

ელექტროენერჯის ხარისხის აღრიცხვა და მართვა

გიორგი მაჭარაშვილი, ნიკოლოზ ბჟალავა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ელექტროენერჯის ხარისხზე და საიმედოობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ კონ-
დუქტიური ელექტრომაგნიტური ხელშეშლები, რომლებიც ხასიათდებიან ელექტროენერჯის
ხარისხის მაჩვენებლებით. ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლების გამოკვლევა და შეფასება
ელექტროენერჯის სხვადასხვა მიმდებარე და ელექტრომომწოდებლობებზე უნდა ტარდებოდეს
მუდმივად. თანამედროვე აპარატურისა და ელექტროენერჯის ხარისხის ანალიზის მეთოდების
გამოყენებით შესაძლებელია იმ ეკონომიკური ზარალის ზუსტი ანგარიში, რომლებიც ადგებათ
საწარმოებს ელექტროენერჯის შეფერხებითი მიწოდებით ან მისი არასაკმარისი ხარისხით.
შედეგად, შესაძლებელი ხდება იურიდიულად დასაბუთებული ფინანსური დანაკარგების
კომპენსაციის მოთხოვნა.

საკვანძო სიტყვები: ელექტროენერჯია. ხარისხი. მართვა. ზარალი. ხარისხის მაჩვენებელი.

1. შესავალი

ქვეყნის ენერგეტიკულ დამოუკიდებლობისათვის, საქართველოში უახლოეს მომავალში
მკვეთრად უნდა გაიზარდოს ელექტროენერჯის წარმოება. ელექტროენერგეტიკის დარგის
განვითარებამ საფუძველი უნდა ჩაუყაროს სხვა დარგების რეაბილიტაციას და აქედან გამომდინარე
მნიშვნელოვანი წვლილი უნდა შეიტანოს მთლიანი შიდა პროდუქტის ზრდაში. საქართველოში
შესაძლებელია, არა მარტო დაკმაყოფილდეს შიდა მოთხოვნები ელექტროენერჯიაზე, არამედ გა-
ვიდეს იგი ექსპორტზე, რაც ხელს შეუწყობს ბიუჯეტში შემოსავლების სოლიდურ ზრდას.
მხოლოდ აუცილებელია ელექტროენერჯის წარმოების პროცესი მიმდინარეობდეს გააზრებულად,
რაციონალური პოლიტიკის გატარებით, რომელიც მიიღწევა ელექტროენერგეტიკაში მეცნიერულად
დასაბუთებული წარმოების მართვის მეთოდების გამოყენებით. ეს აუცილებლობა განპირობებულია
მართვაში ახალი ამოცანების დასმითა და გადაწყვეტით. ელექტროენერჯის მომხმარებლისათვის
დიდი მნიშვნელობა აქვს ელექტროენერჯის ხარისხს. უხარისხო ელექტროენერჯის გამოყენება
იწვევს ქსელის ელემენტებში ზედმეტ დანაკარგებს, ელექტრომომწოდებლობათა ექსპლოატაციის
ვადის შემცირებას ანდა სულაც მწყობრიდან გამოსვლას, რაც საბოლოო ანგარიშით მკვეთრად
აისახება საწარმოს ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე ზარალის სახით.

2. ძირითადი ნაწილი

ზარალის ძირითადი ფორმები, რომლებსაც განიცდიან მომხმარებელი და ელექტროსისტემა
ელექტროენერჯის ხარისხის გაუარესების გამო, შედგება:

- გენერაციის პროცესების, ელექტროენერჯის გადაცემისა და მოხმარების ეფექტურობის
შემცირება ქსელის ელემენტებში დანაკარგების ზრდის გამო;
- ელექტრომომწოდებლობების მწყობრიდან გამოსვლა და მუშაობის ხანგრძლიობის
შემცირება მისი მუშაობის ნორმალური რეჟიმის დარღვევისა და იზოლაციის დაძველების გამო;
- რელეური დაცვის, ავტომატიკისა და კავშირის მოწყობილობების ნორმალური მუშაობის
დარღვევა და მწყობრიდან გამოსვლა;
- წარმადობის შემცირება;
- წარმოების გაჩერება და მის განახლებაზე გარკვეული ხარჯების გაღება;
- ტექნოლოგიური აღჭურვილობის გაფუჭება;
- პროდუქციის მდარე ხარისხი.

ჯერჯერობით ნორმატიულ დოკუმენტებში არასაკმარისი ყურადღება ეთმობა
ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლების გავლენას ტექნიკურ კარგებზე ელექტრულ
წრეებში.

ტრანსფორმატორებში ენერჯის დამატებითი კარგების მიზეზს წარმოადგენს ჰარმონიული მდგენელების ნაკადი. ტრანსფორმატორის მაქსიმალურთან მიახლოებული დატვირთვისას ამ დანაკარგებმა შეიძლება გამოიწვიოს მოწყობილობათა მუშაობის შეფერხება საერთო დამატებითი გადახურების და ხვიების ცალკეული უბნების გადახურების შედეგად.

ჰარმონიკები ზრდიან დანაკარგებს გრიგალურ დენზე 10-ჯერ ჩვეულებრივ შერეულ დატვირთვისთან შედარებით, რადგან იზრდება სისხირის კვადრატის პროპორციულად. პრაქტიკულად ამ დროს დატვირთვაზე ჯამური დანაკარგები ორმაგდება. აქედან გამომდინარეობს, რომ ტრანსფორმატორში დანაკარგების გამოთვლამდე, საჭიროა განისაზღვროს ჰარმონიკების სპექტრი.

დამატებითი დანაკარგები, რომლებიც იწვევს ტრანსფორმატორის გადახურებას უმაღლესი ჰარმონიკების არსებობისას, აღიძვრება სპილენძის ხვიების სკინ-ეფექტის (გამტარის აქტიური წინაღობის გაზრდა სისხირის ზრდასთან ერთად) გამო, აგრეთვე ტრანსფორმატორის მაგნიტურ გამტარებში კარგების გამოც.

უმაღლესი ჰარმონიკები წარმოადგენს გამტარებში დამატებითი დანაკარგების მიზეზს. სკინ-ეფექტის მოქმედება მნიშვნელოვნად იმატებს 350 ჰც და მეტ სისხირეზე (მე-7 ჰარმონიკა). მაგალითად, 20 მმ განივკვეთის გამტარის მთლიანი წინაღობა იზრდება 60%-ით მუდმივ დენზე მის წინააღობასთან შედარებით. წინააღობის გაზრდა, განსაკუთრებით მისი რეაქტიული მდგენელისა, მაღალ სისხირეებზე იწვევს ძაბვის დამატებით ვარდნას და შესაბამისად დამატებით დანაკარგებს.

ძალური ქსელის კაბელებში დამატებითი დანაკარგები უმაღლესი ჰარმონიკების არსებობისას გამოწვეულია შემდეგი ძირითადი მიზეზებით:

- არაჰარმონიული დენის მოქმედი მნიშვნელობის ზრდა;
- სკინ-ეფექტის გამო გამტარის აქტიური წინააღობის ზრდა;
- კაბელის დიელექტრიკულ იზოლაციაში დანაკარგების ზრდა.
- კონდენსატორების გადახურება

დამატებითი კარგები კონდენსატორებში უმაღლესი ჰარმონიკების არსებობისას გამოწვეულია დიელექტრიკებში კარგებისა და კონდენსატორში დენის მოქმედი მნიშვნელობის ზრდით. კონდენსატორის გადახურებამ შეიძლება გამოიწვიოს მისი დიელექტრიკის გარღვევა.

კონდენსატორულ მოწყობილობებში ძაბვის არასიმეტრიულობის დროს ფაზების მიხედვით რეაქტიული სიმძლავრით იტვირთება არათანაბრად, ამ რეჟიმში კი შეუძლებელია მათი მთლიანი სიმძლავრის გამოყენება. ამის გარდა კონდენსატორული მოწყობილობები ამ შემთხვევაში კიდევ უფრო აძლიერებს უკვე არსებულ არასიმეტრიულობას, რადგანაც სიმძლავრე, რომელიც გადაეცემა ქსელს რომელიმე ფაზით შემცირებული ძაბვით, იქნება კიდევ უფრო მცირე, ვიდრე დანარჩენი ფაზით.

ჯერჯერობით ყველა ორგანიზაციები არ გამოთქვამს პრეტენზიებს ელექტროენერჯის ხარისხის გამო, რომლებიც ელექტროენერჯით მარაგდება, მაგრამ ეს მოხდება მომავალში აუცილებლად, რადგან თანამედროვე აპარატურისა და ელექტროენერჯის ხარისხის ანალიზის მეთოდების გამოყენებით შესაძლებელია იმ ეკონომიკური ზარალის ზუსტი ანგარიში, რომლებიც ადგებათ საწარმოებს ელექტროენერჯის შეფერხებითი მიწოდებით ან მისი არასაკმარისი ხარისხით. შედეგად, შესაძლებელი ხდება იურიდიულად დასაბუთებული ფინანსური დანაკარგების კომპენსაციის მოთხოვნა.

ელექტროენერჯის ხარისხი ცხადია გავლენას ახდენს სისტემის საიმედოობაზე.

მაგალითად, ძაბვის 10%-ით შემცირება იწვევს ასინქრონული ძრავის ექსპლოატაციის ვადის 2-ჯერ შემცირებას, 1%-ით გაზრდა კი იწვევს რეაქტიული სიმძლავრის მომატებას 5 - 7%-ით. 2%-იანი არასიმეტრიულობის დროს იგივე ასინქრონული ძრავის ექსპლოატაციის ვადა მცირდება 10,8%-ით, სინქრონული ძრავის - 16,8%-ით, ტრანსფორმატორების - 4%-ით. $ku=7\%$ -იანი

არასინუსოიდალური ძაბვისას კაბელის იზოლაციაში დენის გაჟონვა 3,5 წლის განმავლობაში იზრდება 43%-ით, კონდენსატორულ ბატარეებში ორი წლის განმავლობაში t_გ* იზრდება ორჯერ.

გასაკება, რომ ელექტრომომწობილობების ექსპლოატაციის ვადის შემცირება იწვევს საიმედობის შემცირებას ელექტრომომარაგებაში საერთოდ.

ცალკე შეიძლება განვიხილოთ ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებელი იმ შემთხვევაში, როდესაც ადგილი აქვს ელექტროენერჯის გათიშვას. გათიშვა შეიძლება იყოს შემთხვევითი, მაგრამ მისი შედეგები საკმაოდ მძიმე.

საზღვარგარეთის ქვეყნის ერთ-ერთ საწარმოში 2007 წელს ჩატარდა ეკონომიკური ეფექტურობის შეფასება ელექტროენერჯის ხარისხის აღრიცხვის სისტემის დანერგვის შემდეგ.

საწარმოს ძირითადი მახასიათებლები:

- მოხმარებული ელექტროენერჯის საშუალო სიმძლავრე – 16 მგვტ;
- პროდუქციის რეალიზაციის შედეგად მიღებული ამონაგები წელიწადში – 30000000\$;
- ელექტრომომარაგების კატეგორია – 1.

არაშესაბამისი ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებელი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს პროდუქციის წარმოების ისეთ ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე, როგორცაა:

- გამოსაშვები პროდუქციის რაოდენობის შემცირება;
- ელექტროენერჯის ზედმეტი ხარჯისაგან მიღებული ზარალი;
- ელექტრომომწობილობების საექსპლოატაციო ვადის ცვლილების შედეგად მიღებული ზარალი.

გამოკვლევების შედეგად დადგენილი იქნა: მაგალითად, ძაბვის გათიშვა 0,5 წამის ხანგრძლიობით იწვევს პროდუქციის წარმოების უწყვეტი პროცესის გაჩერებას. წარმოების გაჩერებასთან დაკავშირებულმა ზარალმა მხოლოდ ერთი საამქროსთვის შეადგინა 82500\$. დამატებითი ხარჯები ელექტრომატარებელზე, რომელიც საჭიროა ტექნოლოგიური პროცესის აღდგენისათვის იწვევს ზარალს – 12000\$. შედეგად ქარხნის ზარალმა შეადგინა 140000\$.

ზემოაღნიშნული ზარალის აღმოფხვრისათვის საჭიროა რეგულარულად ტარდებოდეს ელექტროენერჯის ხარისხის კონტროლი. ხარისხის აღრიცხვის დოკუმენტაციის არსებობის შემთხვევაში და ელექტროენერჯის მომწოდებელთან გაფორმებული ხელშეკრულების საფუძველზე შესაძლებელია ელექტროენერჯის მომხმარებელმა მოითხოვოს ზარალის ანაზღაურება ელექტროენერჯის მომწოდებლისაგან.

გარანტირებული ელექტროენერჯის ხარისხის მიღება შეუძლია სისტემას, რომელიც ავებუ-ლია:

- ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლების განუწყვეტელ რეგისტრაციაზე (როგორც დენის, ასევე ძაბვის) მოწოდების წერტილებში და კვების კრიტიკულ ცენტრებში;
- ელექტროენერჯის მომწოდებელს და მომხმარებელს შორის სახელშეკრულებო ურთიერთობებზე.

3. დასკვნა

ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლების მონიტორინგის სისტემის დანერგვა ენერგეტიკული კომპლექსის დაწესებულებებში და საწარმოებში საშუალებას გვაძლევს ლეგიტიმურად გადაწყდეს საიმედო და ხარისხიანი ელექტრომომარაგების ეკონომიკურად მნიშვნელოვანი პრობლემები და ქსელური აღჭურვილობის ეფექტური გამოყენება. მონიტორინგის შედეგების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს მოვნახოთ ელექტრომაგნიტური თავსებადობის პრობლემების ოპტიმალური გადაწყვეტა.

ლიტერატურა:

1. Назиров Х.Б. Разработка системы управление качеством электрической энергии в электрических сетях. М., 2012
2. Гиниятулин И.И. Повышение надежности электроснабжения предприятий. М., 2008
3. მაჭარაშვილი გ. „ელექტროენერჯის წარმოების მართვის პროცესი, ფუნქციები და ელემენტები“ ჟურნალი „ინტელექტი“ №1, 2006;
4. მაჭარაშვილი გ., ბჟალავა ნ., კვესელავა ქ. ენერგოსისტემის ქსელებში დატვირთვის ოპტიმალური განაწილებისას დანაკარგების აღრიცხვის მათემატიკური მოდელი. სტუ. „ბიზნეს-ინჟინერინგი“. 2012.

ACCOUNT AND MANAGEMENT OF ELECTRIC POWER QUALITY

Macharashvili Giorgi, Bzhalava Nikoloz
Georgian Technical University

Summary

Great influence on the reliability and quality of electricity supply have conducted electromagnetic interference, which are characterized by the quality of electricity. Not all companies put up claims to the quality of electricity energy supply. But it will happens in the future, because the use of modern equipment and the method of analysis of power quality, accurate calculation of the possible economic damage caused by the company in its lack of quality, and therefore legally valid claims compensation for financial losses.

УЧЁТ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Мачарашвили Г.Г., Бжалава Н.Р.
Грузинский Технический Университет

Резюме

Существенное влияние на надежность и качество электроснабжения оказывают кондуктивные электромагнитные помехи, которые характеризуются показателями качества электроэнергии. Пока далеко не все предприятия выставляют претензии энергоснабжающим предприятиям к качеству электроэнергии. Но это неизбежно случится в будущем, т.к. при использовании современной аппаратуры и методов анализа качества электроэнергии, возможен точный расчет экономического ущерба, нанесенного предприятию при недопоставке электроэнергии или ее недостаточном качестве, и соответственно, юридически обоснованные требования компенсации финансовых потерь.