

**ELEKTRİK TƏCHİZAT SİSTEMLƏRİNDƏ LAYİHƏLƏNDİRİLMƏ XÜSUSİYYƏTLƏRİ
VƏ YÜKLƏRİN HESABLANMASINDA ƏSAS METODLAR****R.A. Qasimov, P.R. Əhmədov**

Milli Aviasiya Akademiyası

Məqalə elektrik təchizat sistemlərinin (ETS) layihələndirilməsi zamanı meydana çıxan texniki-iqtisadi hesablamalar və müasir standart tələblərə uyğun mürəkkəb kompleks məsələlərin səmərəli üsulla həll olunmasına, eyni zamanda elektrik yükləmələrinin optimal təyin olunmasına həsr edilmişdir.

***Açar sözlər:** texniki və iqtisadi hesablamalar, elektrik təchizatı, elektrik yükləri, kompleks məsələlər.*

Elektrik yüklərinin qiymətləri layihə olunan ETS-in bütün elementlərinin seçilməsini və texniki-iqtisadi göstəricilərini müəyyən edir. Elektrik yüklərinin təyin olunması zamanı buraxılan səhvlər sənaye müəssisəsinin texniki-iqtisadi göstəricilərinin pisləşməsinə səbəb olur [1,2]. Əgər hesabat zamanı elektrik yüklərinin azalması istiqamətində səhvlər buraxılırsa, onda bu, ETS-dəki elektrik enerji itkilərinin artmasına səbəb olur, elektrik avadanlıqlarının sıradan çıxmasını sürətləndirir, istər ayrı-ayrı tələbatçıların və istərsə də bütün müəssisənin məhsuldarlığını məhdudlaşdırır. Bu səbəbdən, müəssisə istismara verildikdən az sonra elektrik şəbəkəsinin məftillərinin en kəsiklərinin artırılması, mürəkkəb və ağır istismar şəraitində olan elektrik avadanlıqlarını daha böyük güclüləri ilə əvəz etmək lazım gəlir. Elektrik yüklərinin hesabi qiymətlərinin səhvən artırılması isə kapital məsrəflərinin artmasına, az tapılan elektrik avadanlıqlarından və naqıl materialından qeyri-səmərəli şəkildə istifadə olunmasına səbəb olur. Elektrik yükləri sexdəki ayrı-ayrı tələbatçıların və tələbatçı qrupunun, sexin və bütövlükdə zavodun elektrik enerjisinə olan tələbatını xarakterizə edir [2]. Sənaye müəssisələrinin layihəsi və istismarı zamanı aşağıdakı yüklər əsas hesab olunur: aktiv güc **P**, reaktiv güc **Q** və cərəyan **I**. Elektrik yüklərinin hesablanması metodlarına keçməzdən əvvəl elektrik enerji tələbatçılarının təsnifatına nəzər salaq. Elektrik enerjisinin əsas xarakterik tələbatçıları aşağıdakılardır:

1. Ümumsənaye güc qurğuları. Tələbatçıların bu qrupuna kompressorlar, ventilyatorlar, nasoslar və qaldırıcı nəqliyyat qurğuları aiddir.

2. Elektrik işıqlandırma qurğuları. Bu qrupa közərmə lampaları, lyüminesset lampaları, DRL tipli civə-kvars lampaları, DRİ tipli metal-hallagen lampaları, ksenon və natrium lampaları aiddir.

3. Çevirici qurğular. Bu qrupa cərəyan çeviricisinin tipindən asılı olaraq aşağıdakı qurğular aiddir: yarımkeçirici çevirici qurğular; civə düzləndiricisi olan çevirici qurğular; mühərrik-generator tipli çevirici qurğular; mexaniki düzləndiricisi olan çevirici qurğular.

4. İstehsalat mexanizmlərinin elektrik mühərrikləri. Bu qrupa sabit və dəyişən cərəyan mühərriklərinin bütün tipləri aiddir.

5. Elektrik sobaları və elektrotərmiki qurğular. Bu qrupa elektrik enerjisinin istilik enerjisinə çevrilmə üsuluna görə aşağıdakılar aiddir: müqavimət sobaları; induksion sobalar və qurğular; elektrik qövs sobaları; qarışıq qızdırıcı sobalar.

Elektrik enerji tələbatının təqribən 70%-i sənaye müəssisələrinin payına düşür. Məsələn, sənaye müəssisələrinin elektrik tələbatçıları aşağıdakı qruplara bölünür:

1. Gərginliyi 1 kV-a qədər olan 50 hs tezlikli üçfazlı cərəyan tələbatçıları.
2. Gərginliyi 1 kV-dan yuxarı olan 50 hs tezlikli üçfazlı cərəyan tələbatçıları.
3. Gərginliyi 1 kV-a qədər olan 50 hs tezlikli birfazlı cərəyan tələbatçıları.
4. Gərginliyi 1 kV-dan yuxarı olan 50 hs tezlikli birfazlı cərəyan tələbatçıları.
5. Çevirici yarımstansiya və qurğulardan qidalanan sabit cərəyan tələbatçıları.

“Elektrik qurğularının quruluş qaydaları”na (EQQQ) görə elektrotexniki qurğular 1kV-a qədər və 1kV-dan yuxarı gərginliklərə bölünür.

Gərginliyi 1 kV-a qədər olan elektrotexniki qurğular - həm neytralı bilavasitə yerlə birləşdirilmiş (torpaqlanmış), həm də izolə olunmuş şəkildə, sabit cərəyan qurğuları isə neytralı bilavasitə yerlə birləşdirilmiş və sıfır nöqtəsi izolə olunmuş şəkildə yerinə yetirilir. Neytralı

izolə olunmuş elektrik qurğularından təhlükəsizliyə dair yüksək tələbat olan hallarda istifadə olunmalıdır, o şərtlə ki, bu halda şəbəkə izolyasiyasına və qoruyuculara nəzarət təmin olunsun, personal tərəfindən yerləqapanmalar cəld aşkar edilərək ləğv olunsun, yaxud yerlə qapanmış sahə avtomatik açılsın [2,3].

Dördnaqilli dəyişən cərəyan şəbəkələrində, yaxud üçnaqilli sabit cərəyan şəbəkələrində neytralın bilavasitə yerləbirləşdirilməsi məcburidir.

Gərginliyi 1kV-dan yuxarı olan elektrotexniki qurğular aşağıdakılara bölünür:

1. Neytralı izolə olunmuş (35 kV-a qədər).
2. Neytralı tutum cərəyanını kompensə etmək üçün induktiv müqavimət vasitəsilə yerləbirləşdirilmiş (35 kV-a qədər, bəzən isə 110 kV-da).
3. Neytralı bilavasitə yerləbirləşdirilmiş (110 kV və daha yüksək gərginlikdə).

Bundan başqa, bütün bu qurğular *yerlə kiçik qapanma cərəyanına* (500A-ə qədər) və *yerlə böyük qapanma cərəyanına* (500A-dən yuxarı) malik qurğulara bölünürlər.

Cərəyanın tezliyinə görə elektrik enerji tələbatçıları sənaye tezlikli (50Hz), yüksək tezlikli (10kHs-dən yuxarı), yuxarı tezlikli (10kHs-ə qədər) və aşağı tezlikli (50Hz-dən aşağı) tələbatçılara bölünürlər.

Elektrik enerji tələbatçıları həmçinin *iş rejimlərinin oxşarlığına görə*, yəni yük qrafiklərinin oxşarlığına görə də qruplara bölünürlər. Tələbatçıların qruplara bölünməsi yekun elektrik yüklərini daha dəqiq təyin etməyə imkan verir.

İş rejimlərinə görə tələbatçılar aşağıdakı qruplara bölünür:

1. Uzun müddət dəyişməyən və ya az dəyişən yük rejimində işləyən tələbatçılar. Bu rejimdə elektrik maşın və aparatların ayrı-ayrı hissələrinin temperaturu uzun müddətə yol verilən həddi aşmır (kompresor, nasos, ventilyator və s.).

2. Qısamüddətli yük rejimində işləyən tələbatçılar. Bu rejimdə iş periodu o qədər qısadır ki, maşın və aparatların ayrı-ayrı hissələri qərarlaşmış vəziyyətə qədər qıza bilmir və işdəki fasilə onların ətraf mühitin temperaturuna qədər soyuması üçün kifayət etmir (metalkəsmə dəzgahlarının köməkçi mexanizmlərinin elektrik mühərrikləri).

3. Təkrar qısamüddətli yük rejimində işləyən tələbatçılar. Bu rejimdə iş periodları müntəzəm olaraq dayanma (fasilə) periodları ilə əvəz olunur. Bu halda bir iş periodu fasilə ilə birlikdə, adətən, 10 dəqiqədən artıq çəkmir. Belə rejimdə maşın və aparatların ayrı-ayrı hissələrinin temperaturu heç bir periodda qərarlaşmış vəziyyətə çatmır və fasilədə isə ətraf mühitin temperaturuna qədər soyuya bilmir. Təkrar qısamüddətli rejim nisbi işqoşma müddəti (ΠB) ilə xarakterizə olunur ki, bu da işçi period müddətinin tam bir dövr müddətinə nisbəti ilə müəyyən olunur [3-5]:

$$\Pi B = t_{i\dot{s}} / (t_{i\dot{s}} + t_{fas}).100\% = t_{i\dot{s}} / t_{d\dot{o}vr}.100\%. \quad (1)$$

Məlum olduğu kimi, elektrik enerji tələbatçıları etibarlı və fasiləsiz olaraq enerji ilə təmin olunmasına görə aşağıdakı 3 kateqoriyaya bölünürlər:

I kateqoriya. Bu tələbatçıların qidalanmasındakı fasilə insanların həyatı üçün təhlükə törədə bilər, yaxud avadanlıq və məhsulun zay olması, eləcə də istehsalın mürəkkəb texnoloji prosesinin pozulması nəticəsində böyük ziyan verə bilər.

II kateqoriya. Bu tələbatçıların qidalanmasındakı fasilə məhsul buraxılışını xeyli azalda bilər, həmçinin insanların, mexanizm və sənaye nəqliyyatının boş dayanmasına səbəb ola bilər.

III kateqoriya. Bura I və II kateqoriyalara aid olmayan tələbatçılar daxildir (məs., əsas texnoloji prosesdə mühüm rol oynamayan köməkçi sexlərin avadanlıqları).

Elektrik təchizat sistemlərinin layihəsi praktikasında elektrik yüklərini təyin etmək üçün müxtəlif metodlardan istifadə olunur ki, bunlar da əsas və köməkçi metodlara bölünürlər:

Əsas metodlara aşağıdakılar daxildir:

- qoyulmuş gücə və sorğu əmsalına görə hesablama metodu;
- orta gücə və hesabi yükün orta yükədən kənaraçıxma qiymətinə görə hesablama metodu (statistik metod);
- orta gücə və yük qrafikinə görə hesablama metodu;

- orta gücə və maksimum əmsalına görə hesablama metodu (nizamlanmış diaqramlar metodu).

Köməkçi metodlara aşağıdakılar daxildir:

- müəyyən zaman müddətində buraxılan məhsulun verilmiş həcmində məhsul vahidinə düşən xüsusi elektrik enerji sərfinə görə hesablama metodu;

- istehsal sahəsi vahidinə düşən xüsusi yükə görə hesablama metodu.

Bu və ya digər metodun tətbiq olunması hesabatlarda buraxılabilən xətalərin miqdarına görə müəyyən olunur. Birləşdirilmiş hesabatların aparılması zamanı (xüsusən, layihə mərhələsində) ayrı-ayrı elektrik tələbatçıları qrupunun – şöbə, sex, yaxud korpusun yekun *qoyulmuş gücləri* haqqında verilənlərə əsaslanan metodlardan istifadə olunur. *Qoyulmuş gücə və sorğu əmsalına görə hesablama metodu* praktikada daha çox istifadə olunduğundan, həmin metodu qısaca nəzərdən keçirək. Bu metodla hesabi yükləri təyin etmək üçün tələbatçılar qrupunun qoyulmuş gücünü P_{nom} (2) və sorğu materiallarına əsasən verilmiş qrupun güc $\cos\phi$ sorğu $K_{s,a}$ əmsallarını bilmək lazımdır.

Elektrik təchizat sisteminin eyni iş rejiminə malik tələbatçılar qrupunun hesabi yükləri aşağıdakı kimi təyin olunur (3):

$$P_{hes} = K_{s,a} \cdot P_{nom} ; \quad (2)$$

$$Q_{hes} = P_{hes} \cdot \operatorname{tg}\phi ; \quad (3)$$

$$S_{hes} = \sqrt{P_{hes}^2 + Q_{hes}^2} \quad (4)$$

burada $\operatorname{tg}\phi$ verilmiş tələbatçılar qrupunun $\cos\phi$ -nə uyğundur.

Elektrik təchizat sisteminin müxtəlif iş rejimli tələbatçılar qrupuna malik düyününün hesabi yükü, (4) ayrı-ayrı qrupların yük maksimumlarının müxtəlifzamanlılığı nəzərə alınmaqla təyin olunur:

$$S_{hes} = \sqrt{P_{hes,i}^2 + Q_{hes,i}^2} \cdot K_{mz} \quad (5)$$

Burada $\sum P_{hes,i}$, $\sum Q_{hes,i}$ - uyğun olaraq ayrı-ayrı qrupların cəm hesabi aktiv və reaktiv yükləri; K_{mz} - ayrı-ayrı qrupların yük maksimumlarının müxtəlifzamanlılıq əmsallarıdır.

K_{mz} -nin qiymətini təqribən 0,9 qəbul etmək olar. Bu halda (5) elektrik təchizat sistemi düyününün cəm hesabi yükü onun orta yükündən az olmamalıdır. İndi isə, şəkl.1-də göstərilmiş ETS-in müxtəlif pillələrində hesabi elektrik yüklərinin təyin olunmasına baxaq. *Magistral dərin girişlər* normal və az çirklənmiş ətraf mühit şəraitində müəssisənin ərazisi üzrə 110-220 kV gərginlikli hava xətlərinin çəkilməsi və DGY-nin əsas elektrik enerji tələbatçıları qrupuna yaxın yerləşdirilməsi mümkün olduqda tətbiq olunur. *Radial dərin girişlər*, bir qayda olaraq, çirklənmiş ətraf mühit şəraitində tətbiq olunur. Kabel radial girişlərindən hava xətlərinin çəkilməsi və 110 - 220 kV gərginlikli böyük budaqlandırıcı yarımstansiyaların yerləşdirilməsi mümkün olmadıqda istifadə olunur. Dərin girişlərin radial sxemləri magistral sxemlərlə müqayisədə istismarda böyük çevikliyə və rahatlığa malikdir, belə ki, bir xətdə yaxud transformatoradakı zədələnmə və ya təmir işləri digər yarımstansiyaların işinə təsir etmir. Maksimum sadə və ucuz olan dərin giriş sxemləri etibarlılığına görə mərkəzləşdirilmiş elektrik təchizat sxemlərindən geri qalmır. Onlar istənilən kateqoriyalı tələbatçılar üçün tətbiq oluna bilər.

a) Hava və kabel xətlərinin en kəsiyinin seçilməsi

b) Elektrik enerjisinin bəsləyici mənbədən sənaye müəssisəsinin qəbul məntəqəsinədək ötürülməsi hava və ya kabel xətləri ilə həyata keçirilir. Məftillərin və kabel damarlarının en kəsikləri *texniki və iqtisadi şərtlərə* görə seçilir. Texniki şərtlərə en kəsiyin aşağıdakı parametrlərə görə seçilməsi aid edilir: hesabi cərəyanla qızmaya görə; elektrik tacının yaranma şərtinə görə; mexaniki möhkəmliyə görə; q.q. cərəyanı ilə qismüddətə ayrılmış istilikdən olan qızmaya görə; normal və qəzadan sonrakı rejimlərdəki gərginlik itkilərinə görə. İqtisadi şərtə görə seçmədə xəttin en kəsiyi onun çəkilməsinə olan xərclərin minimumluğu əsasında təyin edilir.

c) Qızmaya görə en kəsiyin seçilməsi hesabi cərəyanın qiymətinə əsasən yerinə yetirilir. Paralel işləyən xətlər üçün hesabi cərəyan olaraq bəsləyici xətlərdən biri qəza nəticəsində açıldıqda, qəzadan sonrakı rejimin cərəyanı qəbul edilir. Sorğu verilənlərinə əsasən hesabi cərəyanın qiymətindən asılı olaraq, yaxın böyük standart en kəsik təyin olunur ki, bu zaman konkret ətraf

müht şəraiti, məftil və kabellərin çəkilmə üsulu nəzərə alınır. Əgər məftil və kabellərin çəkilmə üsulu sorğu materialında veriləndən fərqlənsə, (6) onda uzunmüddətə buraxılabilən (b.b.) yük cərəyanı aşağıdakı ifadəyə əsasən yenidən hesablanır [4]:

$$\dot{I}_{b,b}^1 = \dot{I}_{b,b} K_{müh} K_{y,a} K_{art} , \quad (6)$$

burada $\dot{I}_{b,b}$ - tək kabelin (məftilin) uzunmüddətə b.b. cərəyanı; $K_{müh}$ – mühitin temperaturunun hesabi qiymətdən fərqləndikdə nəzərəalma əmsalı; $K_{y,a}$ – kabellərin birqat qrup şəklində, yaxud çoxqatlı çəkilməsində, həmçinin kabel və məftillərin boru daxilində çəkilməsi zamanı yük cərəyanının azalma əmsalı; K_{art} – qrupdakı ayrı-ayrı kabellərin tam yüklənməməsi zamanı b.b. cərəyanın artma əmsalıdır (7).

$K_{müh}$, $K_{y,a}$ əmsalları sorğu materiallarından, K_{art} əmsalı isə qrupda tam yüklənməmiş kabellər olduqda aşağıdakı düsturdan təyin edilir:

$$K_{art} = 0,4 + 0,6 \overline{(1 + 2,3 \lg n_1/n)} , \quad (7)$$

burada n_1 – tam yüklənməmiş kabellərin sayı; n – qrupdakı kabellərin ümumi sayı.

Kabel xətlərinin en kəsiyinin seçilməsi zamanı qısamüddətə b.b. artıqyüklənmələri nəzərə almaq lazımdır. B.b. artıqyüklənmələrin qiymətləri 10 kV-a qədər gərginlikdə kabelin izolyasiyasından və çəkilmə üsulundan asılı olaraq sorğu materiallarında verilir. 20-35 kV gərginlikli kabel xətlərinin artıqyüklənməsinə yol verilmir. Elektrik tacının yaranma şərtinə görə yalnız hava xətlərinin minimal b.b. en kəsikləri seçilir. Kabel damarları üçün ən kiçik standart en kəsik tac hadisəsinin yaranmasını təmin edir.

Kabelin mexaniki möhkəmliyə görə en kəsiyinin seçilməsi də yerinə yetirilmir. Belə ki, minimal standart en kəsik bu şərti təmin edir. Mexaniki möhkəmliyə görə hava xətləri üçün en kəsiyin hesabı, onların xüsusi kütləsinin, küləyin təzyiq gücünün və buzlaşmanın təsiri nəzərə alınmaqla yerinə yetirilir. Q.q. cərəyanının təsiri yalnız rele mühafizəsi ilə qorunan kabel xətlərinin en kəsiyinin seçilməsi zamanı nəzərə alınır. Əriyən cərəyan məhdudlaşdırıcı qoruyucularla mühafizə olunan kabel xətləri q.q. cərəyanının təsirindən qızmaya görə davamlılığa yoxlanılmır, (8) belə ki, qoruyucunun açma müddəti kiçikdir və ayrılan istilik kabeli təhlükəli temperatura qədər qızdırmağa qabil deyil.

Q.q. cərəyanının təsirindən qızmaya görə davamlı en kəsik aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$S_T = \dot{I}_\infty \overline{t_k/K_T} , \quad (8)$$

burada \dot{I}_∞ - q.q. cərəyanının qərarlaşmış qiyməti, A; t_k – q.q.-nin gətirilmiş müddəti, san; K_T - kabel damarının b.b. qızma temperaturunun məhdudluğunu nəzərə alan əmsal olub, sorğu materialında verilir. Gətirilmiş t_k müddəti (9) q.q. cərəyanı müddətinin aperiodik $t_{k,a}$ və periodik $t_{k,p}$ mürəkkəblərini cəmləməklə təyin edilir:

$$t_k = t_{k,a} + t_{k,p} . \quad (9)$$

Termiki davamlı standart en kəsik olaraq, S_T -nin hesabi qiymətinə yaxın olan kiçik en kəsik qəbul olunur. Seçilmiş en kəsik gərginlik itkisinə görə yoxlanılır. Tələbatçıların gərginliyinin kiçik hədd daxilində sabit saxlanması lazım gəldikdə, gərginliyin tənzimlənməsi məsələsi həll olunmalıdır.

35 kV-a qədər gərginlikli xətlərdə gərginlik itkisi aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$\Delta U = \overline{3 I_{hes} L r_{xüs} \cos \varphi + x_{xüs} \sin \varphi} , \quad (10)$$

burada I_{hes} – xəttin hesabi cərəyanı, A; $r_{xüs}$, $x_{xüs}$ – xəttin xüsusi aktiv və reaktiv müqavimətləri, Om/km; L – xəttin uzunluğu, km; $\cos \varphi$ və $\sin \varphi$ – xəttin sonundakı güc əmsalına ($\mathbf{tg} \varphi$) uyğundur.

35 kV-dan yuxarı gərginlikli xətlərdəki gərginlik itkiləri II-şəkilli əvəz sxeminə əsasən xəttin tutum keçiriciliyi nəzərə alınmaqla hesablanır (10).

Güc transformatorlarının sayının və gücünün seçilməsi

Sənaye müəssisələrinin BAY və sex TY-ları üçün güc transformatorları say və güclərinin seçilməsi texniki-iqtisadi cəhətdən əsaslandırılmalıdır – bu, elektrik təchizat sxeminin səmərəli şəkildə qurulmasına mühüm təsir göstərir. Transformatorlar seçilərkən *meyar olaraq*, elektrik təchizatının etibarlılığı, əlvan metal sərfiyyatı və tələb olunan transformator gücü götürülür. Kapital qoyuluşu və illik istismar xərclərinin müqayisəsi əsasında optimal variant seçilir. ETS-in istismarının əlverişli olması üçün əsas transformatorların 2-dən çox olmayan standart güclərinin seçilməsinə çalışmaq lazımdır. Həyata keçirilməsi mümkün olan yerlərdə yaxşı olar ki, eyni güclü transformatorlar qoyulsun. Bu, nəzərdə tutulan ehtiyatın miqdarını azaltmaqla yanaşı, həm də zədələnmiş transformatorların əvəz olunması işini asanlaşdırır. 35-220 kV gərginlikli BAY-ların qiymətini azaltmaq məqsədilə, YG tərəfdə açarı olmayan sxemlərə üstünlük vermək lazımdır [4-5].

Sex TY-ları, bir qayda olaraq, YG tərəfdə paylayıcı quruluşa (PQ) malik olmamalıdır. Radial sxemlər tətbiq olunarkən, bəsləyici kabellər transformatora bilavasitə, magistral sxem halında isə - ayırıcı, yaxud yük açarları vasitəsilə qoşulmalıdır. Transformatorun nominal gücü 1000 kVA və daha yüksək olduqda, ayırıcıların əvəzinə yük açarları götürülməlidir, belə ki, 6-20 kV gərginliklərdə ayırıcı vasitəsilə gücü 630 kVA-dan yüksək olmayan transformatorun yüksüz işləmə cərəyanını açmaq olar. Sex TY-ları qurulan zaman bütünlüklə zavodlarda hazırlanan komplekt transformator yarımstansiyalarına (KTY) üstünlük verilməlidir.

Çox vaxt sənaye müəssisələrinin BAY-ları iki transformatorla yerinə yetirilir. Bir transformatorlu BAY-lara yalnız transformatorların mərkəzləşdirilmiş ehtiyatı olduqda və BAY-ın mərhələli tikilməsi zamanı yol verilir. 2-dən çox transformatorların qoyulması müstəsna hallarda mümkündür: kəskin dəyişən yüklərin ayrılması və onların ayrıca transformatordan bəslənməsi tələb olunduqda; BAY rekonstruksiya olunarkən, əgər 3-cü transformatorun qoyulması iqtisadi cəhətdən məqsəduyğun olduqda. BAY transformatorlarının gücünün seçilməsi müəssisənin normal iş rejimindəki hesabi güclərinin əsasında enerjitetəchizat təşkilatının reaktiv gücə görə rejimini nəzərə almaqla yerinə yetirilir. Qəzadan sonrakı rejimdə (transformatorlardan biri açılan zaman) tələbatçıların etibarlı elektrik təchizatı üçün onların işdə qalan transformatordan bəslənməsi nəzərdə tutulur. Bu zaman transformatorun yükünü azaltmaq məqsədilə qeyri-məsul tələbatçıların bir hissəsini açmaq olar. Hazırda enerji təchizat təşkilatı layihə olunan və fəaliyyətdə olan müəssisələr üçün enerjisisteminin maksimal yük periodunda, oradan şəbəkəyə ötürülən reaktiv gücün optimal qiymətini Q_{et} verir. Əgər enerjisistem göstərilən periodda müəssisəni tamamilə reaktiv güclə təmin edə bilmirsə (11), onda müəssisədə gücü aşağıdakı kimi hesablanan kompensasiyaedici qurğular nəzərdə tutulmalıdır:

$$Q_{KQ} = Q_{hes,r} + \Delta Q_T + Q_{et}, \quad (11)$$

burada $Q_{hes,r}$ – müəssisənin hesabi reaktiv gücü; ΔQ_T - transformatordakı reaktiv güc itkisidir. BAY - in transformatorlarının nominal gücünün seçilməsi ilkin verilənlərdən asılı olaraq həm yük qrafiklərinə görə (12), həm də tam hesabi gücə görə yerinə yetirilə bilər:

$$S_{hes\Sigma} = \frac{P_{hes}^2}{S_{hes}} + Q_{et}^2 \quad (12)$$

burada $P_{hes\Sigma}$ - müəssisənin hesabi aktiv gücüdür.

Əgər BAY-da 2 ədəd transformator qoyularsa, onda onlardan hər birinin nominal gücü aşağıdakı şərtəndə tapılır (13):

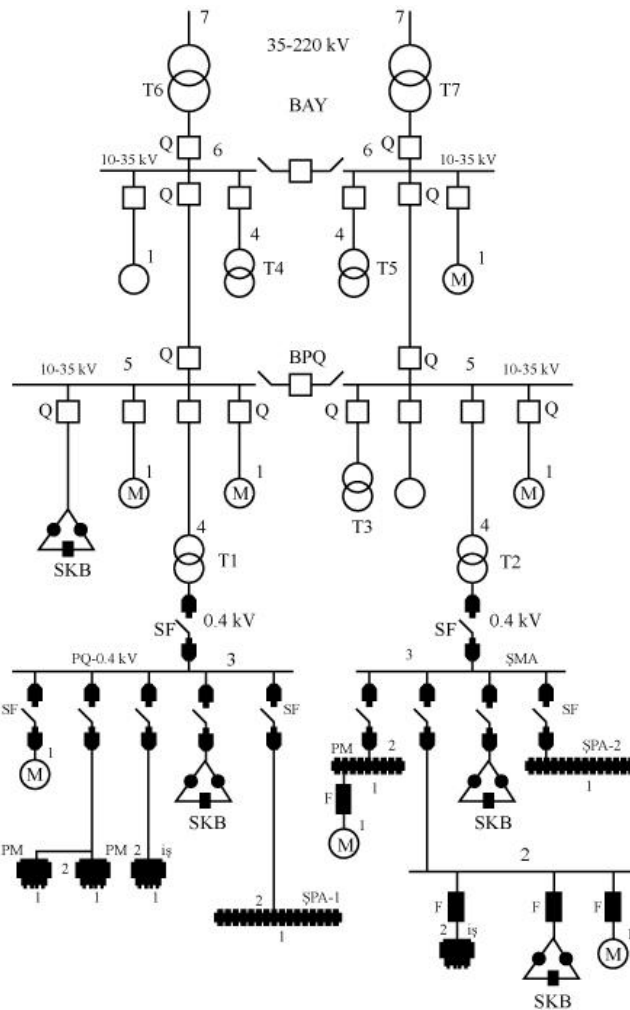
$$S_{nom,T} \geq S_{hes\Sigma} / 2 \times 0,7. \quad (13)$$

Qəza şəraitində işdə qalan transformator III kateqoriya etibarlılığa malik tələbatçıların açılma mümkünlüyü nəzərə alınmaqla b.b. (14) artıq yüklənməyə yoxlanılmalıdır:

$$1,4 S_{nom,T} \geq S_{hes\Sigma}. \quad (14)$$

Sex transformatorlarının say və gücünün düzgün təyin olunması texniki-iqtisadi hesabatlar yolu ilə aşağıdakı faktorların nəzərə alınması ilə mümkündür: tələbatçıların elektrik təchizatının etibarlılıq kateqoriyaları; 1 kV-a qədər gərginlikdə reaktiv yüklərin kompensasiyası, normal və qəza

rejimlərində transformatorlarının artıqyüklənmə qabiliyyəti; standart güclər addımı; yük qrafikindən asılı olaraq transformatorlarının qənaətcil iş rejimleri. Sex TY-larının sayı 6-10 kV gərginlikli PQ-lara və zavoddaxili və sex elektrik şəbəkələrinə çəkilən xərcərə bilavasitə təsir edir. Belə ki, *TY-ların sayı azaldıqda* (yəni onların vahid nominal gücü artdıqda) PQ yuvalarının sayı, xətlərin yekun uzunluğu və 6-10 kV-luq şəbəkələrin elektrik enerji və gərginlik itkiləri azalır, lakin 0,4 kV gərginlikli şəbəkələrin dəyəri və onlardakı itkilər çoxalır. *TY-ların sayının artması* isə, əksinə, sex şəbəkələrinə çəkilən xərcərə azaldır, lakin 6-10 kV-luq PQ-ların yuvalarının sayını və 6-10 kV gərginlikli şəbəkələrə çəkilən xərcərə artırır. Transformatorların $S_{nom,T}$ gücünə malik müəyyən saylarında elektrik təchizatının verilmiş etibarlılıq dərəcəsinə təmin etməklə, gətirilmiş xərcələrin minimumluğuna nail olmaq olar. Belə variant optimal hesab olunur və ona yekun variant kimi baxmaq lazımdır. Birtransformatorlu YS-ların sexdə (korporusda) III və II kateqoriyalı tələbatçılar olduqda, həmçinin 380-660 V-luq şəbəkələrdə az miqdarda (20%-ə qədər) I kateqoriya tələbatçıları olduqda tətbiq olunması tövsiyyə olunur.



Şək. 1. Müəssisənin ümumiləşdirilmiş elektrik təchizat sxemi

Sxemin layihələndirilməsi zamanı gecə vaxtı, istirahət və bayram günlərində güc və işıqlandırma yüklərinin bəslənilməsi məsələsinin düzgün həll edilməsi mühüm əhəmiyyətə malikdir. Qarşılıqlı ehtiyatlanmanı təmin etmək məqsədilə yaxın YS-lar arasında, həmçinin müxtəlif transformatorlardan bəslənilən aşağı gərginlik şəbəkələrinin kənarları arasında şin və kabel aralıqlarından istifadə edilməsi tövsiyyə olunur [2-4].

35, 110, 220 və 330 kV gərginlikli rayon elektrik şəbəkələrində bəslənən orta və böyük güclü müəssisələr üçün *dərin giriş sxemləri* geniş tətbiq olunur. Belə sxem minimal sayda aralıq transformasiya pillələri və aparatlarına malik olmaqla, yüksək gərginliyin elektrik enerji tələbatçılarına maksimum yaxınlaşdırılması ilə xarakterizə olunur. Dərin girişlərin xətləri

müəssisənin ərazisi boyunca keçir və qidalandırdıqları yüklərə yaxında yerləşdirilmiş *dərin giriş yarımstansiyalarına* (DGY) budaqlanmalara malik olur. Adətən, DGY - lar sadə sxem üzrə yerinə yetirilir: yüksək gərginlik tərəfdə açar və yığıma şinlər olmadan.

Nəticə

Ümumi halda elektrik enerjisinin zavoddaxili paylaşdırılma sxemi pilləli quruluşa malik olur. Pillələrin sayı 2-3-dən çox olan sxemlərin tətbiq edilməsi məqsədəuyğun hesab olunmur, belə ki, bu halda şəbəkənin kommutasiya və mühafizəsi mürəkkəbləşir. Gücü böyük olmayan müəssisələrdə birpilləli sxemlərin tətbiqi tövsiyyə olunur. Elektrik enerjisinin paylaşdırılma sxemi obyektin texnoloji sxemi ilə əlaqələndirilməlidir. Bu zaman müxtəlif paralel texnoloji axınların elektrik enerji tələbatçılarının bəslənməsi ayrı-ayrı mənbələrdən – YS, PM, bir YS-nin müxtəlif seksiya şinlərindən həyata keçirilməlidir. Eyni zamanda, qarşılıqlı əlaqədə olan texnoloji aqreqlər eyni bir bəsləyici mənbəyə qoşulmalıdır ki, qidalanma kəsilən zaman bütün elektrik enerji tələbatçıları eyni anda cərəyansızlaşdırılsın. Zavoddaxili elektrik təchizatının ümumi sxemi tərtib edilən zaman PQ-ların yuvalarından səmərəli istifadə edilməsini, paylaşdırıcı şəbəkənin minimal uzunluğunu, kommutasiya-mühafizə aparatlarına maksimum qənaəti təmin edən variantlar qəbul olunmalıdır. Hazırda enerjitəchizat təşkilatı layihə olunan və fəaliyyətdə olan müəssisələr üçün enerjisistemin maksimal yük periodunda, oradan şəbəkəyə ötürülən reaktiv gücün optimal qiymətini Q_{et} verir. Əgər enerjisi stemi göstərilən periodda müəssisəni tamamilə reaktiv güclə təmin edə bilmirsə, onda müəssisədə gücü hesablanan kompensasiyaedici qurğular nəzərdə tutulmalıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Quliyev H.B. Elektrik avadanlıqlarının sınağı və istismarı. Bakı, 2007 il, 234 səh.
2. H.B. Şəhərlərin elektrik təchizatı. Bakı, 2018 il, 291 səh.
3. Kazımzadə Z.Z. Elektrotexnikanın nəzəri əsasları. Bakı, 2010 il, 580 səh.
4. Balametov Ə.V. Enerji sisteminin elektrik şəbəkələrində güc və elektrik enerjisinin texniki itkilərinin hesablanması. Bakı, 2007 il.
5. Китушин В.Г. Надежность энергетических систем: учебное пособие для электро-энергетических специальностей вузов. - М.: Высшая школа, 1984. – 256с.
6. Quluzadə K., Axundov N., Babayev R. Elektrotexnika elektrik avadanlığı və sənaye elektronikasi. Bakı, 2008 il.
7. Мамедяров О.С. Моделирование для управления компенсацией реактивной мощности в энергосистеме. Доклады Международной конференции «Проблемы кибернетики и информатики», Баку, 2008.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ВЫБОРА НАГРУЗОК

Р.А. Касымов, П.Р. Ахмедов

Статья посвящена технико-экономическим расчетам при проектировании системы электрического обеспечения (СЭО) и решению рациональным способом соответствующих сложных комплексных вопросов, отвечающих современным стандартным требованиям, а также правильному, оптимальному определению электрических нагрузок.

Ключевые слова: *технико-экономические расчеты, электрическое обеспечение, электрические нагрузки, комплексные вопросы.*

**DESIGN FEATURES OF THE POWER SUPPLY SYSTEM AND
BASIC METHODS FOR SELECTING ELECTRICAL LOADS**

R.A. Gasimov, P.R. Ehmedov

The article is devoted to the technical and economical understanding of the Electricity Transmission System (ETS) and effective solutions to the current challenges, as well as the right and optimal determination of electrical charges.

Keywords: *technical and economic calculations, electrical supply, electrical loads, complex issues.*

Rəyçi: *AMEA-nın müxbir üzvü İ.M. İsmayilov*