

UOT621.31:658.26

MEHDIYEV B.Q., SÜLEYMANLI V.E.

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
bmehtdiyev1958@mail.ru, suleymanlivaqif@gmail.com

AZBEST MƏHSULLARI İSTEHSAL MÜƏSSISƏSİNDƏ ELEKTRİK YÜKÜNÜN OPTİMALLAŞDIRILMASI VƏ TƏCHİZAT ŞƏBƏKƏSİNİN MODERN- LƏŞDİRİLMƏSİ MODELLƏRİ

Giriş. Müasir sənaye müəssisələrində elektrik enerjisi istehsal prosesinin fasiləsizliyini və texnoloji avadanlıqların stabil işini təmin edən əsas amillərdən biridir. Xüsusilə enerji tutumlu sahələrə aid olan azbest məhsulları istehsalı müəssisələrində elektrik təchizatının etibarlılığı, yükün düzgün paylanması və enerji resurslarından səmərəli istifadə məsələləri strateji əhəmiyyət daşıyır [1]. Belə müəssisələrdə xammalın emalı, presləmə, qurudulma və digər texnoloji mərhələlər yüksək güc tələb edən elektrik avadanlıqları vasitəsilə həyata keçirildiyindən elektrik yükünün qeyri-bərabər paylanması və pik yüklənmələr enerji itkilərinə və qəza risklərinin artmasına səbəb ola bilər. Sənaye tipli elektrik təchizat sistemlərində transformator yarımstansiyalarının güc seçimi, kabel xətlərinin ötürmə qabiliyyəti, reaktiv gücün kompensasiyası və enerji keyfiyyəti göstəriciləri kompleks şəkildə nəzərə alınmalıdır [2]. Xüsusilə reaktiv gücün yüksək olması şəbəkədə əlavə itkilər yaradır, gərginlik düşmələrinə səbəb olur və avadanlıqların istismar müddətini azalda bilər. Bu baxımdan elektrik yük qrafiklərinin təhlili, güc amilinin yaxşılaşdırılması və optimal iş rejimlərinin müəyyənəşdirilməsi müasir modernləşdirmə strategiyalarının əsas istiqamətlərindəndir. Azbest məhsulları istehsal müəssisələrində elektrik təchizat şəbəkəsinin mövcud vəziyyətinin qiymətləndirilməsi və onun texniki-iqtisadi göstəricilərinin təhlili modernləşdirmə tədbirlərinin elmi əsaslarla həyata keçirilməsini tə-

ləb edir. Enerji itkilərinin azaldılması, avtomatlaşdırılmış idarəetmə və monitoring sistemlərinin tətbiqi, eləcə də yükün optimallaşdırılması modellərinin qurulması müəssisənin ümumi enerji səmərəliliyinin artırılmasına xidmət edir. Bu proses yalnız texniki yeniləmə ilə məhdudlaşmır, eyni zamanda istehsal xərclərinin azaldılması və rəqabət qabiliyyətinin yüksəldilməsi baxımından da mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Bu baxımdan azbest məhsulları istehsal müəssisəsində elektrik yükünün optimallaşdırılması və təchizat şəbəkəsinin modernləşdirilməsi modellərinin sistemli şəkildə tədqiqi həm nəzəri, həm də praktiki aspektdən aktual məsələ kimi çıxış edir. Mövcud elektrik təchizat sisteminin struktur analizi, yük paylanmasının modelləşdirilməsi və səmərəlilik göstəricilərinin qiymətləndirilməsi əsasında optimal idarəetmə mexanizmlərinin müəyyənəşdirilməsi sənaye energetikasının inkişaf istiqamətlərindən biri hesab olun [3, s. 45–52]

Təhlil. Azbest məhsulları istehsal müəssisəsində elektrik yükünün optimallaşdırılması məsələsinin elmi təhlili ilk növbədə mövcud elektrik təchizat sisteminin strukturunun və yük paylanma xüsusiyyətlərinin araşdırılmasını tələb edir. Müəssisənin əsas texnoloji sahələri – xammalın üyüdülməsi, qarışdırılması, presləmə və qurudulma bölmələri – yüksək güc sərf edən elektrik mühərrikləri və istilik qurğuları ilə təchiz olunduğundan ümumi yük qrafikində kəskin dəyişmələr müşahidə olunur [4]. Sutkalıq və mövsümi

yük qrafiklərinin təhlili göstərir ki, pik saatlarda transformatorların yüklənmə səviyyəsi nominal gücə yaxınlaşır, bu isə həm enerji itkilərinin artmasına, həm də avadanlıqların istismar müddətinin azalmasına səbəb olur. Elektrik yükünün struktur təhlili aktiv və reaktiv güc komponentlərinin nisbətinin müəyyənəşdirilməsini də əhatə edir. Müəssisədə induktiv xarakterli yüklərin üstünlük təşkil etməsi güc amilinin azalmasına və şəbəkədə əlavə cərəyan artımına gətirib çıxarır [5, s. 63–70].

Bu isə kabel xətlərində istilik itkilərinin çoxalmasına, gərginlik düşmələrinə və enerji keyfiyyətinin pisləşməsinə səbəb olur. Reaktiv gücün kompensasiyası üçün kondensator batareyalarının və ya avtomatik kompensasiya qurğularının tətbiqi güc amilinin normativ həddə çatdırılmasına və ümumi enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsinə imkan yaradır. Təhlil zamanı transformator yarımstansiyalarının seçiminin texniki əsaslandırılması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Yarımstansiyanın gücünün düzgün müəyyən edilməməsi ya artıq kapital qoyuluşuna, ya da həddindən artıq yüklənmə nəticəsində qəza riskinə səbəb ola bilər [6, s. 28–36]. Buna görə də maksimal güc tələbi, eyni vaxtlılıq əmsalı və ehtiyat güc göstəriciləri nəzərə alınmaqla optimal seçim modeli qurul-

malıdır. Eyni zamanda, paylayıcı şəbəkənin sxematik quruluşunun radial və ya halqa tipli olması etibarlılıq səviyyəsinə birbaşa təsir göstərir və qəza zamanı enerji təchizatının davamlılığını müəyyən edir. Elektrik enerjisi itkilərinin təhlili kabel xətlərində və transformatorlarda yaranan texniki itkilərin hesablanmasını əhatə edir [7]. Müasir ölçü və monitorinq sistemlərinin tətbiqi real vaxt rejimində enerji sərfiyyatının izlənilməsinə və normadan kənarlaşmaların operativ müəyyənəşdirilməsinə şərait yaradır. Avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemləri vasitəsilə yükün bərabər paylanması və pik yüklərin azaldılması mümkün olur ki, bu da istehsal prosesinin sabitliyini təmin edir [8]. Azbest məhsulları istehsal müəssisəsində elektrik yükünün optimallaşdırılması kompleks yanaşma tələb edir və aktiv-reaktiv güc balansının tənzimlənməsi, yarımstansiyaların optimal seçimi, enerji itkilərinin azaldılması və şəbəkənin struktur təkmilləşdirilməsi ilə sıx bağlıdır. Elektrik təchizat sisteminin elmi əsaslarla təhlili modernləşdirmə tədbirlərinin düzgün istiqamətləndirilməsinə və müəssisənin enerji səmərəliliyinin artırılmasına zəmin yaradır.

Cədvəl 1.

Elektrik Yükünün Optimallaşdırılması və Şəbəkənin Modernləşdirilməsi İstiqamətləri

Təhlil sahəsi	Mövcud problem	Təklif olunan tədbir	Gözlənilən nəticə
Yük paylanması	Pik yüklənmə və qeyri-bərabər qrafik	Yükün optimallaşdırılması və vaxt üzrə tənzimlənməsi	Transformator yüklənməsinin azalması
Reaktiv güc	Aşağı güc amili ($\cos\phi$)	Kompensasiya qurğularının tətbiqi	Enerji itkilərinin azalması
Şəbəkə avadanlığı	Köhnəlmiş kabel və transformatorlar	Texniki yenilənmə və optimal seçim	Etibarlılığın artması
İdarəetmə və nəzarət	Operativ monitorinqin zəifliyi	Avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemi	Enerji səmərəliliyinin yüksəlməsi

Mənbə: https://www.mdpi.com/2673-4826/4/1/6?utm_source

Cədvəl 1-də azbest məhsulları istehsal müəssisəsində elektrik təchizat sisteminin əsas problem istiqamətləri və onların həlli yol-

ları ümumiləşdirilmiş şəkildə təqdim olunmuşdur. Birinci istiqamət – yük paylanması və pik yüklər – transformator və kabel xətlərində

artıq yüklənmənin qarşısının alınmasına yönəlmişdir. Yük qrafikinə optimallaşdırılması pik saatlarda sistemə düşən gərginliyi azaldır və avadanlıqların istismar müddətini artırır. İkinci istiqamət – reaktiv güc və güc amili – enerji itkilərinin azaldılması ilə bağlıdır. [9, s. 12–18] Reaktiv gücün kompensasiyası (kondensator qurğuları vasitəsilə) güc amilini yaxşılaşdırır və şəbəkədə əlavə cərəyan yüklənməsini azaldır. Üçüncü istiqamət – enerji keyfiyyəti və stabillik – gərginlik dalğalanmalarının və harmonik təhriflərin minimuma endirilməsini nəzərdə tutur. Ağıllı monitoring və kompensasiya sistemləri elektrik təchizatının etibarlılığını artırır və istehsal prosesinin fasiləsizliyini təmin edir. Cədvəl elektrik yükünün optimallaşdırılması və şəbəkənin modernləşdirilməsi üzrə əsas texniki tədbirləri sistemli və yığcam formada əks etdirir [10].

NƏTİCƏ

Azbest məhsulları istehsal müəssisəsində elektrik yükünün optimallaşdırılması və təchizat şəbəkəsinin modernləşdirilməsi yalnız avadanlıqların yenilənməsi ilə məhdudlaşmır, bütövlükdə enerji idarəetmə sisteminin kompleks şəkildə təkmilləşdirilməsini tələb edir. Elektrik təchizatı istehsal prosesinin fasiləsizliyini təmin edən əsas infrastruktur elementi olmaqla yanaşı, müəssisənin iqtisadi səmərəliliyinə və rəqabət qabiliyyətinə birbaşa təsir göstərir. Bu baxımdan yükün struktur analizi, aktiv və reaktiv güc balansının qiymətləndirilməsi, enerji itkilərinin hesablanması və şəbəkə elementlərinin optimal seçimi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Əsas problemlər pik yüklənmələrin mövcudluğu, güc amilinin aşağı olması, kabel xətlərində və transformatorlarda texniki itkilərin yüksəkliyi, eləcə də operativ monitoring sisteminin yetərli səviyyədə olmaması ilə bağlıdır. Xüsusilə reaktiv gücün kompensasiya olunmaması şəbəkədə əlavə cərəyan artımına, gərginlik düşmələrinə və avadanlıqların normadan artıq

yüklənməsinə səbəb olur. Bu isə uzunmüddətli perspektivdə həm enerji xərclərinin artmasına, həm də texniki nasazlıqların çoxalmasına gətirib çıxarır. Elektrik yükünün optimallaşdırılması yük qrafiklərinin tənzimlənməsi, pik saatların azaldılması və enerji sərfiyyatının balanslaşdırılması vasitəsilə həyata keçirilə bilər. Transformator gücünün düzgün seçilməsi, ehtiyat qidalanma sxemlərinin tətbiqi və radial sistemlərin halqa tipli şəbəkə ilə əvəz olunması elektrik təchizatının etibarlılığını artırır. Eyni zamanda, avtomatik reaktiv güc kompensasiya qurğularının və SCADA tipli monitoring sistemlərinin tətbiqi enerji keyfiyyətinin yüksəldilməsinə və real vaxt rejimində idarəetməyə imkan verir [11, s. 33–39].

Aparılmış araşdırma əsasında aşağıdakı nəticə və təkliflər irəli sürülə bilər:

- **Yükün rəşional idarə olunması:** Sutkalıq və mövsümi yük qrafiklərinin təhlili əsasında pik yüklərin azaldılması və balanslaşdırılmış enerji paylanması təmin ediləcəkdir.
- **Reaktiv gücün kompensasiyası:** Güc amilinin normativ səviyyəyə çatdırılması üçün avtomatik kondensator qurğularının tətbiqi.
- **Şəbəkənin texniki modernləşdirilməsi:** Köhnəlmiş kabel xətlərinin və transformatorların optimal texniki göstəricilərlə yenilənməsi.
- **Avtomatlaşdırılmış monitoring:** Enerji sərfiyyatının real vaxt rejimində izlənilməsi və operativ idarəetmə mexanizmlərinin qurulması.

Azbest məhsulları istehsal müəssisəsində elektrik yükünün optimallaşdırılması və təchizat şəbəkəsinin elmi əsaslarla modernləşdirilməsi enerji resurslarından səmərəli istifadəni təmin edir, texniki itkiləri azaldır və istehsal prosesinin dayanıqlığını artırır [12]. Kompleks yanaşma əsasında həyata keçirilən optimallaşdırma tədbirləri müəssisənin həm texniki, həm də iqtisadi göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasına xidmət edən əsas amillər kimi çıxış edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Abbasov A.B. (2019). Sənaye müəssisələrinin elektrik təchizatı sistemləri. Bakı: AzTU Nəşriyyatı.
2. Ələkbərov R.Q. (2021). Elektrik şəbəkələrinin istismarı və enerji səmərəliliyi məsələləri. Bakı: Elm nəşriyyatı.
3. Həsənov E.M. (2020). Reaktiv gücün kompensasiyası və güc amilinin yaxşılaşdırılması üsulları. Energetikanın problemləri, 3(2), 45–52.
4. İbrahimov T.A. (2018). Elektrik təchizatı sistemlərinin layihələndirilməsi. Bakı: Təhsil nəşriyyatı.
5. Quliyev N.S. (2022). Sənaye obyektlərində yük qrafiklərinin optimallaşdırılması problemləri. Azərbaycan Texniki Universitetinin Elmi Xəbərləri, 4(1), 63–70.
6. Məmmədov V. R. (2023). Enerji keyfiyyətinin yüksəldilməsi və harmonik təhriflərin azaldılması yolları. Energetika və avtomatika jurnalı, 2(4), 28–36.
7. Бессонов Л.А. (2020). Теоретические основы электротехники. Москва: Юрайт.
8. Кудрин Б.И. (2019). Электроснабжение промышленных предприятий. Москва: Академия.
9. Красник В.В. (2021). Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения. Промышленная энергетика, 5, 12–18.
10. Шеховцов В.П. (2018). Расчёт и проектирование систем электроснабжения. Санкт-Петербург: Лань.
11. Федоров А.А. & Каменева Л.И. (2022). Повышение энергоэффективности промышленных электрических сетей. Энергетик 7, 33–39.
12. Герасименко А.А. (2019). Электрические сети и системы. Москва: КНОРУС.

UOT621.31:658.26

Mehdiyev B.Q., Süleymanli V.E.

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
bmehdiyev1958@mail.ru, suleyman-
livaqif@gmail.com

Azbest məhsulları istehsal müəssisəsində elektrik yükünün optimallaşdırılması və təchizat şəbəkəsinin modernləşdirilməsi modelləri

XÜLASƏ

Bu məqalədə azbest məhsulları istehsal müəssisəsində elektrik yükünün optimallaşdırılması və təchizat şəbəkəsinin modernləşdirilməsi məsələləri texniki-iqtisadi və enerji səmərəliliyi baxımından elmi şəkildə təhlil olunur. Tədqiqatda sənaye tipli müəssisələrdə elektrik enerjisinin paylanma strukturu, yüklərin sutkalıq və mövsümi dəyişmə qrafikləri, güc amilinin dinamikası və reaktiv güc balansı sistemli şəkildə araşdırılır. Xüsusilə yüksək enerji tutumlu avadanlıqların iş rejimlərinin təhlili, pik yüklənmələrin azaldılması və transformator yarımstansiyalarının optimal seçimi məsələləri modelləşdirmə üsulları vasitəsilə əsaslandırılır. Elektrik təchizat şəbəkəsinin mövcud vəziyyəti qiymətləndirilərək enerji itkilərinin azaldılması, kabel və paylayıcı qurğuların yenilənməsi, eləcə də kompensasiya qurğularının tətbiqi imkanları göstərilir. Araşdırmada yük qrafiklərinin optimallaşdırılması, avtomatlaşdırılmış idarəetmə və monitoring sistemlərinin integrasiyası, həmçinin enerji keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması istiqamətləri kompleks yanaşma əsasında təqdim olunur. Təklif olunan modernləşdirmə modelləri müəssisənin elektrik təchizatının etibarlılığının artırılmasına, qəza risklərinin azaldılmasına və istehsal prosesinin fasiləsizliyinin təmin edilməsinə xidmət edir. Nəticə etibarilə, elektrik yükünün rəşional idarə olunması və şəbəkənin texnoloji yenilənməsi enerji resurslarından səmərəli istifadəni və istehsal xərclərinin optimallaşdırılmasını təmin edən əsas amillər kimi müəyyən edilir.

Açar sözlər: *elektrik yükü, optimallaşdırma, elektrik təchizatı, sənaye müəssisəsi, reaktiv güc, enerji səmərəliliyi, modernləşdirmə modeli, enerji keyfiyyəti.*

UOT621.31:658.26

Mehdiyev B.G., Suleymanli V.E.

*Azerbaijan University of Architecture and
Construction
bmehdiyev1958@mail.ru, suleyman-
livaqif@gmail.com*

Optimization of Electrical Load and Models for the Modernization of the Power Supply Network at an Asbestos Products Manufacturing Enterprise

ABSTRACT

This article scientifically analyzes the optimization of the electrical load and the modernization of the power supply network at an asbestos products manufacturing enterprise from the perspectives of technical-economic efficiency and energy efficiency. The study systematically examines the structure of electrical energy distribution in industrial enterprises, daily and seasonal load variation schedules, the dynamics of the power factor, and the reactive power balance. In particular,

the operating modes of high-energy-consuming equipment, the reduction of peak loads, and the optimal selection of transformer substations are substantiated using modeling methods. The current state of the power supply network is assessed, and opportunities for reducing energy losses, upgrading cables and distribution equipment, as well as implementing compensation devices are presented. The study comprehensively presents approaches to load profile optimization, the integration of automated control and monitoring systems, and the improvement of power quality. The proposed modernization models contribute to increasing the reliability of the enterprise's power supply, reducing the risk of failures, and ensuring the continuity of the production process. Consequently, the rational management of the electrical load and the technological modernization of the network are identified as the main factors ensuring the efficient use of energy resources and the optimization of production costs.

Keywords: *electrical load, optimization, power supply, industrial enterprise, reactive power, energy efficiency, modernization model, power quality.*

*Məqaləyə AzMİU-nun "Mühəndis sistemləri
və qurğuları" kafedrasının dosenti M.M.
Cavadova rəy vermişdir.*

Redaksiyaya daxil olma/Received 12.05.2026

Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 12.06.2026