

კავშირი
"მეცნიერება და ენერგეტიკა"

ენერგეტიკა

სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი

2(86)/2018

თბილისი

ბ.კონსტანტინი, ნ.კომპლია. მუდმივი დენის წევის ქვესადგურების ბაზაზე ავტომატურად რეგულირებადი ასინქრონული წევის ძრავების დინამიკური პროცესების მართვა და ანალიზი..... 5

ლ.ვეზსვაძე, ბ.არაბიძე. მრავალკრიტერიუმანი გადაწყვეტილების ანალიზის მეთოდების გამოყენება ელექტროენერჯის გენერაციის დაგეგმვისთვის საქართველოში. 14

ბ.არზიანი, ი.გორღიაშვილი. ასიმეტრიული დატვირთვის გავლენა ქსელის ძაბვაზე. 26

ი.შავლაშვილი. ელექტრომომარაგების 0,4-110 კვ ძაბვის ქსელში წარმოქმნილი ელექტროენერჯის ტექნოლოგიური დანაკარგების ანგარიში პროგრამული კომპლექსის ადა-95 გამოყენებით..... 30

ი.ლომიძე, ბ.ხელიძე, ბ.ვიზია. საქართველოს მდინარეთა წყლიანობის რაოდენობრივი შეფასება არსებული ჰიდროლოგიური მონაცემების გათვალისწინებით 40

მ.რუხვაძე, ვ.შონიაძე. ზეგამტარი ენერჯის დამაგრებლის გავლენა ელექტროსისტემის მუშაობაზე. 45

ი.ლომიძე, ბ.ხელიძე, კ.კატარაია, მ.მარღალიშვილი. საქართველოს მდინარეების გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯის დადგენის პრინციპები ჰიდროენერგეტიკული ობიექტებისთვის. 49

З.ЧАЧХИАНИ, Г.ДАРСАВЕЛИДЗЕ, Л.ДАРЧИАШВИЛИ. Идеальный кристалл и реальный металл. 55

ДЖ.НИКУРАДЗЕ, В.КВИНТРАДЗЕ, В.МЕЛАДЗЕ, Г.ТАБАТАДЗЕ. Дистанционные технологии обучения в системе дополнительного профессионального образования. 59

ლ.კაკაბა, მ.რაზმაძე, ლ.ახვლედიანი. სინათლის სხივის გარდატეხის კოიფიციენტის განსაზღვრა ტექნიკურ ზეთებში. 64

Ф.БАСАРИЯ, Г.БОКУЧАВА, К.БАРБАКАДЗЕ, Г.ДАРСАВЕЛИДЗЕ. Неорганический материал для защиты от сублимации ветвей термобатарей на основе сплава SiGe..... 68

ი ნ ო ვ ა ც ი ა

მ.ჭირაქაძე. განახლებადი ენერჯის და ენერგოეფექტური საშუალებების კომპლექსური გამოყენება მაღალმთიანი რეგიონის მცირედდასახლებულ სოფლებში. 74

მ.ჭირაქაძე. სითბოს აკუმულატორი. 77

ვ უ ლ ო ც ა ვ ი

ნოდარ კოდუა - 80 წლისაა. 81

დიანა თევზაძეს ვულოცავთ დაბადების დღეს. 83

პეტრე ჭიჭაღუას ვულოცავთ საიუბილეო თარიღს. 85

სტატიების შემოტანის წესები. 88

მუდმივი დენის წვივის ძვესადგურების ბაზაზე ავტომატურად რეგულირებადი ასინქრონული წვივის ძრავების დინამიკური პროცესების მართვა და ანალიზი. *გ.კოხრეიძე, ნ.კეკელია*. "ენერჯია". №2(86). 2018. თბილისი. გვ. 5-13. ქართ. ანოტ. ქართ. ინგლ. რუს.

განხილულია IGBT-ტრანზისტორული მოდულების ბაზაზე გამმართველი და ძაბვის ინვერტორული აგრეგატების საფუძველზე ცვლადი დენის წვეის ძრავის მართვის სპეციფიკური საკითხები. წარმოდგენილია ელექტრომაგნიტური პროცესების მართვისა და ანალიზის მეთოდების უნიფიცირება. ილ. 2, ლიტ. 5.

მრავალკრიტერიუმებიანი გადაწყვეტილების ანალიზის მეთოდების გამოყენება ელექტროენერჯიის გენერაციის დაგეგმვისთვის საქართველოში. *ლ.გეგუხეაძე, გ.არაბიძე*. "ენერჯია". №2(86). 2018. თბილისი. გვ. 14–25. ქართ. ანოტ. ქართ. ინგლ. რუს.

გადმოცემულია საქართველოში ელექტროენერჯიის გენერაციის დაგეგმვისათვის მრავალკრიტერიუმებიანი გადაწყვეტილების მიღების ანალიზის გამოყენების შედეგები. კერძოდ, განხილულია 2013-2017 წწ. ელექტროენერჯიის ბალანსი, ხოლო მრავალკრიტერიუმებიანი გადაწყვეტილების მიღების პროცესით (Multi Criteria Decision Analysis, MCDA) შეფასებულია ელექტროენერჯიის წარმოების ალტერნატივები წინასწარ დადგენილი კრიტერიუმებით. შეფასების პირველ ეტაპზე ანალიტიკური იერარქიის პროცესის (Analytical Hierarchy Process, AHP) გამოყენებით დადგენილია შეფასების კრიტერიუმების წონები, ხოლო ტექნოლოგიების რანჟირებისთვის მიღებული გადაწყვეტილების მიღების მატრიცა შეფასებულია სამი მეთოდით: იდეალურ ამონახსნთან მსგავსებით რანჟირების ტექნიკა (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS); მრავალამოცანიანი ოპტიმიზაცია შეფარდებითი მაჩვენებლების ანალიზით (Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis, MOORA); ჯამისა და ნამრავლის შეწონილი შეფასებით ოპტიმიზაცია (Optimization of Weighted Aggregated Sum Product Assessment, WASPAS). დადგენილია, რომ, მიუხედავად იმისა, რომ კაშხლიანი ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობა თითქმის 2-ჯერ ძვირია სხვა ტექნოლოგიებთან შედარებით, მისი უპირატესობა სხვა კრიტერიუმით იმდენად დიდია, რომ ყველა მოდელმა ამ ტექნოლოგიას მიანიჭა უპირატესობა. ცხრ. 8, ლიტ. 15.

ასიმეტრიული დატვირთვის გავლენა ძველის ძაბვაზე.

გ.არზიანი, ი.გორდიაშვილი. "ენერჯია". №2(86). 2018. თბილისი. გვ. 26-29. ქართ. ანოტ. ქართ. ინგლ. რუს.

განხილულია კონკრეტულ ქსელში სამფაზა არასიმეტრიული დატვირთვის გავლენა ქსელის ძაბვის ასიმეტრიაზე. დადგენილია არასიმეტრიული დატვირთვის ის ზღვრული მნიშვნელობა, რომლის შემდეგაც ირღვევა საქართველოში მოქმედი ქსელის წესების მიხედვით განსაზღვრული ძაბვის არასიმეტრიულობის დასაშვები ლიმიტი. სცენარის შესასწავლად გამოყენებულია მატემატიკური მოდელირება. ილ. 4, ცხრ. 1.

ელექტროენერჯიის 0,4-110 კვ ძაბვის ძველში წარმოქმნილი ელექტროენერჯიის ტექნოლოგიური დანაკარგების ანგარიში პროგრამული კომპლექსის ადა-95 გამოყენებით. *ი.შაველაშვილი*. "ენერჯია". №2(86). 2018. თბილისი. გვ. 30-39. ქართ. ანოტ. ქართ. ინგლ. რუს.

განხილულია ელექტროენერჯიის ტექნიკური დანაკარგების ანგარიში სს „თელასის“ ქსელისათვის.

წარმოდგენილი სს „თელასის“ ელექტრული ქსელებისათვის შემუშავებული ელექტროენერჯიის შემოდინების, სასარგებლო გაცემის და ძაბვის საფეხურების მიხედვით, დანაკარგების სტრუქტურის საფუძველზე, ჩატარებულია ელექტროენერჯიის ტექნიკური დანაკარგების ანგარიში პროგრამული კომპლექსის ადა-95 გამოყენებით.

ელექტროენერჯის ტექნიკური დანაკარგების მიღებული შედეგები ახლოსაა სეწმეკის მიერ დადგენილ ნორმებთან, თუმცა ქსელის ზოგიერთი ნაწილისათვის არის განსხვავება. გაკეთებულია დასკვნები და შემუშავებულია რეკომენდაციები. ილ. 4, ცხრ. 3, ლიტ. 5.

საქართველოს მდინარეთა წყლიანობის რაოდენობრივი შეფასება არსებული ჰიდროლოგიური მონაცემების ბათვალისწინებით.

ი.ლომიძე, ვ.ხელიძე, ბ.ფიფია. "ენერჯია". №2(86). 2018. თბილისი. გვ. 40-44. ქართ. ანოტ. ქართ. ინგლ. რუს.

საქართველოს მდინარეების ჰიდროენერგეტიკული რესურსების ბოლო შეფასება დაფუძნებული იყო 1980 წლამდე არსებულ ჰიდროლოგიურ მონაცემებზე. ამჟამად ხელმისაწვდომია XX საუკუნის 90-იან წლებამდე ჰიდროლოგიური მონაცემები. აღსანიშნავია, რომ 1990-იანი წლებიდან საქართველოს მდინარეთა უმეტესობაზე არ ხორციელდება ჰიდროლოგიური დაკვირვებები. შესაბამისად არ არსებობს სრულყოფილი ინფორმაცია იმასთან დაკავშირებითაც, თუ რა გავლენა იქონია კლიმატის ცვლილებამ მდინარეების ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე. იმისათვის, რომ შეფასდეს კლიმატის ცვლილების რაოდენობრივი გავლენა მდინარეთა წყლიანობაზე, ჩვენ მიერ კვლევის ამ ეტაპზე გამოყოფილი იქნა საქართველოს ოთხი რეგიონის 10 მდინარე, რომლებისთვისაც განხორციელდა წყლის ხარჯების გაანგარიშებები. მოცემული მდინარეებისთვის წყლის ხარჯების დაგრძელებული რიგების გამოყენებისას გამოვლინდა საშუალო მრავალწლიური წყლის ხარჯების როგორც შემცირება, ასევე ზრდა, რაც დაკავშირებულია კლიმატის ცვლილებასთან. ცხრ.1, ლიტ. 7.

ზეგამტარი ენერჯის დამაგროვებლის გავლენა ელექტროსისტემის მუშაობაზე. მ.რუხვაძე, გ.შოენაძე. "ენერჯია". №2(86). 2018. თბილისი. გვ. 45-48. ქართ. ანოტ. ქართ. ინგლ. რუს.

განხილულია ზეგამტარული ენერჯის დამაგროვებლის გავლენა ელექტროსისტემის მუშაობაზე. ჩატარებულია გარდამავალი პროცესების კომპიუტერული მოდელირება და შედარებულია მრუდები ენერჯის დამაგროვებლის გამოყენებისას და ენერჯის დამაგროვებლის არ ქონის შემთხვევაში. ნაჩვენებია, რომ ზეგამტარული ენერჯის დამაგროვებლის გამოყენებისას სისტემა ინარჩუნებს მდგრადობას და არ არის საჭირო დამატებით დატვირთვის გამორთვა. ილ. 7, ლიტ. 3.

საქართველოს მდინარეების გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯის დადგენის პრინციპები ჰიდროენერგეტიკული ობიექტებისთვის.

ი.ლომიძე, ვ.ხელიძე, კ.პატარია, მ.მარდალეიშვილი. "ენერჯია". №2(86). 2018. თბილისი. გვ. 49-54. ქართ. ანოტ. ქართ. ინგლ. რუს.

საქართველოს ბუნებრივი პირობებიდან გამომდინარე, წყალდენის რეჟიმში მომუშავე დერივაციული ტიპის ჰიდროენერგეტიკული ობიექტები ფართოდაა გავრცელებული, რომლებსაც ახასიათებს წყალშემზღვეველი ნაგებობის (წყალმიმღების) ქვედა ბიეფის კალაპოტის გარკვეული ხარისხით გაუწყლოება. ამიტომ საკითხი განხილული უნდა იყოს კომპლექსურად ისე, რომ, ერთის მხრივ, მაქსიმალურად გამოიყენოს მთლიანი ენერგოპოტენციალი და, მეორეს მხრივ, დაცული იყოს ძირითადი ბუნებრივი პირობები.

შემოთავაზებულია გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯის დადგენის მეთოდი წყლის ხარჯის საბაზო მნიშვნელობების მიხედვით, რომელიც წარმოადგენს მრავალწლიური მინიმალური საშუალოთვიური წყლის ხარჯების 95%-იანი უზრუნველყოფის წყლის ხარჯს. მაგალითის სახით საბაზო წყლის ხარჯები განსაზღვრულია ჰიდროლოგიურად სრულად და ნაწილობრივ შესწავლილი და ჰიდროლოგიურად შეუსწავლელი მდინარეებისათვის. ჩატარებული გაანგარიშება აჩვენებს საბაზო ხარჯების ცვლილებას საშუალო მრავალწლიური წყლის ხარჯის 3,5-დან 16,8%-მდე ფარგლებში, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ამჟამად საპროექტო პრაქტიკაში მიღებული გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯის სიდიდე (საშუალო მრავალწლიური წყლის ხარჯის 10%) არ შეესაბამება რეალობას. იგი ყოველი კონკრეტული მდინარისთვის უნდა იყოს აღებული ინდივიდუალურად, მტკნარი წყლის ეკოსისტემის ფუნქციონირების, მოსახლეობის, სოფლის მეურნეობის, მრეწველობის წყალმთხოვნილების დაკმაყოფილების უზრუნველყოფის პირობების, აგრეთვე არა-რეგულირებული ანთროპოლოგიური საქმიანობის

შედგად წყლის გაჭუჭყიანების ზღვრული კონცენტრაციის გათვალისწინებით. ცხრ. 1, ლიტ. 6.

იდეალური კრისტალი და რეალური მატალი.

ზ.ჩაჩხიანი, გ.დარსაველიძე, ლ.დარჩიაშვილი. "ენერჯია". №2(86). 2018. თბილისი. გვ. 55-58. რუს. ანოტ. ქართ. ინგლ. რუს.

განხილულია ბრილუენის ზონური სტრუქტურის წარმოდგენების გამოყენების შესაძლებლობანი იდეალური კრისტალის პერიოდულ ველში გამტარობის ელექტრონების კვლევაში.

მითითებულია თეორიის გამოყენების საზღვრები და ზონური მოდელების მოდიფიცირების აუცილებლობა დეფექტების სტრუქტურის მქონე მეტალების შემთხვევაში. კერძოდ, ლოკალიზებული დეფექტები განიხილება ადიაბატურ მიახლოებაში როგორც თავდაპირველი იდეალური კრისტალის პოტენციური ველის ცვლილება. ასეთ შემთხვევაში დამახინჯებული სისტემის ჰამილტონიანი განსხვავებული დეფექტური ველის პოტენციალისგან. ლიტ. 3.

სწავლების დისტანციური ტექნოლოგიები დამატებითი პროფესიული

განათლების სისტემაში. *ჯ.ნიკურაძე, ვ.კეინტრაძე, ვ.მელაძე, გ.ტაბატაძე.* "ენერჯია".

№2(86). 2018. თბილისი. გვ. 59-63. ქართ.. ანოტ. ქართ. ინგლ. რუს.

განხილულია დისტანციური სწავლების საკითხები, რომლებიც ეხება დამატებითი პროფესიული განათლების სასწავლებლებს. უმაღლეს სასწავლებლებთან შედარებით დისტანციური სწავლების განვითარების ტემპები დაბალია, რაც ვერ პასუხობს სასწავლო პროცესის თანამედროვე მოთხოვნებს. დისტანციურმა სწავლებამ არ უნდა ჩაანაცვლოს სწავლების ტრადიციული ფორმები. იგი მოწოდებულია გახდეს ახალი საგანმანათლებლო მოდელი, რომელიც უწყვეტი თვითგანვითარების საშუალებას იძლევა და მიმართულია ინდივიდის მიერ ინფორმაციის მიღების, დამუშავებისა და პრაქტიკული გამოყენების ტექნოლოგიების ფორმირებისკენ. ამგვარად, დისტანციური საგანმანათლებლო ტექნოლოგიების გავრცელება დამატებითი პროფესიული განათლების სისტემაში შეუქცევადი პროცესი უნდა გახდეს, რომელიც მოითხოვს სისტემურ მიდგომებს და მისი მექანიზმების შემუშავების რეგულირებას. ლიტ. 3 დას.

სინათლის სხივის გარდატანის კოიფიციენტის განსაზღვრა ტექნიკურ

ზეთიშეში. *ლ.პაპავა, მ.რაზმაძე, ლ.ახვლედიანი.* "ენერჯია". №2(86). 2018. თბილისი. გვ.

64-67. ქართ.. ანოტ. ქართ. ინგლ. რუს.

გამოკვლევული იქნა ტექნიკური ზეთების სინათლის სხივის გარდატანის კოიფიციენტი და მათი სინათლის სხივის გარდატანის კუთხე რეფრაქტომეტრ ირფ-22-ში. ექსპერიმენტულად შესწავლილი იქნა ტექნიკური ზეთების (კომპრესორის, მანქანისა და ტრანსფორმატორის) სხივის გარდატანის კოიფიციენტის განსაზღვრა, რაც საკვლევი ობიექტის დაფიქსირების საშუალებას იძლევა. ასევე შესაძლებელი ხდება სხვადასხვა ტექნიკური პროცესის თავიდან აცილება. ილ. 2, ლიტ. 3.

SiGe შენადნობების ფუძემდებ შემწვნილი თერმოკონტარაქტორების უტომების

სუბლიმაციისაგან დამცავი არაორგანული მასალა.

ფ.ბასარია, გ.ბოკუჩავა, კ.ბარბაქაძე, გ.დარსაველიძე. "ენერჯია". №2(86). 2018. თბილისი. გვ.

68-73. რუს. ანოტ. ქართ. ინგლ. რუს.

პოლიკრისტალური SiGe შენადნობები წარმოადგენენ მაღალტემპერატურულ თერმოელექტრულ მასალებს. თერმოელექტრული ბატარეის შემადგენელი n- და p-ტიპის შტოების შესაქმნელად, რომლების სამუშაო ტემპერატურა აღემატება 1000°C. ასეთ ტემპერატურებზე ადგილი აქვს SiGe შენადნობებიდან გერმანიუმისა და მალეგირებული ელემენტების ბორისა და ფოსფორის აორთქლებას. ეს იწვევს თერმოგარდამქმნელების მახასიათებლების გაუარესებასა და მუშაობის დროის ხანგრძლივობის შემცირებას. ეს გარემოება განაპირობებს თერმოელემენტების შტოების ზედაპირზე ქიმიურ-ფიზიკური თვისებებით შეთავსებადი ანტისუბლიმაციური დანაფარის შექმნის აუცილებლობას.

აღნიშნული პრობლემის გადასაწყვეტად ხშირ შემთხვევაში იყენებენ სილიციუმის ნიტრიდს, მაღალტემპერატურულ ორგანულ და არაორგანულ მასალებს, რაც განპირობებულია მათი შედარებით მარტივი მიღებისა და გამოყენების ტექნოლოგიური პირობებით. აღსანიშნავია, რომ ისინი ხასიათდებიან მაღალი სიმყიფით ან ხდებიან მყიფე თერმობატარეის მაღალ ტემპერატურაზე მუშაობის პირობებში. ორგანული ნივთიერების შემთხვევაში დამატებით გამოიყოფა თხევადი ორგანული ნივთიერებები, რომლებიც მაღალ ტემპერატურებზე წარმოქმნიან ნახშირბადს. ეს იწვევს თერმობატარეის ელექტრული იზოლაციის გაუარესებას, ხშირ შემთხვევაში კი მის მოკლე ჩართვას.

თერმობატარეების მუშაობის პროცესში მოსალოდნელია ტემპერატურის გეგმიური და არა გეგმიური ცვალებადობა და მყიფე ანტისუბლიმაციური დანაფარის მთლიანობის დარღვევა.

განხორციელდა მინამინანქრის საფუძველზე მაღალტემპერატურული ანტისუბლიმაციურ-ელექტროიზოლაციური მასალის შექმნის სამუშაოები SiGe შენადნობისაგან დამზადებული თერმოელემენტების n- და p-ტიპის შტოების აორთქლებისაგან დასაცავად. მინაფრიტის სისტემის ქიმიური შედგენილობის ცვლილებით მიღებულია მინა-მინანქარი, რომელიც 1000-1100°C ტემპერატურებზე აკმაყოფილებს დანაფარის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებისადმი მოთხოვნებს.

შერჩეულ იქნა ნატრიუმის თხევადი მინა $\text{Na}_2\text{O-nSiO}_2$ და დამუშავდა ფრიტირირებული მინის სისტემის შემდეგი ქიმიური შემადგენლობა $\text{Na}_2\text{O-K}_2\text{O-ZnO-Cr}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$. ამ მასალების საფუძველზე თერმოელემენტების SiGe- და p-ტიპის შტოების ზედაპირზე დაფენილ იქნა უმაღლესი ხარისხის და მაღალი ტემპერატურული თვისებების მქონე ანტისუბლიმაციური დანაფარი. შემოთავაზებულ მასალას შეუძლია შეინარჩუნოს საწყის დონეზე შტოების შეერთების სიმტკიცე, ელექტრული იზოლაცია და ანტისუბლიმაციური თვისებები 1000-25°C ინტერვალში ტემპერატურის 100°C/წთ სიჩქარით ცვლილების პირობებში.

ნატრიუმის თხევადი მინის $\text{Na}_2\text{O-nSiO}_2$ ფუძეზე დამუშავდა შემდეგი შედგენილობის მინა-ფრიტი: $\text{Na}_2\text{O-K}_2\text{O-ZnO-Cr}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$. აღნიშნული მასალისაგან SiGe თერმოელემენტების n- და p- შტოებზე შეიქმნა მაღალი ხარისხის მაღალტემპერატურული ანტისუბლიმაციური დანაფარი. ილ. 2, ცხრ. 2, ლიტ. 10 დას.