების შესახებ, მაგრამ ჯერ საქმე არ დაძრულა.

საქართველოში აბრეშუმის წარმოების მრავალსაუკუნოვანი ისტორია იმას მოწმობს, რომ აბრეშუმის წარმოება ჩვენი ქვეყნისათვის სისხლხორცეული სამეურნეო საქმეა და ის უნდა აღდგეს. რა თქმა უნდა, ეს არც ისე აღვიდია, რადგან კომპლექსურ მიღეობას საჭიროებს: უნდა განვითარდეს მეთუთეობა, გრენაჟის წარმოება, ჭიის გამოკვება და პარკის მოყვანა, რაც უნდა ჩაისვას სოფლის მეურნეობის განვითარების პერსპექტიულ გეგმაში, დაარსდეს ძაფსახვევი, საგრეხი, საქსოვი და ქსოვილების გამომყვანი საწარმოები მიღებული პარკის სამრეწველო გადამუშავებისათვის. ეს უნდა მოხდეს თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისად, ქართული ტრადიციების, თვითმყოფადობის, მხატვრული მოტივების გათვალისწინებით, რომ პროდუქციამ დააკმაყოფილოს როგორც ქვეყნის შიგა, ისე საქასპორტო მოთხოვნები.

აქვე მოვიყვანთ მსოფლიოს მეაბრეშუმეობის ქვეყნებში ხამი აბრეშუმის მაფის წარმოების სტატისტიკურ მაჩვენებლებს.

სამი აბრეშუმის ძაფის წარმოება (აბრეშუმის ნარჩენების ჩათვალით, ტ)

	1979–1981 წწ. (საშ. წლ. წარმოება)	1989	2001	2009	2010	2011	2012
მთლიანად მსოფლიოში	57958	73589	90488	106169	139118	129684	152868
ჩინეთი	34199	42044	64567	84000	115000	104000	126000
ინდოეთი	4226	10500	17531	19690	21005	23060	23679
იაპონია	15642	7000	431	72	54	42	30
უზბეკეთი	1634	2354	1260	780	940	940	940
ბრაზილია	1300	1900	1485	811	770	558	614
სამხრეთ კორეა	3311	1400		3	3	3	1,5
ტაილანდი	883	1250	1510	665	655	655	655
ვიეტნამი	246	450	2035		550	500	450
საქართველო	392	306	—	—	—	—	—

დ. გურამიშვილი ჯერ კიდევ XVIII საუკუნეში „უკვდავების წყაროს იგავთ ახსნა“ აბრეშუმის მიღების საქმეს უფლის წყალობად მიიჩნევს:

„დმერთმა ჩვენთვის რაც მოჰყინა, ყველა ჩვენთვის განაჩინა,
ჭიაც ჩვენთვის ამჟაკა, ჭიჭნაური აპარკინა“.

ნუ ვიქნებით სკეპტიკოსები და ვიწამოთ, რომ მალე ქვეყნის საექსპორტო ჩამონათვალში ქართული ღვინის, და ჩაის გვერდით ღირსეულ ადგილს დაიმკვიდრებს ქართული აბრეშუმი, როგორც ქართული კულტურის, ტრადიციების, ღირსების მოწმე. და თუ ეს ასე მოხდა, იმის მიმანიშნებელი იქნება, რომ ქართველი გლეხი დაუბრუნდა თავის სოფელს, ფეიქარი – საქსოვ დაზგას და საქართველო სწორი გზით მიდის წინ.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА:

1. ივ. ჯავახიშვილი. მასალები ქართველი ერის მატერიალური კულტურის ისტორიისათვის. III – IV. თბ., 1962 წ.
2. ა. კალაძე. მეაბრეშუმეობა და სააბრეშუმო მრეწველობა საქართველოში. 1928.
3. ნ. შარაშენიძე. ყაჭის მოვლა. ოზურგეთი, 1894.
4. გ. ჩახაშვილი. ქართული ხალხური საქსოვი დაზგები // ჯანაშიას სახ. საქართველოს მუზეუმის მოამბე. ტ. XVIII. თბ., 1954.
5. Гугушвили П.В. Шелководство в Грузии и Закавказье в XIX-XX вв. Тб., 1960.
6. აბრეშუმის მუზეუმი. თბ., 2005.
7. აბრეშუმი საქართველოში – სერაფიტიდან დღემდე. www.klimi.pvt.ge/e-magazine
8. ნ. აბესაძე. მეაბრეშუმეობა საქართველოში (ეთნოგრაფიული მასალების მიხედვით). 1957.
9. ნ. ჩხაიძე, ნ. მახვილაძე. საერთაშორისო მოთხოვნები ხამი აბრეშუმის ძაფის ხარისხზე // სტუ-ის შრომები. თბ., 2003.
10. Global Silk Production. www.inserco.org/en/statistics. 27.02.2014.
11. ნ. ჩხაიძე, ნ. მახვილაძე, თ. ჩუბინიშვილი. ნატურალური აბრეშუმის წარმოება (ისტორია, ტექნიკოლოგია, საქართველოში განვითარების ინფორმაციული კელება, მსოფლიო სტატისტიკა). სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაო. ტექინფორმი, 2010.

სავეიქონო მრეწველობა

აბრეშუმის ფარმობის ბანკითარების ისტორია საქართველოში

ნ. ჩხაიძე, ნ. მახვილაძე, ლ. ლურსმანაშვილი, თ. ჩუბინიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინსტიტუტი ტექნიფორმი)

რეზიუმე: სტატიაში გადმოცემულია საქართველოში აბრეშუმის ისტორია უძველესი დროიდან დღემდე ცნობილია, რომ აბრეშუმის ჭიის გამოსაკვებად საჭირო თუთის ხის ფოთოლი კავკასიაში ბუნებრივად იყო გაგრცელებული. ამიტომ, სავარაუდოა, რომ აბრეშუმის ბოჭკოს მიღების საიდუმლოს საქართველოში ძველთაგანვე ფლობდნენ. ეს დასტურდება ჩვენამდე მოღწეულ პირველსავე ქართულ ლიტერატურულ წყაროში ი. ცურტაველის „შუშანიქის წამებაში“ (V ს.), სადაც ნახსენებია „ჭიიჭაუხების საქმე“ („აბრეშუმის საქმე“), როგორც საქალებო საქმიანობა. შემდგომ საუკუნეებში ცნობილი ქართველი ისტორიკოსები და უცხოელი მოგზაურები ადასტურებენ აბრეშუმის წარმოებასთან დაკავშირებული საქმიანობის, როგორც წამყვანი სამუშაოები დარგის, არსებობას საქართველოში. განსაკუთრებული აღმავლობა განიცადა აბრეშუმის წარმოებამ XX საუკუნეში. გასული საუკუნის 90-იანი წლების დასაწესიდან აბრეშუმის წარმოება საქართველოში შეჩერდა. აბრეშუმის წარმოების აღდგენა უნდა იყოს დღეს ჩვენი ქვეყნის ძირითადი ამოცანა.

TEXTILE INDUSTRY

SILK PRODUCTION DEVELOPMENT HISTORY IN GEORGIA

N. Chkhaidze, N. Makhviladze, L. Lursmanashvili, T. Chubinishvili

(Georgian Technical University, Institute Techinformi)

Resume: There is given history of silk production in Georgia from ancient centuries to the present day. There is shown, that the mulberry trees needed to feed the silkworm grow naturally in Caucasus from ancient times. So, probably the secrets of getting the silk fiber were known in Georgia from those times. In the oldest Georgian literary work "Martyridom of Shushanik" (5th c. A.D.) is shown the existence of silk in Georgia. In the next centuries the silk production in Georgia became one of the main industry. The produced silk products were consumed as within the country as well exported outside, also were taken as a tribute by the invaders, which also cut vineyards and mulberry trees, to weaken the country economic. Especially great attention was paid to silk production in the past century. The raw silk thread production made up to 400 tonnes per annum in the 1960-ies and the rate was kept up to 90-ies. At the beginning of 90-ies the silk production was ceased due to known reasons of economic collapse of the Soviet Union. A lot of efforts of people and of the country are required to restore the silk production.

ТЕКСТИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ШЕЛКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ГРУЗИИ

Н. Чхайдзе, Н. Махвиладзе, Л. Лурсманашвили, Т. Чубинишвили

(Институт ТЕХИНФОРМИ Грузинского технического университета)

Резюме: В статье изложена история шелкового производства с давних времен до наших дней. Известно, что шелковица, листьями которого питается шелковичный червь, растет на Кавказе естественным образом. Поэтому, можно предполагать, что в Грузии с древних времен владели способом получения шелкового волокна. Это соображение подтверждается в дошедшем до нас первом же грузинском литературном произведении Якова Цуртавели «Мученичество Шушаники» (V в.), где «шелковое дело» упоминается, как обычное женское дело. В последующие века известные грузинские ученые и путешественники сообщали о существовании шелководческой деятельности, как ведущей хозяйственной отрасли в Грузии. Особенное развитие получило шелковое производство в XX веке, но с начала 90-ых годов прошлого века шелковое дело остановилось. Восстановление шелкового производства должно стать основной задачей нашей страны.

მრეწველობის ბანგითარების პირველი ნაბიჯები აჭარაში

ო. გოგოლიშვილი

(შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

XIX საუკუნის 80-იანი წლებიდან ბაქოში დიდი აღმავლობით ვითარდებოდა ნავთობის მრეწველობა. ბაქოს ნავთობპროდუქტები აქმაყოფილებდა არა მარტო რუსეთის საშინაო ბაზრის მოთხოვნებს, არამედ მისი ჭარბი ნაწილის ექსპორტით – ევროპისა და აზიის ბაზრების დიდ ნაწილსაც, ხოლო ამ ბაზრებისთვის ნავთობპროდუქტების მისაწოდებლად ბათუმი გეოგრაფიულად ყველაზე უფრო მოხერხებული სატრანსპორტო კვანძი აღმოჩნდა.

1883 წლის 21 მარტს ბათუმში საოკეანო გემის საყვირს პირველი მატარებლის საყვირიც შეუერთდა. ბათუმი ამიერკავკასიის რეინიგზით დაუკავშირდა ბაქოს, საიდანაც ბათუმის ნავსადგურში რეინიგზის მაგისტრალით დაიწყო „შავი ოქროს” – ნავთობის მძლავრი ნაკადის შემოსვლა და შემდეგ მსოფლიოს განთქმული ბაზრებისათვის ბაქოს ნავთობისა და კავკასიის სხვა მრავალი ნედლეულის მიწოდება [1].

ბათუმი, როგორც სანავსადგურო ქალაქი, იწყებს მზარდი და მნიშვნელოვანი როლის შესრულებას ქვეყნის ეკონომიკურ ცხოვრებაში. ნავსადგურის ახლოს იგება ქარხები, შენდება „ნავთობის ქალაქი”. ეს ქარხები საექსპორტო ნავთობპროდუქტების გასატანად საჭირო სპეციალურ ტარას (თუნუქისა და ხის ყუთებს) ამზადებდნენ. საექსპორტო ნავთობისათვის ხის ყუთებისა და თუნუქის ჭურჭლების დამამზადებელი პირველი ქარხანა (მებატრონე ინჟინერი პალაშკოვსკი) ექსპლუატაციაში შევიდა 1883 წელს. იგი აღჭურვილი იყო იმ დროისათვის არსებული მაღალი ტექნიკით, რომელიც შემოტანილ იქნა აშშ-დან. ეს ქარხანა 1886 წლამდე თითქმის ერთადერთ მექანიზებულ საწარმოდ ითვლებოდა, რომლის თავდაპირველი სადღელამისო მწარმოებლურობა ითვალისწინებდა 12 ათასი თუნუქისა და 6 ათასი ხის ყუთის დამზადებას.

ბაქოს ნავთობი 1885 წლიდან მოყოლებული სწრაფად იწყებს საზღვარგარეთის ბაზრების ხელში ჩაგდებას. იგი გაბედულად უწევს კონკურენციას აშშ-ის ნავთობს და ავიწროებს მას ნავთობპროდუქტების მსოფლიო ბაზრებზე.

სწორედ ამ პერიოდში ხდება ბათუმის, როგორც ქალაქის, ჩამოყალიბება. 1885 წლის დამლევს აქ ჩამოსული ცნობილი ფრანგი მეცნიერი, აღმოსავლეთმცოდნე ჟან მურიე აღნიშნავდა, რომ ბათუმს ამ დროს უკვე პქონდა ევროპული ქალაქის სახე [2].

ბაქოს ნავთობის ექსპორტის განუხრელ ზრდასთან დაკავშირებით ბათუმში საქმაოდ გაფართოვდა ნავთობპროდუქტების ტარის წარმოება. იზრდება წარმოების მოცულობა არსებულ ქარხებში. მწყობრში ჩადგა ახალი ქარხებიც. ჯერ კიდევ 1883 წლის ბოლოს ამჟავდა სიდერგდისის ქარხანა [3], 1887 წელს – ქარხანა „მანთაშვილი და კომპანია”, ხოლო 1892 წლიდან ექსპლუატაციაში შევიდა ხაჩატურიანცისა და სხვათა ქარხები.

XIX საუკუნის 90-იან წლებში ბათუმში ხის ყუთებისა და თუნუქის ჭურჭლის დამამზადებელი 9 ქარხანა იყო. ამ ქარხებში სულ მუშაობდა 3500 მუშა. სადღედამისო მწარმოებლურობა აღწევდა 100000 თუნუქისა და 50000 ხის ყუთს. ნავთობპროდუქტების ტარის ქარხები წარმოების მოცულობისა და მუშათა რაოდენობის მიხედვით, XIX საუკუნის ბოლო წლებში ბათუმში არსებულ ფაბრიკა-ქარხებს შორის ყველაზე უფრო მსხვილ და მძლავრ საწარმოებად ითვლებოდა. მათ არა მარტო ბათუმის, არამედ მთელი ქუთაისის გუბერნიის წარმოების სისტემაში განსაკუთრებული ადგილი ეკავათ. 1894 წელს მარტო 8 საწარმომ, რომლებიც საექსპორტო ნავთობპროდუქტების

ტარას ამზადებდნენ, 22350,0 ათასი მანეთის პროდუქცია გამოუშვა. ეს შეადგენდა ქუთაისის გუბერნიის ყველა ქალაქის მრეწველობის საერთო პროდუქციის 96,6, ხოლო მთელი გუბერნიის მრეწველობის საერთო მოცულობის – 93,3 %. ნავთობპროდუქტების ყუთების წარმოებასთან დაკავშირებული იყო მთელი რიგი სხვა საწარმოები, კერძოდ, თუჯის ჩამომსხმელი, ლურსმნის დამამზადებელი, მექანიკური და სხვ. მნიშვნელოვან საწარმოს წარმოადგენდა აგრეთვე ქიმიური, მომთუთიებელი, ტყავისა და სხვა ქარხნები.

ქვეყნის სამრეწველო და კომერციულ ცხოვრებაში ბათუმის როლი იმდენად გაიზარდა, რომ ჯერ კიდევ XIX საუკუნის 80-იანი წლებიდან მოყოლებული აქ დაარსდა სხვადასხვა საკრედიტო დაწესებულება (სახელმწიფო ბანკი, ობილისის კომერციული ბანკი, სამხრეთ რუსეთის სამრეწველო ბანკის ბათუმის განკოფილებები და სხვ), რომლებიც ხელს უწყობდა საწარმოო პროცესებისა და კომერციული ოპერაციების დაქქარება-განვითარებას. აღნიშნული სამრეწველო საწარმოებისა და საკრედიტო დაწესებულებების შექმნა ბათუმში იმაზე მიუთითებდა, რომ ჯერ კიდევ XIX საუკუნის დასასრულს ბათუმი მთლიანად „ცხოვრობდა სამრეწველო კაპიტალიზმის ცხოვრებით, მისთვის დამახასიათებელი ყველა ღრმა სოციალურ-ეკონომიკური წინააღმდეგობითა და ანტაგონიზმით“ [4].

ქალაქის სამრეწველო და კომერციული ცხოვრება განუხრელად იზრდებოდა. XIX საუკუნის მიწურულს ბათუმში უკეთ არსებობდა 8–10 საკმაოდ მსხვილი სამრეწველო საწარმო, ხოლო 1900 წელს მოქმედებდა 31 სამრეწველო საწარმო.

XX საუკუნის დასაწყისში ბათუმი მთელი ამიერკავკასიის მესამე სამრეწველო ცენტრს წარმოადგენდა. საფაბრიკო-საქარხო წარმოების აღმოცენებასა და განვითარებასთან ერთად ბათუმში ჩამოყალიბდა სამრეწველო მუშათა კლასი.

ბათუმიდან ნავთობპროდუქტების საზღვარგარეთ და რუსეთის იმპერიაში გატანა (1904 წლამდე) თითქმის ყოველდღე იზრდებოდა და 1903 წელს კულმინაციას მიაღწია. ამ წელს ბათუმის ნავსადგურიდან გაიტანეს 84,2 მლნ ფუთი ნავთობპროდუქტები. ბათუმის ნავსადგურმა მსოფლიო მნიშვნელობის სახელი მოიხვეჭა.

ამიერკავკასიის რეინიგზის გაყვანის შემდეგ ნავთობის ტრანსპორტირების გაძლიერების თვალსაზრისით უდიდესი მნიშვნელობა პქონდა 1900 წელს რუსეთის იმპერიაში პირველი ნავთობსადენი მილის გაყვანას ბაქოდან ბათუმადე. ამიერიდან ბათუმის ნავსადგურში დაიწყო ნავთობის პირდაპირი ჩასხმა უცხოეთის გემთა ტრიუქებში. ნავთობსადენის მილის სიგრძე შეადგენდა 883 კმ-ს, ხოლო მილის შიგა დიამეტრი – 8 დიუმს. წელიწადში მას შეეძლო გაეტარებინა 1 მლნ ტ ნავთობი. ამის შედეგად რეინიგზით ნავთობის ზიდვა თანდათანობით შემცირდა. 1903 წლიდან ბათუმში შესამჩნევად იგლო სამრეწველო პროდუქციის გამოშვებამ, რაც გამოწვეული იყო იმ გარემოებით, რომ მუშათა პოლიტიკური გაფიცვების შედეგად მთელი რიგი საწარმოები შეფერხებით მუშაობდა. რუსეთს ხელიდან გამოეცალა ნავთობის ისეთი მნიშვნელოვანი ბაზრები, როგორიც იყო ჩინეთი, ინდოეთი, იაპონია. ბათუმის სამრეწველო საწარმოები კრიზისში მოიცვა. ამან კი, თავის მხრივ, მრავალი ქარხნის დახურვა გამოიწვია. მუშაობა შეწყვიტა მანთაშევისა და როგორიციც ქარხნება. 1908 წელს მოქმედებდა თუნექის ყუთების დამამზადებელი მხოლოდ ორი ქარხნა, რომლებშიც დასაქმებული იყო 629 მუშა [5]. ამ ქარხნების წარმოების მოცულობაც 1902 წელთან შედარებით თითქმის 5-ჯერ შემცირდა.

1910 წლიდან რუსეთის ბაზრებზე გაიზარდა მოთხოვნილება ნავთობპროდუქტებზე. ამავე დროს ჩინეთის, ინდოეთის, იაპონიისა და აღმოსავლეთის სხვა ქვეყნების ბაზრებშიც გაზარდა რუსეთის ნავთობზე მოთხოვნილება. რუსეთის ნავთობი ისევ იპყრობს აღნიშნულ ბაზრებს. როგორც რუსეთის, ისე საზღვარგარეთის ბაზრებზე რუსეთის ნავთობი კვლავ ბათუმის ნავსადგურიდან იგზავნება. ბათუმის სავაჭრო-სამრეწველო ცხოვრების მაჯისცემა მატულობს. მაგრამ ასეთი მდგომარეობა დიდხანს არ გაგრძელებულია. პირველი მსოფლიო ომის დროს ბევრი საწარმო ნედლეულს ვეღარ იღებდა და დაკვეთებს ვერ ასრულებდა. მაგალითად, ბათუმის ოლქის სამრეწველო საწარმოების რაოდენობა 1913 წლიდან 1915 წლამდე 24 %-ით შემცირდა, ხოლო მუშათა რაოდენობა – 63,2 %-ით.

კაპიტალიზმი შეიქრა აჭარის სოფლის მეურნეობაშიც. ნატურალური გადასახადები, რაც მანამდე არსებობდა, ფულით შეიცვალა. საფუძველი ჩაგდარა ტქმიურ კულტურათა საპლანტაციო მფ-

ურნეობას და სხვ. მიუხედავად ამისა, თურქული ფეოდალური მიწათმფლობელობის კანონმდებლობა ჯერ კიდევ ძალაში რჩებოდა. ცარიზმის აგრარულ-კოლონიალური პოლიტიკა სახაზინო მიწის ფონდის გაზრდისა და გლეხთა მატერიალური შევიწროებისაკენ წარიმართა. რუსი მოხელეები ცდოლობდნენ აჭარაში თურქული მიწათმფლობელობის წესები გამოყენებინათ, რომლის მიხედვით მოვლი მიწა სახელმწიფო საკუთრებაში რჩებოდა. ეს მდგომარეობა ცარიზმს აჭარაში კოლონიზაციისათვის ფართო გზას უსხიდა [6].

შავი ზღვის სანაპირომ აჭარაში თავისი ბუნებრივ-გეოგრაფიული პირობებით მეცნიერთა დიდი კურადღება მიიპყრო. მათი დაკავირვებებითა და გამოკვლევებით შავი ზღვის სანაპიროს ნიადაგ-კლიმატური პირობები ძლიერ ემსგავსებოდა იმ ქვეყნების ნიადაგ-კლიმატურ პირობებს, სადაც სუბტროპიკული კულტურები დიდად იყო გარცელებული. ისინი ამტკიცებდნენ, რომ ჩვენში შეიძლებოდა ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების გავრცელება. ამ მხრივ გამოირჩეოდნენ მეცნიერები ა. ვოეიკოვი, ა. კრასნოვი, ა. ბუტლერვი და სხვ. სუბტროპიკული კულტურების პრაქტიკულად დანერგვა-გავრცელებაში დიდი როლი შეასრულა იმ ექსპერიციებმა, რომლებიც მოეწყო ჩინეთში, იაპონიაში, ინდოეთში, ცეილონსა და სხვა სუბტროპიკულ ქვეყნებში. ამ კულტურების ადგილზე შესწავლისა და მისი შავი ზღვის სანაპიროზე გაშენების მიზნით ექსპერიციებს შემოჰკონდათ ჩაის, ციტრუსოვანთა, ბამბუკის, ტუნგისა და სხვა მცირფასი სუბტროპიკული კულტურების თესლი, აგრეთვე ნერგები და აშენებდნენ ზღვის სანაპიროზე (ჩაქვი, სალიბაური). სწორედ ამან ჩაუყარა საფუძველი აქ ჩაისა და ციტრუსოვანთა მეურნეობას.

XIX საუკუნის დამლევს იზრდება მოსახლეობის ინტერესი ჩაის კულტურისადმი. იგი, მართალია, მცირე რაოდენობით, მაგრამ მაინც იყიდებს ფეხს გლეხთა ეზოებშიც. ჩაის კულტურის გავრცელების პარალელურად ვითარდება ჩაის მრეწველობაც. 1897 წელს აიგო სალიბაურის ჩაის ფაბრიკა, ხოლო 1898 წელს – ჩაქვის ჩაის ფაბრიკა. ბაზარზე უკვე გაწნდა აქ დამზადებული ჩაი „პირველი რუსული ჩაის“ სახელწოდებით. 1900 წელს სალიბაურის ჩაის პროდუქციამ პარიზის მსოფლიო გამოფენაზე მაღალი შეფასება და დიდი ოქროს მედალი დაიმსახურა.

ადსანიშნავია, რომ მეფის რუსეთის დროს ჩაისა და ციტრუსოვანთა წარმოება შესაძლებლობის ფარგლებში ვერ განვითარდა (1913 წელს ჩაის პლანტაციების ფართობი შეადგენდა 889 ჰას, ხოლო ციტრუსოვანი კულტურებისა – 262 ჰას), მაგრამ ამ დარგის უკეთ განვითარებისათვის, როგორც პირველ ნაბიჯს, დიდი მნიშვნელობა პქონდა. შემდგომ პერიოდში აჭარამ თავისი გამოცდილების გაზიარებით უდიდესი დახმარება გაუწია იმ რაიონებს, რომლებმაც ხელი მოჰკიდა ჩაისა და ციტრუსოვანთა გაშენებას.

მეფის რუსეთის დროს აჭარის მთიან რაიონებში ფართოდ გავრცელდა თამბაქოს კულტურა, რამაც საგრძნობლად გაზარდა სოფლის მეურნეობის შემოსავალი.

მკვლევართა კურადღება მიიპყრო შავი ზღვის სანაპირო ზოლის სამკურნალო რესურსებმაც. ბათუმსა და მის მიდამოებში, ასევე ქობულეთში გაშენდა პატარ-პატარა აგარაკები, რამაც მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა აჭარის საკურორტო მეურნეობის განვითარებაში.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА:

1. რ. უზუნაძე. ნაოსნობა ბათუმის ოლქში. ბათუმი, 2001.
2. მ. სიორიძე. ბათუმის საბაჟო. ბათუმი, 2003.
3. ო. გოგოლიშვილი. საზოგადოებრივ-პოლიტიკური ვითარება ბათუმის ოლქში 1900–1910 წლებში. ქუთაისი, 1996.
4. 6. ტყეშელაშვილი. ნარკევები საქართველოს მრეწველობის ისტორიიდან. თბ., 1958.
5. ო. თურმანიძე. სოფლის მეურნეობა სამხრეთ-დასავლეთ საქართველოში (1878–1920). ბათუმი, 2004.
6. აჭარის ცენტრალური სახელმწიფო არქივი (აცსა), ფ. 1, აღწ. 1, საქ. 246.

მრეწველობის განვითარების პირველი ნაბიჯები აჭარაში

ო. გოგოლიშვილი

(შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: ამიერკავკასიის რკინიგზის მშენებლობის შემდეგ (1883 წ.) ბაქოდან ცისტერნებით მიეწოდებოდა ნავთობპროდუქტები ბათუმს, საიდანაც შემდეგ ექსპორტირდებოდა ევროპისა და აზიის ბაზრებში. მაღვე ბათუმის პორტმა მსოფლიო მნიშვნელობა შეიძინა, სწრაფი ტემპით განვითარდა ქალაქის სამრეწველო და კომერციული ცხოვრება. XX საუკუნის დასაწყისში ბათუმი იქცა ამიერკავკასიის მესამე სავაჭრო-სამრეწველო ცენტრად, სადაც კონცენტრირებული იყო მუშათა კლასი.

კაპიტალიზმის მოიცვა აჭარის სოფლის მეურნეობაც. იქაური ნიადაგ-კლიმატური პირობები ხელსაყრელი აღმოჩნდა ძვირფასი სუბტროპიკული კულტურების (ჩაის, ციტრუსის, თამბაქოს) გასაშენებლად.

HISTORY OF INDUSTRY

THE FIRST STEPS OF DEVELOPMENT OF INDUSTRY IN ADJARA

O. Gogolishvili

(Shota Rustaveli state University)

Resume: This article deals with the first steps of development of industry in Adjara. The city of Batumi became a very important centre of industry in the whole of Caucasus as a result of transportation of oil products from Baku to Batumi. The special vessels for oil products were manufactured in factories, that were specially built for this purpose in Batumi. The port of Batumi became of the world importance.

Capitalism invaded in the agriculture sector of Adjara and as a result the production of tea, citrus, tobacco and so on were developed.

ИСТОРИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ПЕРВЫЕ ШАГИ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В АДЖАРИИ

О. Гоголишвили

(Государственный университет Шота Руставели)

Резюме: После постройки Закавказской железной дороги (1883 г.) из Баку цистернами стали поступать нефтепродукты в Батуми, откуда они экспорттировались на рынки Европы и Азии. Вскоре батумский порт приобрел мировое значение; быстрыми темпами развивалась промышленная и коммерческая жизнь города. В начале XX века Батуми стал третьим торгово-промышленным центром Закавказья с высокой концентрацией рабочего класса.

Капитализм охватил и сельское хозяйство Аджарии. Почвенно-климатические ресурсы края были пригодны для разведения драгоценных субтропических культур, таких как чай, цитрусы, табак.

ძველი მეცნიერების ახალი ფურცლები

† ლ. ურუშაძე

ცნობილი მეცნიერი, საზოგადო მოღვაწე, პუბლიცისტი, ისტორიის მეცნიერებათა დოქტორი ლევან ურუშაძე იყო 150-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომის, მათ შორის 9 მონოგრაფიის, 300-ზღვე პუბლიცისტური წერილის ავტორი, მრავალი სამეცნიერო საზოგადოებისა და აკადემიის წევრი, საქართველოს საბჭოთა ოკუპაციის მუხეუმის სამეცნიერო ხელმძღვანელი. იგი ტრაგიკულად დაიმუშა 2013 წლის შემოდგომაზე გარდაცვალების შემდეგ დაჯილდობულია ლირსების ორდენით და მინიჭებული აქვს საქართველოს ეროვნული პრემიის ლაურეატის წოდება (საქართველოს პრეზიდენტის 2013 წლის 16 ნოემბრის № 16/II-ის განკარგულება).

* * *

კარგა ხნის წინათ მამაჩემის – ზურაბ ურუშაძის (ბიოფიზიკოსი) ბიბლიოთეკაში აღმოვაჩინე 1987 წელს პონქონგში გამოცემული წიგნი „იდეალები და რეალობა. აბდუს სალამის რჩეული ესეები“. წიგნს უურადღებით გავეცანი. მიმართია, რომ ამ ესეებს უნდა იცნობდეს კველა, ვისაც აინტერესებს მეცნიერების და მაღალი ტექნოლოგიების განვითარების საკითხები (და არა მარტო ეს).

ფიზიკაში 1979 წლის ნობელის პრემიის ლაურეატის აბდუს სალამის (1926 – 1996 წწ.) სამშობლო პაკისტანია, ერთ-ერთი დიდი განვითარებადი ქვეყნა 60-მილიონიანი მოსახლეობით, სადაც ხალხი უკიდურეს სიდატაკეში ცხოვრობს. აბდუს სალამი იმდენად განიცდიდა თავისი ხალხის უმძიმეს მდგომარეობას, რომ ამ წიგნის რუმინულ ენაზე მთარგმნელი წინასიტყვაობაში წერს: „გეგონებათ ავტორი მსოფლიო მწერეს აუტანია, მაგრამ ეს ასე არ არის. იგი თავისი ხალხის ბედნიერებისთვის თავდადებული მებრძოლია“. ამ წიგნში ქართველებისათვის ბევრი რამ არის საგულისხმო. ერთ-ერთ ესეებში აგტორი წერს: „... მე შემეძლო დაგხმარებოდი ჩემს ქვეყანას, როგორც კარგი მასწავლებელი, რის შედეგადაც აღიზრდებოდა მეტი ფიზიკოსი, რომლებიც, თავის მხრივ, გახდებოდნენ მასწავლებლები, რადგან ამ ქვეყნაში მრეწველობა არ არსებობდა, ან დატოვებდნენ სამშობლოს. მაგრამ მალე მივხვდი, რომ შეუძლებელი იქნებოდა კარგი მასწავლებლის როლის დიდხანს შენარჩუნება იმ ზღვრული იზოლაციის პირობებში, რაც არსებობს ლაპორში (მის მშობლიურ ქალაქში – ლ. უ.). სადაც არასხდროს აღწევს ლიტერატურა ფიზიკაში, არ არის საერთაშორისო კონტაქტები და მთელ ქვეყანაში არ მეტყველება არც ერთი კომპეტენტური ფიზიკოსი. აქ მე აღმოვჩნდებოდი სავსებით უმწეო მდგომარეობაში ... რჩებოდა მხოლოდ ერთი საშუალება – კავშირის დამყარება საერთაშორისო სამეცნიერო საზოგადოებრიობასთან, რათა შემგნარჩუნებინა პროფესიული კვალიფიკაცია. ჩემი იმედი დაკავშირებული იყო გაერთიანებული ერების ორგანიზაციასთან და მის დანაყოფებთან. ასე დაიწყო 1954 წელს ჩემი დახლართულებით“.

ამ „დახლართული გზის“ დასაწყისშივე აბდუს სალამმა დაუსაბუთა გაეროს, რომ აუცილებელი იყო გაეროსთან თეორიული ფიზიკის საერთაშორისო ცენტრის შექმნა, რაც განვითარებადი ქვეყნებისათვის დახმარების გაწევის საკმარის მოულოდნელი, მაგრამ ქმედითი ფორმა იქნებოდა. მისი აზრით, ეს ცენტრი მეურვეობას გაუწევდა განვითარებადი ქვეყნების პროფესიულ იზოლაციაში მყოფ ფიზიკოსებს, რომელთა მნიშვნელობა, როგორც სამეცნიერო და ტექნიკურ სფეროებში მომუშავე თანამშრომლებისა, ყველა ქვეყანაში თანდათანობით გაიზრდებოდა. ამ ცენტრის შექმნის იდეა იმდენად უწეველოდ ქდერდა, რომ გაეროს ბიუროკრატიულ კორიდორებში აბდუს სალამს 11 წლის განმავლობაში დასჭირდა თავგამოდებული ბრძოლა მის დასაცავად. აბდუს სალამი იგონებს ამ ბრძოლის დამახასიათებელ ეპიზოდს: „გაეროს ატომური ენერგიის საერთაშორისო სააგენტოს ფორუმზე ევროპის ერთ-ერთი მოწინავე ქვეყნის წარმომადგენელმა ასეთი რამის თქმაც კი იკადრა:

„თეორიული ფიზიკა მეცნიერების „როლს-როისია“, განვითარებად ქვეყნებს კი ურმის მეტი არაფერი სჭირდებათ“.

ბოლოს და ბოლოს, აბდუს სალამის იდეამ გაიმარჯვა. 1964 წელს გაეროს ატომური ენერგიის საერთაშორისო სააგენტო დათანხმდა, რომ გაეროსთან შექმნილიყო თეორიული ფიზიკის ცენტრი და სააგენტოს საბჭომ ამ მიზნით გამოყო 55 000 აშშ დოლარი. გადაწყდა, რომ ცენტრი იტალიაში განთავსებულიყო. იტალიის ხელისუფლება ამ, მისთვის პრესტიულ, მოვლენას აღფრთოვანებით შეხვდა. იტალიის მთავრობამ ცენტრს გრანტის სახით გამოუყო 350 000 აშშ დოლარი ყოველწლიურად და გადასცა შესაფერისი შენობა ქალაქ ტრიესტში.

ცენტრი 1964 წელს ვე ამჟამად მისი თანასპონსორები არიან ატომური ენერგიის საერთაშორისო სააგენტო და იუნესკო, რომელთა შემოწირულობაა წელიწადში დაახლოებით 250 000 დოლარი თითოეულისაგან და კიდევ სხვა არაპერიოდული გრანტები.

მეტად საინტერესოა ცენტრის ანგარიში გაწეული მუშაობის შესახებ. აღმოჩნდა, რომ თეორიული ფიზიკის საერთაშორისო ცენტრმა მისი არსებობის 11 წლის განმავლობაში შესაბამისი სამსახური გაუწია 90 ქვეყნის 6 000 წამყვან ფიზიკოსს, მათ შორის 4 000 ფიზიკოსს 65 განვითარებადი ქვეყნიდან. ცენტრმა მოახდინა რევოლუციის მსგავსი რამ. ეს ექვება ფიზიკის სწავლებას და ასევე იმ დახმარებას, რომელიც გაეწია განვითარებად ქვეყნებს იმ ამოცანების გადასაჭრელად, რაც წლების განმავლობაში ფიზიკაში ტექნიკური პრობლემების წარმოქმნით იყო გამოწვეული.

როგორც აბდუს სალამი ამბობს: „... 1961 წელს გაეროს გენერალურმა მდივანმა დაგ ჰამარ-შელდმა წარმოადგინა მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების საკითხებზე გაეროს კონფერენციის გეგმა. მას ჰქონდა განვითარებადი ქვეყნების გარდაქმნის საკუთარი ხედვა. მე ხანგრძლივი ინტერვიუ ჩამოვართვი დაგს, რომელსაც მხოლოდ ერთხელ შევხვდი და შევქმნი გამეზიარებინა მისი ნახევრად მისტიკური რწმენა იმის თაობაზე, თუ რა დიდი სარგებლობის მოტანა შევძლო დატაკი ქვეყნებისათვის მეცნიერებასა და ტექნიკას მათი შეგნებული და გააზრებული გამოყენების შემთხვევაში. მას მშვინივრად ესმოდა, რომ ამისათვის უპირველეს ყოვლისა საჭიროა ინვესტირება იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც არსებობს შესაბამისი ტექნოლოგია. ჰამარშელდმა განვითარებადი ქვეყნების ლიდერებზე ბევრად უკეთ იცოდა განვითარებად ქვეყნებში სამაშულო მეცნიერების აღორძინების მნიშვნელობა. უკიდურეს შემთხვევაში აუცილებელია, ხელისუფლებას გაცნობიერებული მაინც ჰქონდეს მეცნიერების და ტექნოლოგიების განვითარების მნიშვნელობა, რაც იმის საშუალებას მისცემს ქვეყნას, რომ შეარჩიოს და მოლაპარაკება გამართოს იმ ტექნოლოგიებზე, რაც სტირდება ქვეყნის ეკონომიკურ და სოციალურ წინსკლას. დაგს კარგად ესმოდა, რომ აქ მთავარია არა მარტო სიახლენი, ე.წ. „ნოუ-ჰაუ“ („იცოდე, როგორ“, არამედ ის, თუ რატომაა ისინი საჭირო, ანუ „ნოუ-ვაი“ („იცოდე, რატომ“).

აბდუს სალამის მეცნიერების განვითარების ერთ-ერთ წინაპირობად მიაჩნდა ქვეყანაში მეცნიერებისათვის კეთილგანწყობილი ფონის შექმნა, რის მისაღწევადაც აუცილებელია მაღალი დონის სამეცნიერო-პრაკტულარული უერნალების გამოცემა. აღსანიშნავია, რომ ამ მხრივ საქართველოში უკვე გადაიდა მნიშვნელოვანი ნაბიჯი – შეიქმნა შესანიშნავი ამერიკული სამეცნიერო-პრაკტულარული უერნალის „ნეშენელ ჯეოგრაფის“ ქართული რედაქცია და ეს უერნალი ქართულად მიეწოდება მკითხველს.

აბდუს სალამის გარდაცვალების შემდეგ (1996 წ.), მისი სახელობის ტრიესტის ოეორიული ფიზიკის საერთაშორისო ცენტრი განაგრძობს ნაყოფიერ მუშაობას. ამის ერთ-ერთი მაგალითია 2009 წლის ივნისში კონფერენციების და სემინარების მოწყობა თემაზე: „ფიზიკა ბიოლოგიაში“ რაც უდავოდ ფიზიკოსებსა და ბიოლოგებს შორის საქმიანი დიალოგის მიმანიშნებელია.

რადგანაც ბიოფიზიკას შევხეთ, უპრიანი იქნება გავისხენოთ, რომ გამოჩენილი ქართველი ფიზიკა-თეორეტიკოსი, მეცნიერების ახალი დარგის – ელექტროქიმიური ფიზიკის (ან მეორენაირად, კვანტურ-მექანიკური ელექტროქიმიის) ერთ-ერთი შექმნელი, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორექსპოდენტი და საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის (ახლა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი) ზოგადი და თეორიული ფიზიკის კათედრის გამგე, პროფესორი რევაზ დოლონაძე (1931–1985 წ.). ამავე დროს გახდდათ ერთ-ერთი სასიცოცხლო პროცესის, ე.წ. ფერმენტული კატალიზის მსოფლიოში პირველი განტურ-მექანიკური (ფიზიკური) მოდელის თანაავტორი, რისთვისაც იგი შეყვანილია მსოფლიოს გამოჩენილ ბიოფიზიკოსთა სიაში*, სადაც

* ამ სის ნახვა შეიძლება, ინტერნეტის ცნობილ „გორდიქ ენციკლოპედიაში“ მისამართზე:
<http://www.wordiq.com/definition/Biophysics>.

წერია: „მიხეიდ კოლექტურინი, რევაზ დოლონაძე და ზურაბ ურუშაძე – ფერმენტული კატალიზის კვანტურ-მექანიკური (ფიზიკური) მოდელის ავტორები“. იქვეა მითითებული მათი ნაშრომები.

თამამად შეიძლება ითქვას, რომ რ. დოლონაძე მრავალმხრივი განათლებით, ცოდნით, აზროვნებით, ქვეყნის სიყვარულით, და, რაც მთავარია, მისთვის დამახასიათებელი თავდადებული შრომით, საქართველოს აბდუს სალამია (აქვე აღვნიშნავ, რომ, თუ არა მისი უდროოდ გარდაცვალება, იგი იყო ფიზიკურ ქიმიაში ნობელის პრემიის დაურეატობის რეალური პრეტენდენტი).

პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში შეთავსებით მუშაობის დაწყებისთანავე (1982 წ.) რ. დოლონაძემ რექტორატს დაუსაბუთა იმის აუცილებლობა, რომ ინსტიტუტის საინჟინრო ფიზიკის ფაკულტეტს უნდა დამატებოდა ახალი სპეციალობა „თეორიული ფიზიკა“ (თოთქმის ისეთივე არგუმენტაციით, რაც ჰქონდა აბდუს სალამს თეორიული ფიზიკის საერთაშორისო ცენტრის შექმნის აუცილებლობის დასაბუთებისას). რ. დოლონაძემ საქართველოს მასწავლებელთა ყრილობას (1983 წ.) წარუდგინა საქართველოში სამეცნიერო-ტექნიკური კადრების აღზრდის კარგად მოფიქრებული გეგმა, რომელიც, რა თქმა უნდა, არ მიიღეს სახელმძღვანელოდ, რადგან ეს გეგმა არ მოდიოდა მოსკოვიდან. მიუხედავად ამისა, რ. დოლონაძემ ფართმალი არ დაყარა და შეძლო ხორცი შეესხა ამ გეგმის საწყისი ეტაპისათვის – პოლიტექნიკურ ინსტიტუტთან მან შექმნა უფასო ფიზიკა-ტექნიკური სკოლა, რომელიც შეივსო ფიზიკით დაინტერესებული საშუალო სკოლის ნიჭიერი უფროსკლასელებით. სკოლამ მალე მოიპოვა პოპულარობა და შემდეგ მისმა ბევრმა მოსწავლემ პროფესიად ფიზიკა აირჩია. მსგავსი პროფილის ფიზიკა-ტექნიკური კლასები უნდა გახსნილიყო აგრეთვე რამდენიმე საშუალო სკოლაში როგორც თბილისში, ისე მის ფარგლებს გარეთ. ყველაზე ადრე კი ეს მოხდა ლანჩხუთის მე-2 საშუალო სკოლის მე-7 კლასში. პროფესორი რ. დოლონაძე (ვიდრე ავადმყოფობა არ მიეძალა) და მისი თანამშრომლები წელიწადნახევრის განმავლობაში ორ კვირაში ერთხელ ჩადიოდნენ ლანჩხუთში მეცადინეობების ჩასატარებლად.

დაბოლოს, ვინაიდან ამ წერილში ყურადღება გამახვილებულია მეცნიერების მნიშვნელობაზე, არ შეიძლება არ აღინიშნოს, რომ ხშირად ძალზე გამარტივებულად, პრიმიტიულად არის წარმოდგენილი კავშირი სამეცნიერო და პრაქტიკულ საქმიანობას შორის.

ბევრს ჰგონია, რომ მეცნიერების მთავარი ამოცანა იმ სიძნელეების გადალახვაა, რომლებიც წარმოიქმნება ქვეყნის სამეცნიერო და ყოფით ცხოვრებაში. რა თქმა უნდა, მეცნიერება ამას აუცილებლად უნდა აკეთებდეს, მაგრამ ეს არ არის მთავარი – მოწინავე მეცნიერება კუდში კი არ უნდა მიჰყებოდეს პრაქტიკულ საქმიანობას, არამედ თვითონ უნდა ქმნიდეს ახალ მიმართულებებს კულტურის განვითარებაში და სწორედ ამით ცვლიდეს ჩვენი ცხოვრების ნირს.

გამოწენილი ინგლისელი ფიზიკოსის რეზერვორდის თანამშრომელი და მოწაფე, აკადემიკოსი პეტრე კაპიცა წერდა, რომ, მაგალითად, რადიუმი, ანტიბიოტიკები, ატომური ენერგია იშვა იმ სამეცნიერო აღმოჩენებისა და თეორიების საფუძველზე, რომლებიც შეიქმნა ლაბორატორიებში პრაქტიკული მოთხოვნილების გარეშე.

შეუძლია თუ არა საქართველოს თვალი გაუსწოროს მეცნიერებისა და თანამედროვე ტექნოლოგიების მოთხოვნებს და აქტიურად ჩაებას ქვეყნის ეკონომიკის სრულყოფისაკენ მიმართულ საქმიანობაში? რასაკვირველია, შეუძლია! ცხადია, ამ მიზნის მიღწევას სჭირდება ხელისუფლების, მეცნიერების, საზოგადოების მოწინავე ნაწილის ერთიანი ძალისხმევა!

დიდი გერმანელი ფილოსოფოსი ემანუელ კანტი ჯერ კიდევ როდის წერდა, რომ ადამიანისთვის მთავარია დამოუკიდებელი აზროვნება და არა სწავლა-შეგონებანი.

რაც შეეხება პრაქტიკით ინიცირებულ წარმატებულ სამეცნიერო მიღწევებს, ამის ერთ-ერთი ბრწყინვალე მაგალითია გასული საუკუნის 70-იანი წლების შთამბეჭდავი მიღწევა აგრონომიაში, რასაც სამართლიანად ეწოდა „მწვანე რევოლუცია“. 1970 წელს მშვიდობის ნობელის პრემიით დააჯილდოვეს აგრონომი ნორმან ბორლაუგი, რომელმაც გამოიყანა ხორბლის ახალი უხვმოსავლიანი ჯიშები სამხრეთში მდებარე ქვეყნებისათვის (მექსიკა, ინდოეთი, პაკისტანი და ა.შ.).

უხვმოსავლიანობის გარდა, ნ. ბორლაუგის მიერ გამოყვანილი ჯიშები სხვა დირსებებითაც გამოირჩევა. ისინი უკვე ითესება სამხრეთის 70-ზე მეტ ქვეყანაში. სამი წლის (1966–1969 წწ.) განმავლობაში მათი ნათესების ფართობი 1000-ჯერ გაიზარდა!

ნ. ვავილოვის მიერ შეკრებილ კოლექციაში დღემდე ინახება უნიკალური, უანგაგამძლე, ე.წ. „სპარსული“ ხორბლის მარცვლები. საქართველოში, ხორბლის უმველეს სამშობლოში, ასეთი ჯიში აქამდე ვერ მოიძებნა.

პველი მეცნიერების ახალი ფურცლები

† ლ. ურუშაძე

რეზიუმე: სტატიაში მოცემულია დღევანდელი მსოფლიოს საბუნებისმეტყველო მეცნიერებაში ფართოდ ცნობილი თანამედროვეობის ერთ-ერთი უდიდესი მეცნიერის, ტრიქსტის (იტალია) თეორიული ფიზიკის საერთაშორისო ცენტრის დირექტორის, ნობელის პრემიის ლაურეატის, პროფესორ აბდუს სალამის გამორჩეული საზოგადოებრივი საქმიანობის საინტერესო ფაქტები. მისი დაუდალავი ძალისხმევით გაეროსთან შეიქმნა თეორიული ფიზიკის ცენტრი.

სტატიაში საუბარია აგრეთვე გამოჩენილი ქართველი ფიზიკოს-თეორეტიკოსის, მეცნიერების ახალი დარგის – ელექტროქიმიური ფიზიკის (კვანტურ-მექანიკური ელექტროქიმიის) ერთ-ერთი შემქმნელის, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ზოგადი და თეორიული ფიზიკის კათედრის გამგის, პროფესორ რევაზ დოღონაძის საქმიანობის შესახებ.

HISTORY OF SCIENCES

NEW PAGES OF OLD SCIENCE

† L. Urushadze

Resume: The paper includes interesting facts of public activities of a well-known first-rate physicist, Director of the International Center for Theoretical Physics in Trieste (Italy), Nobel Prize winner, professor Abdus Salam. His untiring efforts resulted in establishment of the center theoretical physics. The paper also considers public activities of a prominent Georgian theoretical physicist, one of the establishers of electrochemical physics (quantum-mechanical electrochemistry), a corresponding member of the Georgian Academy of Sciences, head of department of general and theoretical physics of the Georgian Technical University, professor Revaz Dogonadze.

ИСТОРИЯ НАУКИ

НОВЫЕ СТРАНИЦЫ СТАРОЙ НАУКИ

† Л. Урушадзе

Резюме: В статье приведены интересные факты общественной деятельности широко известного в современной природоведческой науке крупнейшего ученого, директора международного центра теоретической физики в Триесте (Италия), лауреата Нобелевской премии, профессора Абдуса Салама. В результате его неустанных усилий при ООН был создан центр теоретической физики. В статье также рассматривается деятельность видного грузинского физика-теоретика, одного из создателей новой отрасли науки – электрохимической физики (квантово-механической электрохимии), член-корреспондента Грузинской академии наук, заведующего кафедрой общей и теоретической физики Грузинского технического университета, профессора Реваза Догонадзе.

რედაქტორები: ლ. გიორგობიანი, ე. იოსებიძე, დ. ქურიძე, მ. პრეობრაჟენსკაია
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ე. ქარჩავასი

გადაეცა წარმოებას 07.05.2014. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 10.07.2014. ქაღალდის ზომა
60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბაზი 8. ტირაჟი 100 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77

