

S.Z. Məmmədov, N.M.Bağirov, B.Z.Salmanov

**ELEKTRİK STANSİYALARININ ELEKTRİKİ HİSSƏSİ
(dərslük)**

Azərbaycan Respublikasının Təhsil Nazirliyinin 08.04.2014-cü
il tarixli 408 sayılı əmri ilə dərsliyə qrif verilmişdir.

Gəncə - 2014

Dərsliyin elmi rəhbəri professor S.Z. Məmmədov.

Rəy verənlər:

Azərbaycan texnologiya Universiteti – Professor, t.e.d.
S.Q.Verdiyev

Elmi Tədqiqat Aqromexanika İnstitutu – dosent, t.f.d.
A.C.Mirzəyeva

ADAU-nun Elektrik mühəndisliyi kafedrasının professoru
İ.M.Əliyev

ADAU-nun Elektrik mühəndisliyi kafedrasının professoru
İ.İ.İsgəndərov

GİRİŞ

Ölkənin texniki bazasını yaratmaq üçün onun tam elektriklişdirilməsi zəruridir. Elektriklişdirilmə cəmiyyətin iqtisadi təminat sütunudur və xalq təsərrüfatının bütün sahələrinin inkişaf yoludur. Tam və keyfiyyətli elektriklişdirmə müasir texnika və elmi nailiyyətlər əsasında həyata keçirilir. Ölkədə elektrik enerji istehsalı fasiləsiz olaraq artırılır, təkmilləşdirilir və xalq təsərrüfatında bütün sahələrini əhatə edir. Elektrik enerji istehsalı ölkənin enerji proqramının uyğun olaraq inkişaf etdirilir.

Elektrik enerjisi elektrik stansiyaları vasitəsilə və alternativ enerji mənbələri vasitəsilə istehsal olunur. Elektrik enerjisinin mərkəzləşmiş prinsiplə istehsalı texnoloji proses və işlərin etibarlı iqtisadi əlverişli olmasını təmin edir.

Elektrik enerji istehsalı aşağıdakı növ elektrik stansiyaları vasitəsilə həyata keçirilir:

1. İstilik elektrostansiyaları (İES).

Bunlar olurlar:

a) kondensasiyalı (KES)

b) istilik elektrik mərkəzləri (İEM)

v) qaz-turbin (ATES).

2. Su elektrik stansiyaları və hidroakkumulyasiyalı (HAES).

3. Atom elektrik stansiyaları ((AES).

4. Günəş elektrik stansiyaları (GES).

5. Geotermal elektrik stansiyaları (QTES).

6. Dizel elektrik stansiyaları (DES).

7. Su dalğa elektrik stansiyaları (SDES).

8. Külək elektrik stansiyaları (KES).

Bütün illərdə elektroenergetikanın inkişafı sənaye və işlədiciyə başqa növlərini həmişə qabaqlayır. Dövlətin elektroenergetika potensialı, elektrik enerjisinin istehlak strukturunu və miqyası, ondan istifadənin effektivlik səviyyəsi ölkənin iqtisadi potensialının vacib xarakteristikasıdır. Bu

cəmiyyətdə aparılan iqtisadi islahatların dinamikasının və həyat səviyyəsinin göstəricisidir.

Hal-hazırda Respublikanın elektroenergetika bölməsinə “Azərenerji” ASCC rəhbərlik edir. Burada gərginliyi 500, 330, 220 və 110 kV olan yarımstansiyalar, 6 ədəd Mingəçevir, Varvara, Şəmkir, Yenikənd, Araz və Vayxır kimi su elektrik stansiyası, 13 ədəd Azərbaycan, Şirvan, Şimal, Bakı YEM, Babək, Ağstafa, Şəki, Xaçmaz, Naxçıvan, fəaliyyət göstərir.

Elektrik stansiyalarının gücləri cədvəl 1-də verilib.

Cədvəl 1

Sıra sayı	Elektrik stansiyalarının adı	Aqrəqatların sayı, ədəd	Qoyuluş gücü, MVt
1	Azərbaycan YES	88	2430
2	Şirvan YES	7	1050
3	Şimal ES	2	550
4	Bakı YEM	2	107
5	Naxçıvan QTES	4	64
6	Bakı ES (modul tipli)	12	104,4
7	Astara ES (modul tipli)	10	87
8	Şəki ES (modul tipli)	110	87
9	Xaçmaz ES (modul tipli)	10	87
10	Naxçıvan ES (modul tipli)	10	887
11	Mingəçevir SES	6	401,6
12	Şəmkir SES	2	3880
13	Yenikənd SES	4	150
14	Araz SES	2	22

Gərginliyi 35, 10, 6 və 0,4 kV olan paylayıcı xətlər daxil olmaqla elektrik veriliş xətlərinin ümumi uzunluğu 100 min km-dən çoxdur.

Enerji sistemində hər il orta hesabla $20 \cdot 10^5$ kVt.saat elektrik enerjisi istehsal olunur. İllik buraxılan istilik enerjisi 700 min Hkol-dən çoxdur. Elektrik və istilik enerjisinin buraxılmasına ildə $6,5 \cdot 10^5$ t şərti yanacaq sərf olunur ki, bunun da 90 %-ni təbii qaz, 10 %-ni isə mazut təşkil edir.

Azərbaycan enerji sisteminin digər enerji sistemləri ilə əlaqəsi vardır.

1.Gürcüstan Respublikasının enerji sistemilə (330 və 500 kV-luq xətlərlə);

2.Rusiya Federasiyası ilə (110 və 330 kV-luq hava xətlərilə);

3.İran İslam Respubliikası ilə (230 və 110 kV-luq hava xətlərilə);

4.Türkiyə Cumhuriyyətilə (154 kV və 35 kV-luq hava xətlərilə);

5. İran İslam Respublikası ilə Naxçıvan MR tərəfdə (2 ədəd 132 kV hava xətlərilə).

Ölkədə bərpa olunan enerjilərdən istifadə olunmağa başlanmışdır.

Günəş, külək, bioqaz enerjilərinin istifadəsi üçün mühüm layihələr işlənir və onun həyata keçirilməsi istiqamətində işlər görülür.

Respublika ərazisində bir sıra külək elektrik stansiyalarının tikintisi nəzərdə tutulmuşdur. Bakı şəhəri ətrafında 50 kVt gücündə külək elektrik stansiyalarının tikintisi planlaşdırılır.

Azərbaycan elektroenergetikası inkişaf proqramına uyğun dinamik inkişaf etdirilir və ölkənin enerji təhlükəsizliyi təmin olunur. Yaxın perspektivdə (2015-cci ilə kimi) respublika üzrə kiçik və orta güclü SES-lərin tikintisi üzrə layihələrin həyata keçirilməsi enerji sisteminin qoyuluş gücünü 8 QVt-a çatdırmağa imkan verəcək.

I FƏSİL

ENERGETİK SİSTEM. ELEKTRİK STANSİYALARI

Elektrik enerji tələbəcilləri

Elektrik enerji tələbəcilləri əsasən aşağıdakı qruplara ayrılır: 1) sənaye müəssisələri; 2) tikinti; 3) elektricləşdirilmiş nəqliyyat; 4) kənd təsərrüfatı; 5) şəhər və qəsəbələrin məişət və xidmət sahələri; 6) elektrik stansiyalarının xüsusi sərfiyyatı.

Elektrik enerjisi tələbəcilləri əsasən asinxron mühərrikləri, elektrik sobaları, elektrotermiki, elektroliz və qaynaq qurğuları, soyutma, işıqlandırma və məişət cihazları, radio-televiziya və səhiyyənin xüsusi məqsədli qurğularıdır. Eyni zamanda elektrik sistem və şəbəkələrində elektrik enerjisinin ötürülməsi ilə bağlı olan, yəni texnoloji sərfiyyat tələbəcilləridir.

Elektrik enerji tələbəcillərinin yük rejimləri

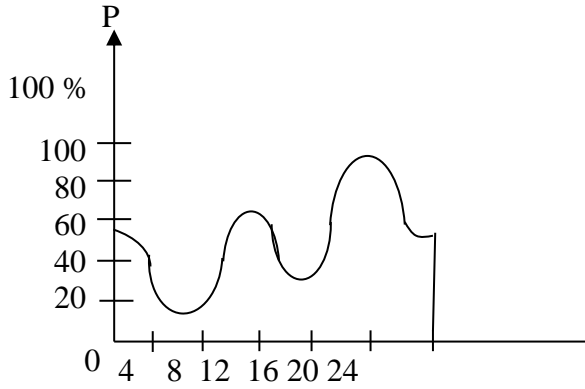
Elektrik enerji tələbəcillərinin tələbat gücləri gün, ay, rüb və il ərzində dəyişir. Yəni, sənaye müəssisələrinin, şəhərlərin, yaşayış məntəqələrinin və digər işlədicilərin tələbat gücləri dəyişir. Aktiv, reaktiv və tam tələbat gücünün zamana görə dəyişməsi rejimi yük qrafiki şəkilində də verilir.

Əsas işıqlandırma yükü yarımstansiyanın sutkalıq təqribi yük qrafiki aşağıda verilmişdir (şəkil 1.1).

Yük qrafikinin xarakteristik göstəriciləri maksimum, minimum, orta güc və yükün qeyri bərabərlik əmsəlidir:

$$K_{q.b.} = P_{min} / P_{max}$$

İllik yük qrafikini qış, yaz, yay və payız yük qrafikləri əsasında qururlar. İllik yük qrafikini qurmaq üçün koordinat sisteminin absis oxu üzərində il müddətindəki saatlar və ordinat oxunda isə tələbat gücləri göstərilir.

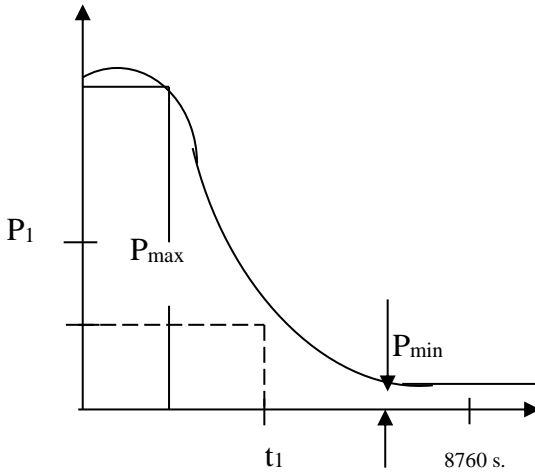


Şəkil 1.1. Elektrik stansiyalarının yük qrafiki.

Maksimum yükdən istifadə saatları aşağıdakı kimi tapılır:

$$T_{max.} = W / P_{max.}$$

W – baxılan müddət ərzindəki sərf edilən elektrik enerjisinin miqdarı, (kVt.s.)



Şəkil 1.2. Elektrik stansiyasının qanunu dəyişmə qrafiki.

Elektrik enerjisinin keyfiyyətinə olan tələblər

Elektrik enerjisinin keyfiyyət göstəricisi onun gərginliyinin və tezliyinin normallaşdırılmış (nominal) qiymətə uyğunluğu başa düşülür:

a) gərginliyin nominal qiymətdən kənarlaşması (gərginliyin dəyişmə sürəti saniyədə 1 % az olduqda), %;

$$qU = U - U_{nom} / U_{nom} \cdot 100;$$

b) gərginliyin dəyişməsi (gərginliyin dəyişmə sürəti 1%-dən çox olduqda), %;

$$qU = U_{max} - U_{min} / U_{nom} \cdot 100;$$

v) qeyri-sinusoidalıq və ya qeyri-sinusoidalıq əmsalı, gərginlik əyrisindən təyin edilir:

$$K_\gamma = U_{\gamma\Sigma} / U_1 \cdot 100$$

Burada

$$U_{\gamma\Sigma} = \sqrt{\sum_{\gamma=2}^{\infty} U_\gamma^2}$$

U_γ – ali harmonika gərginlikləridir;

U_1 – gərginliyin əsas harmonikidir.

Əgər $K_\gamma \leq 5\%$ - dirsə, onda gərginlik əyrisi praktiki olaraq sinusoidal qəbul edilir.

Elektrik tələbəcillərinin sıxaclarındakı gərginliyin dəyişməsinin buraxıla bilən diapazonu cədvəl 1.1-də göstərilmişdir, %.

Cədvəl 1.1.

s/s	İş rejimləri	Elektrik mühərriki	Daxili işıqlanma lampaları	Digər elektrik tələbəcilləri
1	Normal	-5 ÷ ± 10	-2,5 ÷ + 5	-5 ÷ + 5
2	Qəzadan sonrakı	-10 ÷ + 10	- 7,5 ÷ + 5	- 10 ÷ +5

q) tezliyin dəyişməsi (10 dəqiqə müddətində), % ;

$$qf = f - f_{nom} / f_{nom} \cdot 100$$

Tezliyin normal rejimdə $\pm 0,1$ Hers (Hz) həddə dəyişməsi buraxıla bilən hədd hesab olunur.

Elektrik təchizatının etibarlılığına olan tələblər.

Tələbəcillərin elektrik enerjisi ilə təchizatının etibarlılığının təmin edilməsi üçün onlar 3 kateqoriyaya ayırırlar:

I kateqoriya işlədicilərin elektrik təchizatında fasilə yarandıqda ciddi fəsadlar baş verə bilər: - insan həyatı üçün təhlükə, istehsal sahələrinə ciddi ziyan, qiymətli avadanlıqların sıradan çıxması, keyfiyyətsiz məhsul istehsalı, əhəmiyyətli mühəndis kommunikasiya sisteminin işinin pozulması halları yarana bilər.

I kateqoriya tələbəcillərin elektrik təchizatının kəsilməsi ilə istehsal sahələrində insan həyatı üçün təhlükəli partlayış, yanğın və digər hadisələr baş verə bilər.

II kateqoriya elə enerji tələbəcilləridir ki, elektrik təchizatında fasilə yarandıqda istehsal sahələrində keyfiyyətsiz məhsul istehsalı və kütləvi boş dayanmalar yaranır. Şəhərin və yaşayış məntəqələrinin də normal həyat fəaliyyəti pozulur.

III kateqoriya işlədicilər isə I və II kateqoriyaya aid olmayan elektrik tələbəcilləridir.

I kateqoriya işlədicilər ən azı biri-birindən asılı olmayan 2 mənbədən qidalandırılmalıdır. Bu kateqoriya işlədicilərin elektrik enerjisi ilə təchizində fasilə müddəti digər mənbəyin avtomatik işə qoşulmasına sərf olunan zamana bərabər olmalıdır. I kateqoriya işlədicilərin 3-cü müstəqil mənbədən qidalandırılması da nəzərdə tutulur.

II kateqoriya işlədicilər də 2 mənbədən qidalandırılmalıdır. Bu kateqoriya işlədicilərin elektrik enerjisi ilə təchizatında fasilə müddəti əməliyyat qrupunun ehtiyat xətti işə vurma vaxtı qədər olmalıdır.

III kateqoriya işlədicilərin elektrik enerjisi ilə təchizində fasilə müddəti 1 gündən çox olmamalıdır.

Elektrik stansiyalarının tipləri və xarakteristikaları.

Elektrik enerjisi əsasən aşağıdakı stansiyalarda hasil edilir.

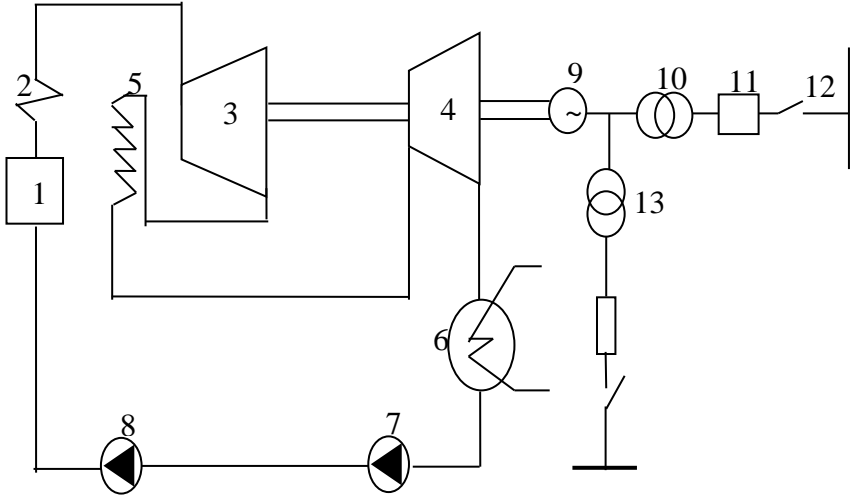
- 1) istilik elektrik stansiyaları (İES); onlar iki növ olur;
 - a) kondensasiyalı elektrik stansiyaları (KES);
 - b) istilik elektriki mərkəzləri (İEM);
- 2) hidravliki elektrik stansiyalarında (HES);
- 3) atom elektrik stansiyalarında (AES);
- 4) alternativ enerji mənbələrində.

Son illərdə Azərbaycan Respublikasında da qaz və buxar turbinli, turbin-generator blokları işə salınır.

Kondensasiyalı elektrik stansiyası

Bu növ stansiyalarda buxarın temperaturu 560/565°C olur təzyiqi 24 MPa qədər qaldırılır. Yanacaq sərfini azaltmaq məqsədi ilə KES-lərdə aralıq turbinini də quraşdırılır ki, turbin-generator blokunun gücü 300, 500, 800, 1200 MVt qədər artırilsin.

2 əlavə buxarqızdırıcısında buxar 560/565°C qədər qızdırılır və 3 turbinin yüksək təzyiqli hissəsinə verilir və valı fırladır. Bu prosədə buxarın temperaturu və təzyiqi aşağı düşür. Buxarın temperaturunu artırmaq üçün buxar 5 aralıq buxar qızdırıcısına verilir. Buxarın temperaturu yüksəldildikdən sonra 4 turbinin aşağı təzyiqli hissəsinə verilir. Beləliklə, turbinin valının fırlanma momenti artırılır. Buxar daha sonra turbinin aşağı təzyiqli hissəsindən 6 kondensatorunda soyudularaq 7 kondensat nasosu və 1 buxar generatorunu qidalandırıcı nasos 8 vasitəsi ilə yenidən 1 buxar generatoruna verilir. Beləliklə, tsikl fasiləsiz davam etdirilir.

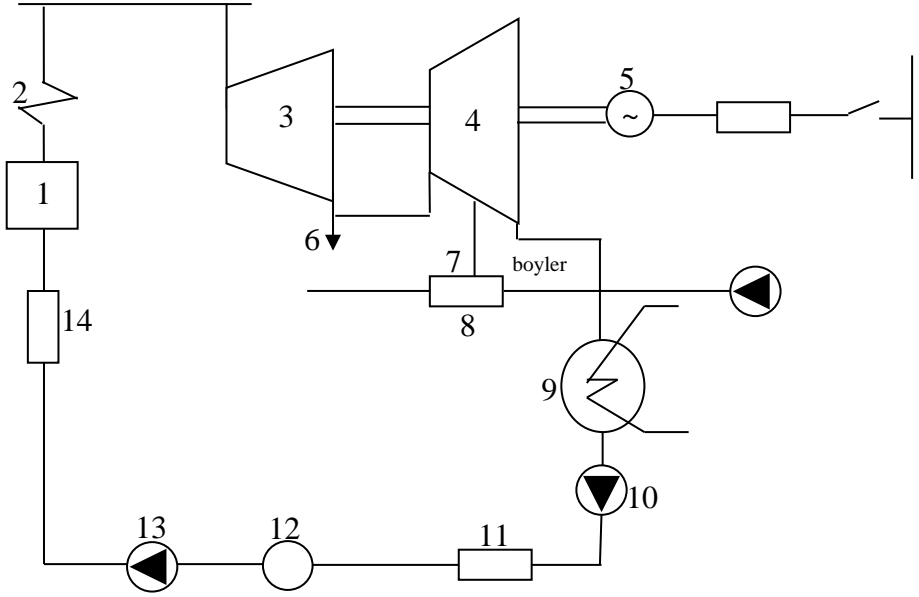


Şəkil 1.3. KES-in blok sxemi: 1 – buxar generatoru; 2 - əlavə buxar qızdırıcısı; 3 – turbinin yüksək təzyiqli hissəsi; 4 – turbinin aşağı təzyiqli hissəsi; 5 – aralıq buxar qızdırıcısı; 6 – kondensator; 7 – kondensat nasosu ; 8 – buxar generatorunu qidalandıran nasos; 9 – generator; 10 – yüksəldici transformator; 11 – blok açarı; 12 – stansiyanın yığma şini; 13 – xüsusi sərfiyyat transformatoru.

Turbinin 3 yüksək 4 alçaq təzyiqli hissələrinin valında alınmış fırlanma hərəkəti generatorun valını fırladır. 9 generatorunda hasil edilmiş elektrik enerjisi 10 transformatorunda yüksəldilərək, 11 blok açarı vasitəsi ilə

stansiyanın 12 şininə və oradan da elektrik şəbəkəsinə ötürülür. Eyni zamanda 9 generatorunun hasil edilmiş elektrik enerjisi alçaldıcı xüsusi sərfiyat transformatorlarına 13 verilir.

KES-lərdə xüsusi sərfiyat ümumi hasil edilən enerjinin $0,32 \div 0,4$ hissəsini təşkil edir.



Şəkil 1.4. İstilik elektrik mərkəzinin sxemi: 1–buxar generatoru; 2– buxarqızdırıcı; 3–turbinin yüksək təzyiqli pilləsi; 4–turbinin alçaq təzyiqli hissəsi; 5–generator; 6–istehsalat üçün buxar xətti; 7–istilik sistemləri üçün buxar xətti; 8–broyler; 9–kondensator; 10–kondensat nasosu; 11–alçaq təzyiqli buxar qızdırıcısı; 12–diarator; 13–buxar generatorunu qidalandıran nasos; 14–yüksək təzyiqli buxar qızdırıcısı.

Su elektrik stansiyaları.

Su elektrik stansiyalarının vəzifəsi elektrik enerjisi istehsalı, gəmiçiliyin inkişafına və torpaqların suvarılması üçün şəraitin yaradılmasıdır. Su elektrik stansiyaları adətən su hövzələrinə malik olur. Su hövzələri də müəyyən qədər

torpaqları su altına alır və hövzə ətrafında qrunť sularının səviyyəsinin qalxmasını yaradır. Belə stansiyaların su hövzələrində su akkumulyasiya edilir və su sərfi tənzimlənir. Energetik sistemin iş rejiminin tənzimlənməsini təmin edir.

Energetik sistemin tənzimlənməsi prosesi aşağıdakı kimi həyata keçirilir. Tutaq ki, energetik sistemin yükü azdır və stansiyanın üzərində olduğu çayın su sərfi isə yüksəkdir. Bu halda su hövzədə toplanır və energetik sistemin yükü artdıqda stansiyanın hidroturbin generator bloku işə salınır. Energetik sistemin istilik elektrik stansiyalarının sistemdəki pik saatlarındakı yükün bir hissəsi su elektrik stansiyasının istehsal etdiyi elektrik enerjisi ilə təmin edilir. Stansiyanın su hövzəsinin su tutumunun həcmi onun imkanlarını müəyyən edir.

Energetik sistemin istismar təcrübəsi göstərir ki, su elektrik stansiyalarını yük qrafikinin pik saatlarında istifadə edilməsi energetik sistemin istismar xərclərini azaldır. Yəni İstilik Elektrik Stansiyalarının yanacaq sərfini azaltmaqla turbo-generatorların nominal iş rejimində istismar olunmasına şərait yaradır. Su elektrik stansiyalarında istehsal edilən elektrik enerjisinin maya dəyəri istilik elektrik stansiyalarında hasil edilən elektrik enerjisindən daha aşağıdır.

Su elektrik stansiyasındakı turbin generator blokunu bir neçə dəqiqə müddətində işə salmaq və dayandırmaq mümkündür. Bu rejimi istilik turbin generator blokunda yaratmaq mümkün deyildir.

Su elektrik stansiyalarını dağ və dağətəyi çayların üzərində tikilməsi daha səmərəli hesab edilir.

Mingəçevir SES-də 6 x 60 MVt, Şəmkir SES-də 2 x 190 MVt və Yenikənd SES-də 4 x 35 MVt gücündə turbin generator bloku vardır.

Su akkumulyasiyalı elektrik stansiyalari

Energetik sistemin pik saatlarındakı tələbat yükünün təmin etmək və istilik elektrik stansiyalarının iqtisadi göstəricilərini yaxşılaşdırmaq üçün hidroakkumulyasiyalı elektrik stansiyalarından istifadə edilir. Energetik sistemin yükü minimum olduqda stansiya nasos rejimində işləyir. Su aşağı hövzədən hündürdəki hövzəyə vurulur. Yuxarıdakı hövzədə su toplanır.

Energetik sistemin yükünün pik saatlarında isə yuxarıdakı hövzənin suyunun malik olduğu enerjidən istifadə etməklə stansiyada elektrik enerjisi hasil edilir və pik saatlarının tələbat yükü təmin olunur. İstilik elektrik stansiyalarının turbin generator blokunun artıq yüklənmə iş rejimi aradan qaldırılır və onların nominal iş rejimində istifadəsi təmin edilir.

Su akkumulyasiyalı elektrik stansiyalarının faydalı iş əmsalı 70-75%-ə bərabərdir.

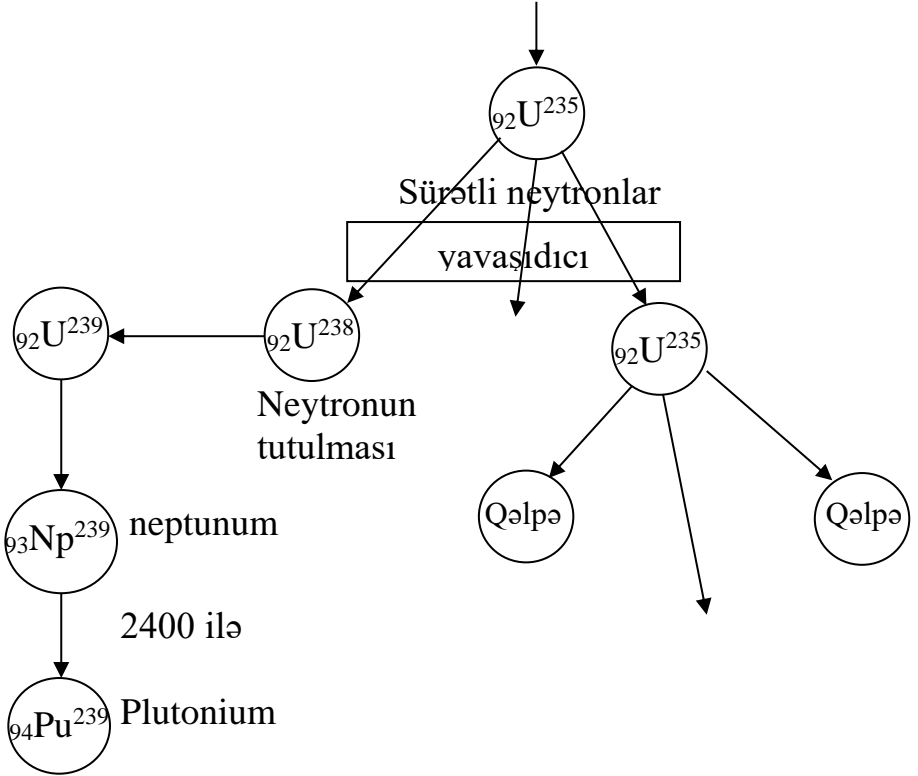
Atom elektrik stansiyası.

Atom elektrik stansiyası nüvə reaksiyası nəticəsində alınan istiliyin hesabına işləyən istilik elektrik stansiyasıdır. ${}_{92}\text{U}^{235}$ yavaş neytronların təsiri nəticəsində bölünür. Belə neytronların təsiri nəticəsində yalnız təbii uranın 0,7%-ni təşkil edən ${}_{92}\text{U}^{235}$ izotopu bölünə bilər. ${}_{92}\text{U}^{238}$ - yalnız sürətli neytronların təsiri nəticəsində bölünür. 1 qram ${}_{92}\text{U}^{235}$ uranda olan nüvənin hamısı bölünsə $23 \cdot 10^3$ kVt's enerji ayrılır. Bu da 3 ton daşkömürün və 3 ton neftin yandırılması nəticəsində ayrılan enerjiyə bərabərdir.

Bu reaksiya nüvə reaktorunda aparılır. Atom elektrik stansiyası (AES) aşağıdakı texnoloji sxemlə işlədilir.

Atom fizikasının müasir inkişaf mərhələsində atom enerjisindən dinc məqsədlər üçün istifadə olunması böyük

əhəmiyyət kəsb edir. Məlumdur ki, 1 kq uranın (U^{235}) parçalanmasından 80 milyard kC istilik ayrılır ki, bu da 2,5 min ton daş kömürün yanmasından alınan istiliyə uyğun gəlir. Nüvə reaksiyası ilə yüngül elementlərin sintezi zamanı isə daha böyük miqdarda istilik ayrılır. Buradan aydın olur ki, nüvə enerjisi ehtiyatları tükənməzdir.



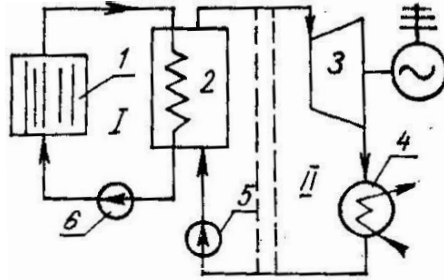
Şəkil 1.5. Uranın parçalanmasının zəncirvari reaksiya sxemi.

Dünyada ilk dəfə keçmiş SSRİ-də (1954-cü ildə) atom enerjisindən istifadə etməklə elektrik enerjisi alınmışdır. Bu atom-elektrik stansiyasının gücü 5 MVt olmuşdur. Hazırda

İngiltərə, ABŞ və RF energetikasında atom elektrik stansiyaları əsas yer tutur.

Atom elektrik stansiyalarının əsas elementi reaktordur. Reaktorda atom yanacağı sayılan ağır elementlərin parçalanma (zəncirvari) reaksiyaları baş verir. Reaktordan istilik şəklində ayrılan atom enerjisinin əsas hissəsi, təqribən 82 %-i U^{235} -in bölünməsindən alınır. Bölünmə prosesi zamanı γ və β şüaları və neytronların enerjisi istiliyə çevrilir.

Reaktorda alınmış istiliyin elektrik enerjisinə çevrilməsi termodinamik tsikl üzrə baş verir. İlk atom elektrik stansiyasının prinsiplial istilik sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 1.6. Nüvə reaktorunun sxemi.

Göstərilən sxem ikikonturludur. Stansiyanın *I* konturunda reaktorda (1) elementlərdən istilik ayrılır və dövr etdirici istilikdaşıyıcının köməyi ilə buxar generatorundakı (2) su buxarına verilir. *I* konturda əmələ gəlmiş radioaktivlik stansiyanın xüsusi bioloji müdafiə divarı vasitəsi ilə aradan qaldırılır. Stansiyanın *II* konturu buxar-turbinli qurğuların sxeminə uyğun gəlir. Burada buxar generatorunda əmələ gəlmiş su buxarı buxar turbininə daxil olur və mexaniki enerji yaradır. Buxar sonradan 4 kondensatorunda kondensatlaşaraq qidalandırıcı nasos (5) vasitəsi ilə yenidən buxar generatoruna verilir. *I* konturda istilikdaşıyıcı kimi su, üzvi mayelər, maye metal və qazlardan istifadə olunur.

I konturda su buxarı doymuş və ya qızışmış halda ola bilər. Göstərilən sxem üzrə işləyən stansiyada istilikdaşıyıcı kimi yüksək təzyiqli sudan, *II* konturda isə zəif qızışmış su buxarından istifadə olunmuşdur.

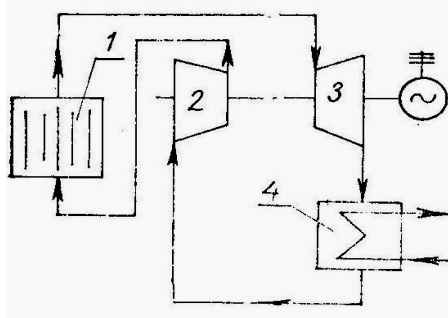
Atom qurğusunun turbininin girişində su buxarının daha yüksək təzyiqlə malik olması üçün birkonturlu sxemdən (şəkil 1.6) istifadə olunur. Belə sxemlərdə qaynadıcı növlü reaktorlar tətbiq olunur. Burada su buxarı istilikayırtıcı elementdə qızdırılır və sonra isə buxar turbininə daxil olur.

Reaktorda (1) alınmış su buxarı zəif radioaktivliyə malik olduğundan buxar turbinini (2, 3), kondensator (4) və digər avadanlıqlar üçün bioloji müdafiə divarları lazım gəlmir və ancaq reaktorun özü izolə olunur.

Birkonturlu AEC sxemlərində çox zaman həm də qaz istilikdaşıyıcılarından istifadə olunur. Belə sistem qapalı qaz turbin qurğuları tsikli üzrə işləyir.

Qaz turbinli atom stansiyasının prinsipial sxemi şəkil 1.7-də göstərilmişdir.

Qaz kompressor (2) vasitəsi ilə reaktora (1) vurulur və burada verilmiş təmə ratura qədər qızdırılaraq qaz turbininə (3) verilir.



Şəkil 1.7. Qaz turbin - generatorunun sxemi.

İşlənmiş qaz soyuducuda (4) soyudulur və yenidən kompressora (2) daxil olur.

Bütün atom energetik qurğularının əsas xüsusiyyətlərindən biri budur ki, verilmiş reaktorun istilik gücünü çox böyük hədlərdə dəyişmək olur.

Reaktorun maksimal istilik gücü istilikayırcı element örtüyünün yol verilən temperaturu ilə təyin olunur. Bu temperatur isə soyuma intensivliyindən asılı olur. Alüminium və maqnezium ərintilərindən ibarət örtüklər üçün yol verilən temperatur 400-450°C, paslanmayan polad örtüklər üçün isə bu temperatur 600°C-ə qədər olur. Bəzən daha maksimal temperatur (800-1000 °C-ə qədər) intervalında işləyə biləcək örtüklü reaktorlar buraxılır.

İstilik gücünü məhdudlaşdıran faktorlardan biri də nüvə yanacağıının faza çevrilməsi ilə əlaqədar olan temperatur həddidir. Məs., metal halında olan uranda

$t=600^{\circ}\text{C}$ –də α fazasından β fazasına keçid başlanır. Uran 2-oksidi (UO_2) üçün temperaturun göstərilən həddi onun ərimə (2760°C) temperaturuna bərabər olur. İstifadə olunan istilikdaşıyıcıların istilikayırcı örtüklərin və tətbiq olunan qurğuların sxemlərinin müxtəlifliyinə görə Atom Elektrik Stansiyalarının termodinamiki tsiklləri də müxtəlif olur.

Atom stansiyasının f.i.ə. aşağıdakı kimi tapılır:

$$\eta = Q_i \cdot \eta_{b.k.} \cdot \eta_t \cdot \eta_{n.i.} \cdot \eta_{m.k.} - \Delta N_{x.m.} / Q_n$$

burada: Q_i – reaktorun istilik gücü; $\eta_{b.k.}$ – buxar generatorunun f.i.ə.; η_t – tsiklin termiki f.i.ə.; $\eta_{n.i.}$ – turbinin daxili nisbi f.i.ə.; $\eta_{m.k.}$ – turbinin mexaniki f.i.ə. ilə generatorun f.i.ə. hasilidir; $\Delta N_{x.m.}$ – stansiyada xüsusi məqsədlər üçün istifadə olunan elektrik enerjisi sərfidir.

Bəzən f.i.ə. belə də tapılır:

$$\eta = \eta_t \cdot \eta_{n.i.} \cdot \eta_{m.k.} \cdot \eta_{x.m.}$$

burada $\eta_{x.m.}$ – xüsusi məqsədlər üçün f.i.ə. adlanır.

Stansiyanın növündən asılı olaraq f.i.ə-ları aşağıdakı hədlərdə olur:

$$\eta_t = 0,2 - 0,5; \quad \eta_{n.i} = 0,75 - 0,85; \quad \eta_{m.k} = 0,94 - 0,98; \quad \eta_{x.m} = 0,8 - 0,97$$

Stansiyanın elektrik gücü

$$N_E = Q_i \cdot \eta = Q_i \cdot \eta_t \cdot \eta_{n.i} \cdot \eta_{m.k} \cdot \eta_{x.m}$$

İstilikdaşıyıcısının aldığı istilik miqdarı

$$Q_i = K_i \cdot f \cdot \Delta t_{or}$$

kimi təyin olunur.

burada K_i – nüvə yanacağından istilikdaşıyıcısına istilik ötürmə əmsalı;

f - yuyulan səthin sahəsi; $\Delta t_{or} = T_{o.or} - T_{i.or}$ - istilikayırcı elementin və istilikdaşıyıcının temperaturlar fərqi və ya orta temperatur basqısı adlanır.

Orta temperatur basqısının (Δt_{or}) asılılığı istilikayırcı element üçün istilik balansı tənliyi vasitəsi ilə aşağıdakı kimi verilir:

$$K_i \cdot f \cdot \Delta t_{or} = g_i \cdot C_{r.m} \cdot \Delta T_i$$

burada g_i – baxılan elementdən keçən; $C_{r.m}$ – istilikdaşıyıcısının orta istilik tutumu; ΔT_i – istilikayırcı elementdə qızan istilikdaşıyıcının temperatur artımıdır.

Reaktorun ümumi istilik gücü belə təyin olunur:

$$Q_i = K_R \cdot K_i \cdot F (T_{o.or} - T_{i.or})$$

burada K_R – reaktorun radiusu boyu istilik ayrılmasının qeyri-bərabərlik əmsalı; F – reaktorun istilikayırcı səthinin sahəsidir.

Yuxarıda deyilənlərə əsasən atom elektrik stansiyası tsikllərinin aşağıdakı xüsusiyyətlərini ifadə edən nəticələri göstərə bilərik:

1. Atom elektrik stansiyasının istilik və elektrik gücü əsasən iki faktordan – reaktorun istilik gücündən (Q_i) və istilik mühərriki tsiklinin termiki f.i.ə.-dan (η_t) asılıdır.

2. Dəyişən (Q_i) faktorlu reaktorlarda tsiklə istilik verilməsinin orta temperaturunun optimal qiyməti ($T_{1\text{ or.opt.}}$) olur və bu qiymət atom qurğusunun elektrik gücünün maksimum alınmasını təmin edir.

3. Reaktorun istilik gücü (Q_i) və atom qurğusunun əldə edilə biləcək elektrik gücü istilikayırıcı elementin yekun temperatur ($T_{o.y.}$) nə qədər çox olarsa, (Q_i)-də bir o qədər çox olar. Tsikldə ($T_{1\text{ or.opt.}}$) temperaturunun artması ilə qurğunun elektrik gücü və optimal f. i. ə. artır.

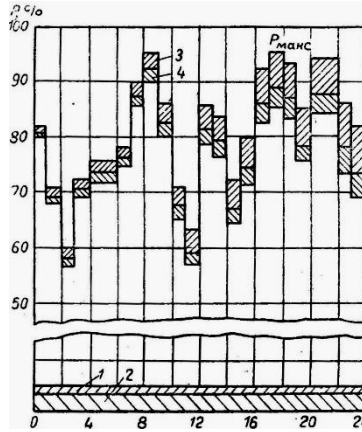
Elektrik stansiyaları, yarımstansiyaları və sistemin yük qrafiklərinin qurulma üsulları

Yuxarıda göstəriləni kimi, elektrik stansiyaları (yarımstansiyaları) işlədiyi zaman, onun gücünün bir hissəsi işlədicilərə enerji verilişində baş verən itkilərin, digər hissəsi isə stansiyaların xüsusi elektrik enerji ehtiyacının ödənilməsinə sərf olunur.

Buna görə elektrik stansiyalarının (yarımstansiyalarının) tam yükü zamanın hər hansı anı üçün üç yükün cəmi ilə təyin edilə bilər. Həmin yüklər bunlardır: 1) bütün işlədicilərin yükləri; 2) enerjinin paylanması zamanı şəbəkə və transformatorlarda baş verən güc itkiləri və 3) xüsusi ehtiyac yükləri.

Beləliklə, stansiyaların (və ya yarımstansiyalarının) ümumi gündəlik qrafiki ya eyni miqyasla tərtib edilən: 1) bütün müxtəlif növlü işlədicilərin qrafiklərini; 2) şəbəkə və transformatorlardakı güc itkilərindən alınan yük qrafiklərini və

3) xüsusi ehtiyac qrafiklərini bir-birinin üzərinə qoyub bütün bu qrafiklərin saatlar üzrə uyğun ordinatlarını tapıb cəmləməklə, ya da hər işlədici qruplar və xüsusi ehtiyac üçün, habelə şəbəkə və transformatorlarda güc itkilərinə saatlar üzrə uyğun yüklərin qiymətləri yazılan cədvəllər tərtib etməklə alına bilər.



Şəkil 1.8. Elektrik yüklərinin təyin etmə qrafiki.

Stansiyanın ümumi elektrik yük qrafikini qurduqda, işlədicilərə enerji verilməyə baş verən güc itkisinin sabit hissəsini (1-ci xətt) və xüsusi ehtiyac gücünün sabit hissəsini (2-ci xətt) absis oxu boyunca sabit ordinat şəklində, şəbəkənin bütün elementlərində güc itkisinin dəyişən hissəsini (3-cü xətt) və stansiyanın xüsusi ehtiyacına sərf olunan gücün, dəyişən hissəsini (4-cü xətt) isə uyğun olaraq işlədicilərin ümumi yüklərinin ordinatları üzərində əlavə etmək lazımdır (şəkil 1.8).

Beləliklə, saatlar üzrə bütün yüklərin ümumi qiyməti, stansiyanın (və ya yarımstansiyanın) tam ümumi gündəlik yük qrafikinə uyğun ordinatın ölçüsünü verir. Yarımstansiyanın yük qrafikini qurduqda, xüsusi ehtiyac sərfi çox kiçik olduğundan nəzərə alınmır.

Elektrik sisteminin aktiv yük qrafikinın qurulma ardıcılığı eyni qalır, ancaq yükləri, güc itkilərini stansiyanın xüsusi ehtiyacına sərflənən gücü bütün sistem üçün götürmək lazımdır: elektrik stansiyasının (və ya yarımstansiyasının) perspektiv yük qrafiklərini qurduqda il üzrə elektrik enerjisi tələbatının artımını aşağıdakı %-lə göstərilmiş rəqəmlərə uyğun surətdə nəzərə almaq lazımdır:

Kommunal yükləri	5-10 %
Sənaye yükləri	12-20 %.

İllik yük qrafikləri

İki növ illik yük qrafiki vardır:

1. Davamiyyət müddətinə görə illik yük qrafiki.
2. Aylıq maksimum yüklərə nəzərən illik yük qrafiki.

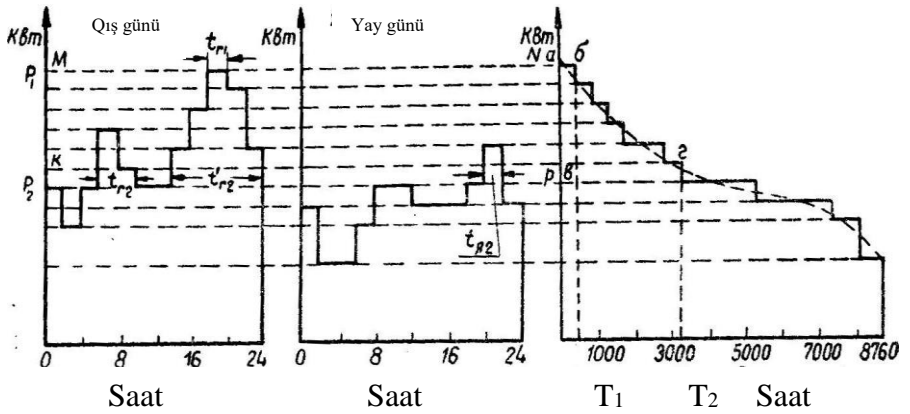
Davamiyyət müddətinə görə illik yük qrafiki

Bu qrafik qiyməti getdikcə azalan qaydada yerləşdirilmiş saatlıq yükün dəyişməsinə və bunlardan hər birinin il ərzində ümumi davamiyyətini göstərir. Absis oxu üzrə 0-dan 8760 saata qədər ilin saatları, ordinat oxu üzrə kilovatla yüklər göstərilir.

Elektrik stansiyası, yarımstansiyası və sistem layihələndirilən zaman bu növ qrafik:

- 1) illik elektrik enerji istehsalını təyin etməyə;
- 2) stansiyanın illik yanacaq sərfi və f.i.ə-ni təyin etməyə;
- 3) texniki-iqtisadi hesablamalarda stansiya (və ya yarımstansiya) generatorları və transformatorlarının güc və saylarının seçilməsində, şəbəkə və transformatorlarda elektrik enerjisi itkisinin təyində və s. istifadə etməyə imkan yaradır.

Davamiyyət müddətinə görə illik yük qrafikini tam dəqiqliklə qurmaq üçün, bir ildə olan 365 günün gündəlik qrafikindən istifadə etmək lazımdır. Eyni saatlıq yük üçün, onların davamiyyəti bütün 365 gün üzrə toplanması və sonra yüklər getdikcə azalan qayda üzrə, yuxarıda göstəriləyi kimi, illik qrafikdə yerləşdirilməlidir. Lakin belə üsul həddindən artıq əmək sərfi tələb etdiyindən praktikada tətbiq edilmir. Buna görə, illik qrafiki davamiyyət müddətinə görə qurmaq üçün sadə və kifayət qədər dəqiq olan üsul geniş yayılmışdır. Bu üsul ondan ibarətdir ki, qış və yay günləri üçün xarakterik olan iki yük qrafiki (şəkil 1.9) götürülür. Belə ki, qış qrafiki üçün, ilin ən qısa gününə uyğun ən böyük yükü olan qrafik, yay üçün isə, ən uzun günə uyğun ən böyük yükü olan qrafik seçilir.



Şəkil 1.9. Sutkalıq və illik yük təqribi qrafikləri.

P_2 gücünün illik ardıcılığı: KP xətti qış və yay günlərinin qrafiklərini kəsir.

Bu yüklə stansiya qış günlərində $t_{r2} + t'_{r2}$ saat, yay günlərində t_{y2} saat işləyir; bir ildə $T_2 = (t_{r2} + t'_{r2}) \cdot 213 + t_{y2} \times 152$

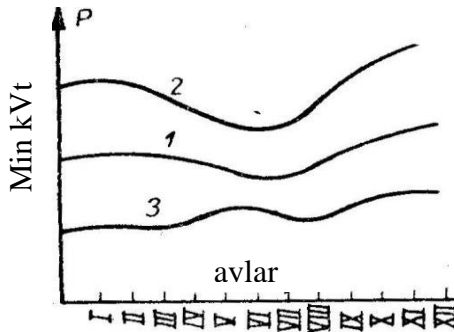
saat işləyir. Alınan qiyməti (vq) xətt parçası şəklində illik qrafikdə qeyd edirlər.

Qurmanı bu qayda ilə davam etdirib, pilləli qırıq xətlər şəklində illik qrafik almış olublar. İllik qrafiki əyri şəkildə də çəkmək olar, ancaq elə edilməlidir ki, bu əyri ilə hüdudlanmış sahə pilləli xətlə hüdudlanmış sahəyə bərabər olsun.

Əgər illik qrafikin qurulmasının dəqiqliyinin daha da artırılması tələb olunarsa, onda baxılan mövsüm, gündəlik qrafiklərin sayını artırmaq lazımdır, məsələn qış–91 gün, yay – 91 gün, və yaz-payız günləri–183 gün. İşlədicilər üçün də illik qrafik qurmaq olar.

Aylardakı maksimum yüklərə nəzərən illik yük qrafiki

İllik qrafikin bu növü uyğun aylar üçün maksimal yüklərin ilin aylarından asılı olaraq dəyişməsini göstərir. Bunu qurmaq üçün keçmiş illərdəki yüklərin qiymətlərindən istifadə olunur, yükün gözlənilən artımını və yeni tələbedicilərin qoşulması nəzərə alınır. Absis oxu üzrə (şəkil 1.10) ilin ayları, ordinat oxu üzrə isə uyğun ay üçün maksimal yük (kilovatla) göstərilir.



Şəkil 1.10. Tələbedicilərin illik güclərinin dəyişmə qrafiki.

Yay vaxtı qrafikdə kəskin azalma bu dövrdə işıqlandırma yükünün aşağı düşməsi ilə izah olunur. İlin axırlarında yükün artması yeni işlədicilərin qoşulması ilə əlaqədardır. Bu qrafikin forması sistemə bağlanmış işlədicilərin tərkibindən asılıdır. Məişət yükü çox olan iri şəhərin energetik sistemi üçün yay aylarında işıq yükünün bir qədər azalması ilə əlaqədar olaraq, yükün kifayət qədər kəskin azalması xarakterikdir (2-ci əyri).

Sənaye yükünə malik olan energetik sistem üçün yükün aşağı düşmə qiyməti azdır (1-ci əyri). Nəhayət, yay yük düşküsi olmayan, məsələn, mövsüm yükünə malik olan energetik sistemlər torf istehsalının böyük yükü, kənd təsərrüfat yükləri və s. də ola bilər (3-cü əyri). Bu əyriyə göstəriləni kimi, ilin axırlarında yükün artması yeni işlədicilərin qoşulmaları ilə izah olunur. Bu qrafik aktiv və reaktiv yüklər üçün qurulur. Aylardakı maksimum yüklərə görə illik qrafikin qurulması elektrik stansiya və sistemlərinin istismarındakı bəzi məsələləri həll etmək üçün lazımdır. Belə ki, məsələn, bu qrafiklərə əsasən tələb olunan güc su selinin gücü ilə əlaqələndirilir. Yük qrafikləri mövsümi tənzim məsələlərini həll edir (hidrostansiyalar üçün) ilin hansı dövründə və hansı müddətdə stansiyanın bu və ya digər aqreqatını, yaxud yarımstansiyanın transformatorunu plan üzrə təmirə çıxarmaq lazım gəldiyini müəyyən edir.

Energetik sistemdə bir neçə stansiyanın paralel işlədiyi vaxtlarda həmin qrafiklər elektrik stansiyalarının bütövlükdə planlı təmirinə nə vaxt və hansı müddətdə başlamasının mümkün olduğunu müəyyən edir.

Sistemdə tezliyin saxlanması üsulları haqqında anlayış

Məlum olduğu kimi istənilən energetik sistemin qararlaşmış iş rejimi elektrik stansiyalarının generasiya etdikləri güc (P_g) ilə tələbedicilərin qanuni bərabərliyi ilə xarakterizə olunur. Bu halda turbinin fırlanma bucaq sürəti və

energetik sistemdə dəyişən cərəyanın tezliyi sabit qalır ($f_n=50$ Hz).

İstismar təcrübəsi bəzi buxar turbinlərinin hətta 49-49,5 Hz tezliklə də uzun müddət işləməsinin qorxulu olduğunu göstərmişdir. Belə ki, buxarın turbin kürəklərinə təsirindən alınan tezlik onların mexaniki rəqsi ilə rezonansa gələrək kürəkləri işdən çıxara bilər. Buna görə energetik sistemdə normal tezliyi təmin etməyin və ya elektrik generatorlarının normal fırlanma sürətlərini saxlamağın böyük əhəmiyyəti vardır.

Energetik sistemdə tezliyi iki üsulla sabit saxlamaq mümkündür:

- 1) sistemdəki ehtiyat gücün səfərbərliyə alınması ilə;
- 2) işlədicilərin bir hissəsinin açılması ilə.

Göstərilən üsulları aşağıdakı kimi izah etmək olar. P_g və ya P_y güclərinin qəfildən dəyişmələri güc balansını pozur və energetik sistemdə cərəyanın tezliyi dəyişir. Məsələn, generasiya olunan güc (P_g) azalsa, energetik sistemdə $P_y - P_g = P_\zeta$ qədər güc çatışmazlığı əmələ gəlir. İşdə qalan generatorlar tormozlanmağa və energetik sistemdə tezlik aşağı düşməyə başlayır. Bu halda turbinin tezlik və sürət tənzimçiləri işə düşür və çatmayan gücü ödəmək üçün bağlanmış ehtiyat generator gücünə P_{eh} əsasən tezliyi tənzimləyir, müəyyən müddətdən sonra energetik sistemdə normal tezlik bərpa olunur. Əgər ehtiyat generatorun gücü aşılacaq gücü ödəmək üçün kifayət deyilsə ($P_{eh} < \Delta P_g$), onda ($P_q = \Delta P_k - P_{eh}$) çatışmayan güc nəticəsində energetik sistemdə tezlik normal qiymətə qədər bərpa olunmur. Eyni tarazlıq şərti tezliyin azalması hesabına işlədicilərin gücü azalaraq (P'_y) generatorların azalmış gücünə bərabər olur, yəni ($P'_y = P'_g = P_g - P_\zeta$).

Xətlərdəki yüklər adətən qarışıq olduğuna görə energetik sistemin yükünü bu üsul ilə azaltdıqda açılan işlədicilərin müxtəlif məsuliyyət daşdıqlarını nəzərə almaq çətin olur.

Gələcəkdə, energetik sistemlərdə qəza baş verəcəyi hallarda yükün avtomatik azaldılması üsulunu bilavasitə işlədicilərin özündə daha az məsuliyyətli tələbecilərin açılması ilə aparmaq lazımdır. Bu məsul işlədicilərin texnoloji proseslərini pozmadan energetik sistemdə yükün avtomatik azaldılmasını təmin edir.

II FƏSİL

GENERATORLAR

Ümumi məlumat

Elektrik stansiya və yarımstansiyalarının əsas avadanlıqları sırasına generatorlar və transformatorlar daxildirlər.

Böyük qurğularda üstünlük qazanan, bizdə və Avropada tezliyi 50 Hs, ABŞ-da isə tezliyi 60 Hs olan üç fazalı sinxron generatorlar tətbiq edilir.

Bilavasitə buxar və ya qaz turbininə bağlanmış generator-turbogenerator, hidravlik su turbininə bağlanan generator isə hidrogenerator adlanır.

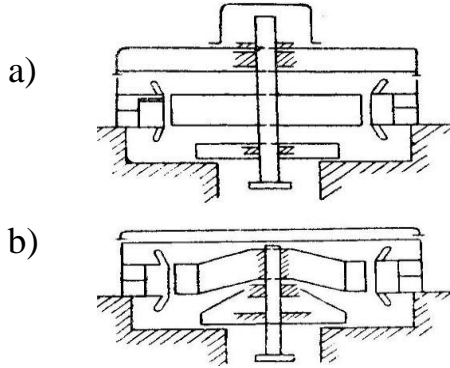
Buxar və ya qaz turbininin xüsusiyyəti onun iti sürətli olmasıdır. Fırlanma sürəti böyük olduqda turbin yığcam, buxarın və qazın təzyiqi və temperaturu yüksək olduqda isə çənaətli olur. Buna görə də turbinlər yüksək fırlanma sürətli hazırlanır. Məlum olduğuna görə fırlanma sürətinin (n) qütblər sayından (p) və tezlikdən (f) asılılığı $n=60f/p$ ilə təyin edilir. Tezliyi 50 Hs və bir cüt qütblü turboaqreqatın ən böyük mümkün olan fırlanma sürəti – 3000 dövr/dəq. 60 Hs tezlikdə isə 3600 dövr/dəq olur.

Hidrogeneratorun konstruksiyası turbogeneratorun konstruksiyasından kəskin sürətdə fərqlənir. Bu generator su turbini ilə, yəni valı şaquli vəziyyətdə yerləşdirilmiş kiçik sürətli maşınla fırlandırılır. Buna görə müasir hidrogeneratorlar da şaquli vallı hazırlanır və aydın qütblü maşın növü hesab olunur. Bundan başqa fırlanma sürətinin az olması maşının vahid gücə düşən ölçü və çəkisinin eyni gücdə olan turbogeneratorun ölçü və çəkisindən daha çox alınmasına səbəb olur.

Axır vaxtlara qədər asma tipli hidrogeneratorlar konstruktiv tiplilərdən üstün yer tuturdu. Son vaxtlar isə asma

tipinə nəzərən bir sıra üstünlükləri olan çətir tipli hidrogenerator geniş yayılmışlar.

Asma tipli hidrogeneratorlarda dabanlıq rotordan yuxarı olan çarpaz üzərində yerləşdirilir. Generatorun iki normal istiqamətləndirici yastığı vardır – birisi yuxarı çarpazda, digəri isə aşağı çarpazda (şəkil 2.1 a).



Şəkil 2.1. Asma və çətir tipli generatorların quraşdırılma sxemləri.

Çətir tipli generatorlarda (şəkil 2.1 b) dabanlıq rotorun altında olan aşağı çarpaz üzərində yerləşdirilir.

Generatorun normal olaraq aşağı çarpazda yerləşən bir istiqamətləndirici yastığı vardır. Burada, sistemə böyük dayanıqlıq vermək üçün qütb çarxının ağırlıq mərkəzini bir qədər aşağı endirməklə ona çətir forması verilir ki, həmin tipin adı da bununla izah olunur.

Çətir tipli generatorların asma tipə nisbətən üstünlükləri bunlardır:

1) Şəkil a və b-da çarpazların müqayisəsindən görüldüyü kimi, yük daşıyan çarpazların çəki və ölçüləri azaldılmışdır;

2) rotor qurğusunun dabanlıqdan ayrı qoyulmasının mümkün olması kranın qaldırma hündürlüyünün və beləliklə də binanın hündürlüyünün azaldılmasına imkan yaratmışdır;

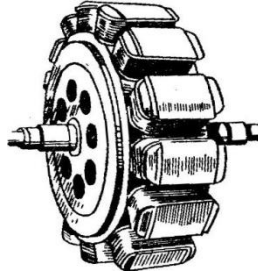
3) yalnız bir istiqamətləndirici yastıqdan istifadə edilməsi mümkün olmuşdur;

4) dabanlıq çox asanlıqla sökülüb-quraşdırılır.

Böyük güclü hidrogenatorların konstruksiya edilməsində ən çətin məsələlərdən biri dabanlığın hazırlanmasıdır.

Həqiqətən də, yeni konstruksiyalarda daban üzərinə düşən yük, generatorun fırlanan hissələrinin çəkisini və suyun reaksiyasını da nəzərə alıqda, bir neçə min tona çatır.

Turbogeneratorun rotorundan fərqli olaraq, hidrogenatorun rotoru (şəkil 2.2) ayrı-ayrı hissələrdən hazırlanır.



Şəkil 2.2. Qütbləri aydın görünən hidrogenatorun rotorunun konstruktiv sxemi.

Onun sağanağı təbəqə poladdan yığılmışdır. Dolaqlarla qütblər ayrılıqda hazırlanıb, sonra sağanağa bərkidilir.

Böyük güclü və yavaş sürətli hidrogenatorların rotorlarının qütblər sayı çoxdur. Məsələn dövrlər sayı 62,5 dövr/dəq olan rotorun 96 qütbü olur.

Təsirləndirici adətən hidrogenatorla bir val üzərində olub, ondan yuxarıda yerləşdirilir. Xüsusi hallarda təsirləndiricinin üstündə köməkçi təsirləndirici də qoyurlar. Çox hallarda valın lap yuxarısında hidroturbinin sürət tənzimçisini bəsləyən “nazımçarxlı” generator adlı köməkçi generator qoyulur.

Sinxron generatorların təsirləndirmə sistemi

Sinxron maşınların etibarlı işi onun təsirlənmə sistemindən çox asılıdır. Çünki təsirlənmə sisteminin zədələnməsi generatorun şəbəkədən açılmasına səbəb olur. Buna görə də sinxron maşınlarda ən məsul element onların təsirlənmə sistemidir. Sinxron maşının turbogenerator, hidrogenerator, kompensator və ya mühərrik olub-olmamağından asılı olmayaraq, təsirlənmə sistemi aşağıdakı tələbləri ödəməlidir:

1) təsirlənmə sistemi elə hazırlanmalıdır ki, xarici şəbəkənin təsirinə uğramasın;

2) təsirlənmə sistemi təsirləndirmənin gücləndirilməsini təmin etməlidir. Bu halda təsirlənmənin cərəyan və gərginliyi maksimal (tavan) qiymətə çatmalı, təsirlənmənin maksimal qiymət alma vaxtı isə minimal olmalıdır.

Göstərilən tələblərin yerinə yetirilməsi sinxron maşının işinin etibarlılığını artırır, maşının və energetik sistemin dayanıqlığını yüksəldir.

Təsirlənmə üsulları aşağıda göstərilən sistemlərdə olur:

- a) bilavasitə təsirlənmə sistemi;
- b) dolaylı təsirlənmə sistemi.

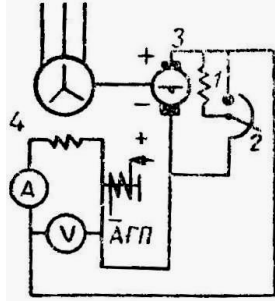
Bilavasitə təsirlənmə sistemi

Belə təsirlənmə sistemi bilavasitə sinxron maşının valı üzərində yerləşdirilmiş təsirləndirici (sabit cərəyan generatoru) vasitəsi ilə həyata keçirilir. Belə sistem çox hallarda sinxron generator və kompensatorlar üçün tətbiq edilir.

Təsirləndirici sifəti ilə paralel təsirlənən sabit cərəyan maşınları işlədilir. Çox az hallarda qarışıq təsirlənən təsirləndiricilərdən istifadə olunur.

Təsirləndiricinin gücü generator gücünün 0,3-1 % və daha çox faizini təşkil edir (az faiz – böyük güclü generatorlar

üçün); təsirləndiricinin gərginliyi 60-500V (turbogeneratorlar üçün adətən 110-220V) qəbul edilir. 3-cü şəkildə sinxron generator və kompensatorun bilavasitə təsirləndirilməsinin normal sxemi göstərilmişdir. Maşının təsirlənməsini rotor dolağındakı (4) cərəyanı əllə tənzim etmək üçün təsirləndiricinin (3) təsirlənmə dövrəsində (1) şunt reostatı (2) qoyulmuşdur.



Şəkil 2.3. Paralel təsirlənən sinxron generatorun sxemi.

Maşının təsirlənmə dövrəsində, yəni təsirləndirici ilə generator arasında sahə söndürən avtomatdan (АПИ) başqa heç bir kommutasiya aparatı (qoruyucu və vurucu) qoyulmur. Rotor dövrəsindəki ampermetr təsirlənmə cərəyanını ölçmək üçündür.

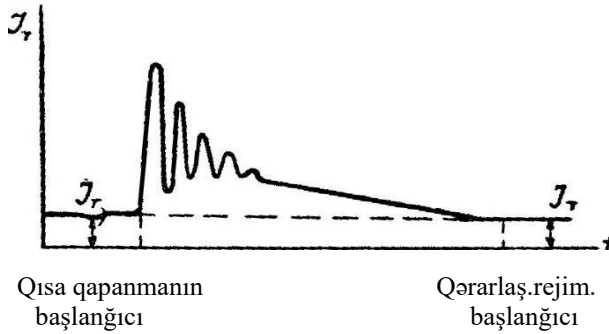
Voltmetr isə maşını işə saldıqda təsirləndiricidə gərginliyin dəyişməsinə nəzarət etmək və maşının təsirlənməsinə sərf olunan gücü təyin etmək üçün istifadə olunur.

Bilavasitə təsirləndirmənin üstün cəhəti ondan ibarətdir ki, xarici dövrədə baş verən qəza təsirləndiricinin işinə təsir etmir. İstismar təcrübəsinin göstərdiyinə görə yaxşı layihə edilmiş və keyfiyyətli quraşdırılmış təsirləndiricilər tamamilə etibarlı işləyir.

“Электросила” zavodunun yeni seriyalı təsirləndiriciləri özlərini işdə daha yaxşı göstərmişlər. Belə təsirlənmə sisteminin (təsirlənmənin gücləndirilmə quruluşunu tətbiq etmədən) çatışmayan əsas cəhəti təsirləndiricinin xarici xarakteristikasının ($U_t = f(I)$) dayanıqlı olmamasıdır.

Məlumdur ki, üç fazlı qısaqapanma zamanı (təsirlənmə gücləndirilmədən) stator cərəyanı və onunla da lövbər reaksiyası artır. Bunun nəticəsində generatorun təsirlənmə dövrəsində yaranan sərbəst cərəyan, təsirləndiricinin əsas cərəyanı üzərinə əlavə olunur və birinci anda maqnit selini sabit saxlamağa çalışır.

Generatorun rotorunun ümumi cərəyanı o qədər artır ki, (şəkil 2.4) qısaqapanma anında lövbər reaksiyasının qəfildən artmasını ödəmək mümkün olsun.



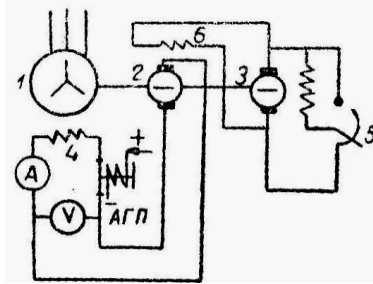
Şəkil 2. 4. Qısaqapanma cərəyaanının dəyişmə qrafiki.

Öz-özünə təsirlənmə zamanı rotor cərəyanının belə qəfildən artması təsirləndiricinin sıxaclarında gərginliyin azalması nəticəsində (lövbərdə böyük gərginlik itkisi və təsirləndiricinin lövbər reaksiyası təsirləndiricinin təsirlənmə cərəyanının azalmasına səbəb olur. Bu isə öz növbəsində rotorda məcburi təsirlənmə cərəyanının azalmasına və beləliklə də generatorun e.h.q.-nin azalmasına səbəb olur.

Generatorun e.h.q.-nin azalması, onun paralel işləməsi dayanıqlılığının azalmasına səbəb olur ki, bu şəraitdə də generator sinxronizmdən çıxıb bilər.

Bu çatışmazlığı aradan qaldırmaq məqsədi ilə, yəni generatorların paralel işləmələrinin dayanıqlılığını artırmaq

üçün, əvvəllər güclü generatorlarda e.h.q.-ni tez qaldıra bilən kaskad təsirlənmədən istifadə edirdilər. Belə təsirlənməyə nail olmaq üçün baş generator (1) ilə (şəkil 2.5) ümumi bir val üzərində qurulmuş təsirləndirici (2) ilə yarım təsirləndiricidən (3) istifadə edilir. Yarım təsirləndiricinin şunt tipli olub, bilavasitə təsirləndiricinin təsirlənmə dolağını (6) bəsləyir.



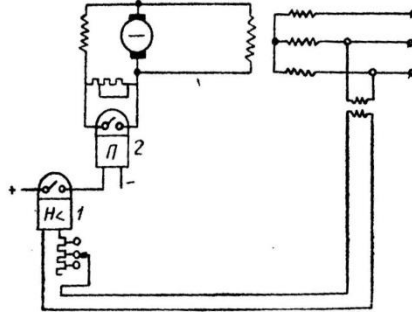
Şəkil 2.5. Kaskad tipli təsirləndirilən sinxron generatorun sxemi.

Bu halda sahə söndürən avtomat generatorun təsirlənmə dövrəsinə (4) qoşulur. Baş generatorun gərginliyi yarım təsirləndiricinin təsirlənmə dövrəsinə qoyulmuş şunt reostatı (5) vasitəsi ilə tənzim edilir.

Yarım təsirləndirici olan təsirləndirici maşının xarakteristikası dayanıqlıdır. Yarım təsirləndiricilərin turbogeneratorlarda tətbiqi özünü doğrultmamışdır. Bu halda aqreqatın konstruksiyası mürəkkəb, onun dəyər və qabarıqları isə böyük alınır.

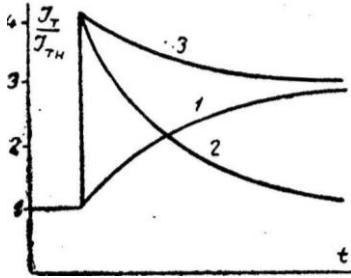
Son 15 il ərzində generatorların paralel işləmələrinin dayanıqlığını artırmaq üçün daha etibarlı quruluşdan, təsirlənmənin gücləndirilməsindən istifadə edilir.

İndi isə təsirlənmə gücləndiricisi olduqda rotor cərəyanının dəyişməsinə baxaq. Qısa qapanma zamanı generatorun gərginliyinin aşağı düşməsindən təsirlənməni gücləndirən quruluş (şəkil 2.6) hərəkətə gəlir və təsirlənmə dövrəsindəki reostatın müqavimətini qısa bağlayır.



Şəkil 2.6. Rotorun təsirlənmə gücləndiricisinin sxemi.

Bu zaman təsirləndiricinin təsirlənmə dolağı tam gərginliyə qoşulur. Təsirləndiricinin verdiyi cərəyan öz maksimum qiymətinə qədər artmağa başlayır (şəkil 2.7-də *I* əyrisi). Rotorun tam cərəyanı (3 əyrisi) təsirlənmə dolağında yaranan sərbəst cərəyanla (2 əyrisi) təsirləndiricinin verdiyi cərəyanın cəminə bərabər olur.



Şəkil 2.7. Təsirlənmə gücləndiricisinin generatoru işinə təsirinin qrafiki təsviri.

2.7-ci şəkildəki ayrılardan görünür ki, təsirlənmənin gücləndirilməsi maqnit selini və beləliklə də generatorun e.h.q.-ni artırır. Qısa qapanma zamanı maqnit selini sabit saxlamaq üçün, təsirləndirici cərəyanı elə gücləndirmək lazımdır ki, o qısa qapanma anında rotorun tam cərəyanına bərabər olsun. Bu şərti təmin etdikdə generatorun e.h.q.-si sönmür.

Beləliklə, təsirlənməni gücləndirmə quruluşu olan bilavasitə təsirlənmə sistemi tətbiq etdikdə, sistemdə qısa qapanma baş verən zaman generatorların paralel işləməsinin dayanıqlığını artırmağa imkan yaranır.

Hidrogeneratorlar üçün həm bilavasitə, həm də dolayı təsirlənmə sistemləri geniş tətbiq olunur.

Dolayı təsirlənmə sistemi

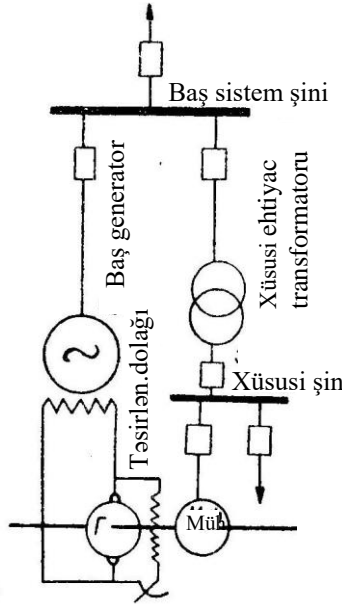
Bu sistemdə təsirlənmə asinxron və ya sinxron intiqalı olan sabit cərəyan generatoru və bərk düzləndiricilərlə həyata keçirilir.

Dolayı təsirlənmədə asinxron və ya sinxron mühərriki qidalandırmaq üçün xüsusi eytiyatın ümumi şəbəkəsindən (şəkil 2.8), eləcə də baş hidrogeneratorla bir val üzərində qoyulmuş köməkçi sinxron generatordan istifadə edilir (şəkil 2.9).

Hər iki qidalandırma sxemi istismarda özlərini pis göstərmişdir. Məsələn, baş generatorun qoşulduğu xarici dövrədə qısa qapanma halına baxaq. Qısa qapanma anında stator cərəyanı və onun maqnitləşdirmə təsiri kəskin surətdə artır. Bu səbəbdən təsirlənmə dolağında cərəyan o dərəcəyə qədər artır ki, əsas maqnit selini qısa qapanmanın birinci anında sabit saxlayır.

Təsirləndiricinin lövbər dolağından qapanan təsirlənmə cərəyanının artması, onun valında ani olaraq tormozlayıcı momentin artmasına, bu da öz növbəsində asinxron mühərrikdə sürüşmənin artmasına səbəb olur.

Asinxron mühərrikdə sürüşmənin artması onun tələb etdiyi cərəyanın kəskin surətdə artmasına, bu da öz növbəsində köməkçi xüsusi ehtiyac generator və ya transformatorların da gərginlik itkisinin çoxalmasına, bunun nəticəsində mühərrikin fırlandırıcı momentinin uyğun surətdə azalmasına və sürüşmənin daha çox artmasına səbəb olur.



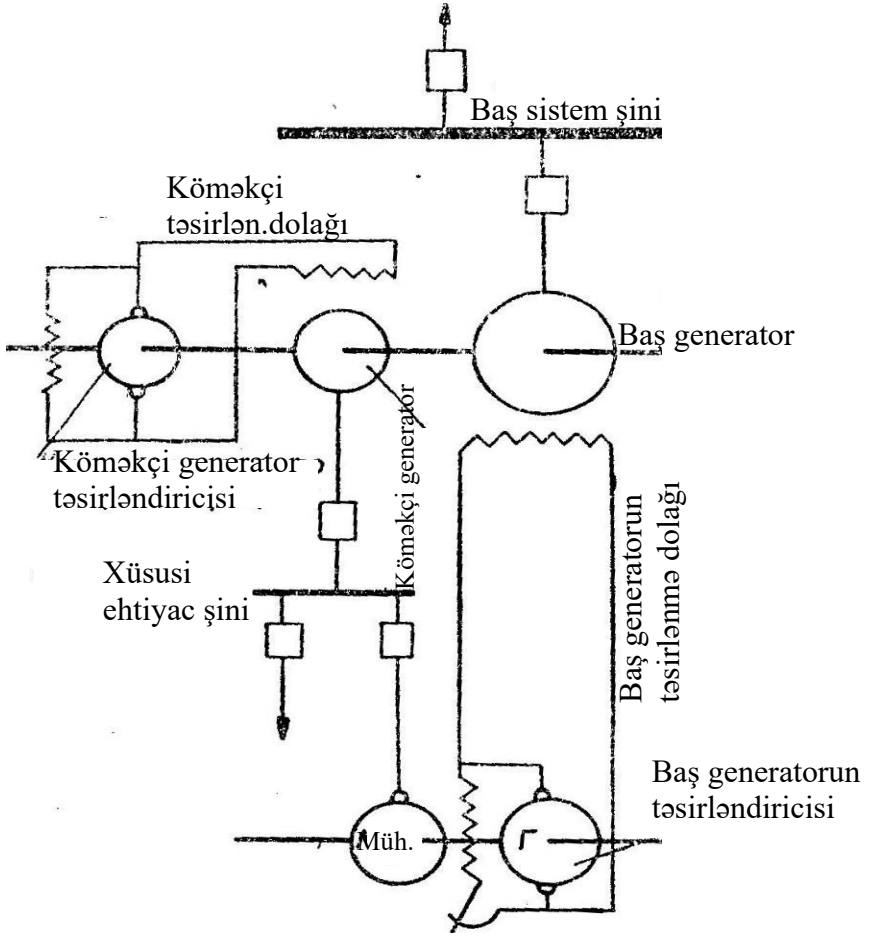
Şəkil 2.8. Dolyı təsirləndirmə sinxron generatorun sxemi.

Bu hadisə cərəyanın yenidən artması və gərginliyin azalması ilə nəticələnir. Qısa qapanma zamanı şəbəkədə gərginlik aşağı düşür və təsirləndirmənin gücləndiricisi işləyir, bunun nəticəsində təsirlənmə cərəyanı və uyğun sürətdə asinxron mühərrikin valında tormozlayıcı moment artır. Qeyd etmək lazımdır ki, təsirlənmə ikiqat gücləndirildikdə təsirlənmənin gücü dörd dəfə artır. Beləliklə, təsirlənmə cərəyan və gərginliyinin, artması tormozlayıcı momentin çox artmasına səbəb olur. Fırlanma sürətini azaltdıqda təsirləndiricidə cərəyan azalır, bununla da əlaqədar olaraq təsirlənmənin gücləndirilməsi effekti azalır.

Etibarlılığı bir qədər artırmaq üçün nazimçarxı olan mühərrik – generatordan istifadə etmək olar.

Nazimçarxın nazim momenti düzgün seçildikdə, asinxron mühərriki qidalandıran şəbəkədəki gərginlik tam yoxa

çıxdıqda, belə generatorun təsirləndirilməsi bir neçə saniyə təmin edilə bilər.



Şəkil 2.9. Asinxron mühərrik – generatorla təsirlənən sinxron generatorun sxemi.

Nəhayət, qeyd etmək lazımdır ki, daha etibarlı təsirlənmə sistemi bilavasitə təsirlənmə sistemidir. Belə sistemdə təsirlənmə baş generatorun qoşulduğu xarici

şəbəkədən tam mənası ilə asılı olmur. Bir qayda olaraq yarım təsirləndiricisi olmayan yarım təsirləndiricidən istifadə etmək lazımdır.

Xüsusi ehtiyacın ümumi şəbəkəsindən və köməkçi generatordan bəslənən dolayı təsirlənmə sistemi yeni qurğularda tətbiq edilməlidir. Kənd elektrik stansiyalarında kiçik güclü (50-100 kVt-a qədər) sinxron generatorlar geniş yayılmışdır.

Kiçik güclü sinxron generatorda ayrıca təsirləndirici maşının olması qurğunun dəyərini artırır, ümumi f.i.k-ni azaldır, stansiyanın elektrik hissəsinin istismarını bir qədər mürəkkəbləşdirir. Buna görə gücü 50-100 kVt-a qədər olan stansiyada ayrıca təsirləndiricisi olan sinxron generatorların tətbiqi səmərəli deyil. Bu şəraitdə sinxron generatorların təsirlənməsini təmin etmək üçün aşağıdakı üsullardan istifadə olunur:

- 1) sabit maqnitli sinxron generatorlardan;
- 2) mexaniki düzləndiricisi olan sinxron generatorlardan (mühəndis Tamanşevin sistemi);
- 3) bərk düzləndiricisi olan sinxron generatorlardan (mühəndis Yuditskovun sistemi).

Sabit maqnitli sinxron generatorlar konstruksiya cəhətdən sadə olub, istənilən şəraitdə etibarlı işləyir. Ancaq maşının rotorundakı sabit maqnitlərin xüsusi formalı olması, onların çətin hazırlanması və xüsusi maqnitləndirmə üsulunun olması generatoru çox bahalandırır.

Sabit maqnitlərin hazırlanması üçün bahalı xüsusi poladdan istifadə edilməsi, bu maşının mənfi cəhətlərindən biridir. Bundan başqa, xüsusilə reaktiv yüklə kəskin sürətdə aşağı düşən xarici xarakteristika sabit saxlanan bu generatorların böyük bir nöqsanıdır.

Təsirləndirmənin tənziyi

Sinxron generatorun təsirlənməsi iki üsulla tənzim edilir:

1) əl ilə və 2) avtomatik. Əl ilə tənzim yük qrafikinə səlissə dəyişməsində və elektrik stansiyalarının işlərində kəskin və tez-tez təkrar olunan gərginlik dəyişməsi olmadıqda tətbiq edilir.

İstismarda olan kənd elektrik stansiyalarındakı sinxron generatorların təsirlənməsi çox halda əl ilə tənzim olunur.

Generatorun təsirlənməsini əl ilə tənzim etməklə təsirlənmə sisteminin ikinci tələbini ödəmək, yəni qısaqapanma zamanı generatorun e.h.q.-ni artırmaq və qısaqapanma açıldıqdan sonra gərginliyi böyük sürətlə bərpa etmək, generatorları paralel işlətmək və bütünlüklə energetik sistemin dayanıqlığını artırmaq mümkün deyildir. Buna görə təsirlənmənin tənziyini avtomatlaşdırmağa çalışırlar, çünki əvvəla – generatorların normal işi zamanı işçilər gərginliyi tənzim etmək kimi yorucu prosesdən azad olur, ikincisi avtomat tənzimçi qısaqapanma zamanı maşının təsirlənməsini avtomatik olaraq müəyyən sərhəd qiymətinə qədər artırır.

Tənziyin bu axırncı vəzifəsi daha çox lazımdır. Belə ki, bu sinxron maşınların paralel işlərinin dayanıqlığını və elektrik stansiyasının şinlərindəki gərginliyin saxlanması təmin edir. Bununla əlaqədar olaraq, təsirlənmənin avtomatik və cəld artırılması zamanı şəbəkənin ayrı-ayrı nöqtələrində gərginliyin qəza halında aşağı düşməsi çox davam etmir, bununla da işlədicilərin normal işlərinin pozulması və onların elektrik mühərriklərinin açılması qorxusu aradan qaldırılmış olur.

Təsirlənmənin rele ilə gücləndirmə quruluşu ən sadə və ən etibarlıdır. O, minimal gərginlik relesindən, təsirləndirmənin təsirlənmə dövrəsindəki bütün müqavimətləri qısa qapanmayan aralıq relesindən və ya kontaktlardan ibarətdir.

Minimal gərginlik relesi, generatorda gərginlik işlək-gərginliyin 85%-nə qədər azaldıqda işə düşür. Təsirlənmənin rele ilə gücləndirmə quruluşu, gücündən asılı olmayaraq, bütün generator və sinxron kompensatorlarda qurulur. Bununla da energetik sistemdə gərginlik qəza halında aşağı düşdükdə, cərəyanın avtomatik olaraq tavan qiymətə qədər sadə və etibarlı artırılması təmin olunur.

Generatorların soyudulma sistemləri

Verilmiş maşında səpələnən istiliyin miqdarı onun soyudulma üsulundan asılıdır. Soyudulmanın təkmilləşdirilməsi maşının aktiv materialından geniş istifadə etməyə və onun çəkisinin azalmasına imkan verir.

Generatorların soyudulması üçün müxtəlif soyutma qurğularından istifadə edilir. Bu qurğular haqqında aşağıdakı tələblər irəli sürülür:

a) soyuducu havanın (qazın) temperatur fərqi $50-30^{\circ}\text{C}$ olduqda generatorlardan keçən havanın (qazın) miqdarı ayrılan bütün istiliyi udmaq üçün kifayət etməlidir;

b) generatoru soyutmaq üçün daxil olan hava mümkün qədər təmiz (tozdan, çirkədən və başqa müxtəlif hissələrdən) olmalıdır;

v) daxil olan havada nəmlik olmamalıdır.

Generatorları soyutmaq üçün daxil olan havanın bir saatdakı miqdarı təqribən maşının çəkisinə bərabər olur. Çirklənmə və tozlanması generatorların arası kəsilmədən işləməsinə mənfi təsir göstərir, yəni:

1) soyuducu kanallara dolaraq istilikverməni azaldır və generatorun qızmasını artırır, bu isə buraxıla bilən yükün azaldılmasına səbəb olur;

2) soyuma sisteminin tutulması, xüsusən havada kömür tozu olduqda, generatorda yanğına səbəb ola bilər;

3) rotor dolaqlarının alın hissələrində tozun yığılması gövdəyə nəzərən ümumi izolyasiyanı azaldır və sarğılararası qapanmaya imkan yaradır;

4) çirklənmə sarğacın izolyasiyasına yeyici təsir göstərir, onun dayanıqlığını və istilikkeçirmə qabiliyyətini azaldır.

Göstərilən bu təsirlərdən başqa, daxil olan havanın sürəti də izolyasiyaya təsir edir. Havanın sürəti böyük olduqda izolyasiyanın mexaniki dağılma qorxusu artır.

Rotor gilizlərinə tənəkə qutu geydirməklə bu qorxunun qarşısını almaq olur. Göstərilən bu mənfi cəhətlər, əsas etibarılı ilə daxil olan havanın əvvəlcədən süzğəclər vasitəsi ilə tənzimlənməsi ilə aradan qaldırılı bilər.

Generatorlar açıq və qapalı sikl üzrə soyudula bilər.

Generatorların açıq tsikl üzrə soyudulması

Bu üsulda soyuq hava xaricdən alınıb xüsusi süzğəcdən və sonra generatordan keçirilərək xaricə və ya maşın zalına buraxılır.

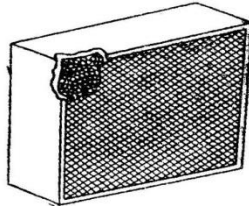
Soyuducu havanın temperaturu generatordan çıxan isti havanın bir hissəsini soyuq havaya qatmaqla tənzim edilir. Yuxarıda göstəriləni kimi hava əvvəlcədən süzğəc vasitəsi ilə tozdan, çirkdən və nəmədən təmizlənilir. Süzğəclər parçalı və vistsikli olur. Parçalı süzğəclər çox böyük olub, havanı pis təmizləyir və yanğın cəhətdən qorxulu olur.

Hazırda parçalı süzğəcləri tamamilə sıxışdırıb aradan çıxartmış vistsinli süzğəclər daha geniş ayrılmışdır.

Vistsinli süzğəclər içərisi gözlərə və ya seksiyalara bölünmüş və vistsin yağı ilə (mineral yağla) yağlanmış qaz borucuqlarının qırıqları ilə dolu qutudan (şəkil 2.10) ibarətdir. Bu borucuqlar böyük süzdürücü səth yaradır, gözlər hər iki tərəfdən metal tor ilə örtülmüşlər. Hava gözlərdən keçərkən toz hissəcikləri yağla yapışır.

Bu süzgəclər müəyyən vaxtdan sonra çıxarılır, tozdan təmizlənir və yenidən doldurulur.

Hətta vistsinli süzgəclər belə generatora daxil olan havanı tamamilə təmizləmədiklərindən süzgəclərin istismarı əlverişli deyildir. Buna görə axır vaxtlarda generatorların qapalı sikllə soyudulmalı geniş tətbiq olunur. Bu sikldə generator həmişə eyni həcmli təmizlənmiş hava ilə soyudulur.



Şəkil 2.10. Hava filtrinın konstruktiv quruluşu.

Yalnız ayrı-ayrı hallarda gücü 500-2500 kVt olan generatorları vistsinli süzgəclə təchiz edilmiş aşırıq sikllə ventilyasiya edilən generatorlar hazırlanır.

Generatorların qapalı sikl üzrə soyudulması

Generator dolaqlarının qapalı sikl üzrə soyudulması prosesi iki üsulla aparılır:

1) xarici (dolayı yolla) soyudulma – bu halda soyuducu maddə (hava, hidrogen, maye) generator dolaqlarının izolyasiyasını xaricdən yalayaraq soyudur.

2) daxili (bilavasitə) soyudulma – bu halda göstərilən soyuducu maddələr bilavasitə dolaqların misinin içərisindən keçərək onları soyudur.

Turbogeneratorun xarici üsul üzrə hava ilə soyutma generatorun qapalı sikl üzrə soyudulmasında eyni həcmdə olan hava generatorun ventilyasiya yollarından keçir, qızır, hava soyuducusuna daxil olur, burada soyuyur və yenidən generatora daxil olaraq, qapalı sikl edir.

Turbogeneratorun xarici üsul üzrə hidrogenlə soyudulması

Generatorda iş zamanı yaranan istiliyi almaq üçün istifadə edilən hava ilə soyutmanın özü də əlavə itkilərin yaranmasına səbəb olur. Təcrübə göstərir ki, hava ilə soyudulan turbogeneratorlarda ventilyasiya və rotorun havaya sürtünməsindən baş verən itkilər xeyli böyük olub, bəzi hallarda maşında olan bütün itkilərin 50 %-dən çoxunu, yəni generatorun gücünün 0,8-1 %-ni təşkil edir.

Bu itkiləri azaltmaq üçün bizdə və xaricdə soyutma sisteminin qapalı olması prinsipini saxlamaqla, hava soyutması hidrogen soyutması ilə əvəz edilir.

Cədvəl 2.1.

Generator rotorunda yaranan itkilər.

İtkinin növü	Gücü 25 min kVt olan yeni tipli turbogeneratordakı itki, kVt ilə
Rotorun hava ilə sürtünmə itkisi	102
Ventilyasiya itkiləri	100
Yastıqlardakı itki	70
Poladdakı itki	85
Stator misindəki itki	60
Rotor misindəki itki	90
Qısaqapanmada əlavə itkilər	74
Yüksüz işləmədə əlavə itkilər	34
C ə m i:	615

Son 20 il ərzində turbogenerator və sinxron kompensatorların hidrogenlə soyudulması daha geniş yayılmışdır.

İri elektrik maşınlarının hidrogenlə soyudulmasının bu qədər geniş yayılmasına səbəb hidrogenlə soyutmanın daha çox sərfəli olmasıdır. Bunun xeyirli olması əsasən aşağıdakılardan ibarətdir:

1. Hidrogenin rotora sürtünmə itkiləri və ventilyasiya itkiləri hava ilə soyudulmasına nəzərən 10 dəfə az olur.

Bu halda maşının faydalı iş əmsalı təqribən 1% artır. Məsələn, hesablama göstərir ki, gücü 100 min kVt və dövrlər sayı 3000 dövr/dəq. olan turbogenerator hava ilə soyudulan zaman ümumi itki 2100 kVt olduğu halda, ventilyasiya və hava ilə sürtünmədəki itkilər 1050 kVt-a yaxın olur.

Hidrogenlə soyutmaya keçdikdə bu itki 1050 kVt-dan 105 kVt-a qədər azalır, bu isə faydalı iş əmsalı 98-dən 99 %-ə qədər artmasına səbəb olur. Gücü 25 min kVt olan turbogeneratorada faydalı iş əmsalı 97,3-dən 98,3 % olur.

Maşında yuxarıda göstərilən itkilərin azalmasına hidrogenin xüsusi çəkisi (0,0696-0,07) ilə havanın xüsusi çəkisi arasındakı fərq izah olur.

Demək olar ki, ventilyasiya və sürtünmə itkiləri qazın xüsusi çəkisinə proporsional olaraq dəyişir. Ona görə də təmiz

hidrogenlə soyudulduqda bu itki $\frac{1}{0,07} = 14,3$ dəfə azalmış

olardı. Əslində, maşının örtüyü altında olan hidrogendə 1-5 % qədər hava qarışığı vardır. Adətən, hidrogendə 3% hava qarışığı olur. Belə qarışığın xüsusi çəkisi 0,1-ə yaxın olur, yəni yuxarıda göstəriləni kimi itkini 10 dəfə azaldır. Adi turbogeneratorlara nisbətən hidrogenlə soyudulan turbogeneratorların iqtisadi xüsusiyyətlərini təyin etdikdə, hesablamaların nəticəsi 50 min kVt gücündə olan turbogeneratorlarda ümumiyyətlə bir ildə 136 min manat, 100 min kVt gücündə olan turbogeneratorlarda isə 376 min manat qənaət edildiyini göstərmişdir.

Əgər hidrogenlə soyudulan maşınların hər birində 20% misə qənaət edildiyini və misin çatışmazlığını nəzərə alsaq, bu çıxarılan nəticənin doğruluğuna daha da inanmaq olar.

2. Maşının ölçüləri eyni qaldıqda hava soyudulmasından hidrogen soyudulmasına keçirilmiş elektrik maşınının gücü turbogeneratorlarda 20%, sinxron kompensatorlarda isə 30%

artır, bundan əlavə hava ilə soyudulmaya uyğun olan gücü dəyişdikdə, hidrogenlə soyutmada maşının aktiv materialına polad və misə 20-30% qənaət edilmiş olur.

Hava, hidrogen və başqa qazlar üçün bir neçə müqayisəli qiymətlərin verildiyi 2.2-ci cədvəl, hidrogen soyutmasına keçdikdə gücün artırılmasının mümkün olması səbəblərini aydınlaşdırır.

Cədvəl 2.2.

Soytma sistemindən asılı olaraq fiziki kəmiyyətlərin dəyişməsi cədvəli

Qazların tərkibi	Hava	Azot	Karbonat turşusu	Amon-yak	Hidrogen	Helium	Metan
İstilikkeçirmə	1	1,08	0,638	0,868	6,69	6,4	1,29
Sıxlıq	1	0,966	1,52	0,588	0,0696	0,1378	0,554
İstilik tutumu	1	1,046	0,848	2,185	14,35	5,25	2,495
Həcmi istilik tutumu	1	1,02	1,29	1,282	0,996	0,72	1,38
Səthdən qaza istilik ötürmə əmsalı	1	1,03	1,132	1,228	1,51	1,18	1,43

Göstərilən maşın gücünün artması əvvəla, səthdən hidrogenə verilən istilik ötürmə əmsallarının fərqi ilə izah olunur. Bu əmsal hava üçün 1 və yuxarıda göstərilən hidrogenlə hava qarışığı üçün 1,35 (1,51)-dir. Məlumdur ki, müasir iri maşınlarda səthdən havaya verilən temperatur fərqi 20 - 40°C təşkil edir. Hidrogenə keçdikdə bu fərq 1,35 dəfə azaldığı üçün, temperatur fərqi 15 - 30°C-yə qədər olur.

Nəhayət, hidrogenin böyük istilikkeçirmə qabiliyyətinin çox böyük əhəmiyyəti vardır. Hidrogenin istilikkeçirmə qabiliyyəti havanın istilikkeçirmə qabiliyyətindən 6,7 dəfə çox olub, bərk izolyasiya materiallarının istilikkeçirmə qabiliyyətinə yaxındır. Maşının yuvaları və izolyasiyalarında olan

hava təbəqələrindən asılı olaraq yaranan temperatur fərqləri hidrogen mühitində praktiki olaraq yox olur.

Nümunə generatoru üzərində aparılan təcrübələr bunu təsdiq etmişdir. Stator dolaqlarının misi ilə stator yuvalarındakı çubuqlar arasında yerləşdirilmiş termo- detektorun temperaturlar fərqi ölçülmüşdür.

Turbogeneratorun nominal yükündə bu fərq hava ilə soyutmada 15°C , təzyiqi $0,031 \text{ atm}$ olan hidrogenlə soyutmada isə $11,4^{\circ}\text{C}$ -yə qədər azalmışdır.

Hidrogenin təzyiqini $1,05 \text{ atm}$ qədər artırıqda bu fərq $10,5^{\circ}\text{C}$, təzyiq $1,76 \text{ atm}$ olduqda isə 10°C -yə qədər düşmüşdür. Bu rəqəmlər hidrogen atmosferində yuva izolyasiyasının istilikkeçirmə qabiliyyətinin kəskin surətdə artdığını göstərir. Hava və hidrogenlə soyutma sistemlərində rotor və stator dolaqlarının qızmasını ölçmək yolu ilə həmin maşında izolyasiyanın istilikkeçirmə qabiliyyəti ilə səthdən istilik ötürmə əmsalının artmasının birlikdə təsiri yoxlanılmışdır.

2.3-cü cədvəldə bu turbogeneratorun nominal yükü şəraitində istiliyə yoxlanmalarının nəticələri verilmişdir.

Cədvəl 2.3.

Soyutma sistemindən asılı olaraq sinxron generatorunda temperaturun və təsyaqin dəyişmə cədvəli

Soyuducu qaz	Təzyiq artımı, <i>atm</i> ilə	Rotor dolağının temperatur artımı, $^{\circ}\text{C}$ ilə	Stator dolağının temperatur artımı, $^{\circ}\text{C}$ ilə
Hava	0	90	54
Karbonat turşusu	0	88	54
Helium	0,031	65	39
Hidrogen	0,031	55	34
Hidrogen	1,05	44	25
Hidrogen	1,76	40	22

Bu yoxlamalar nəticəsində aydın olur ki, hidrogenlə soyudulan generatorda təzyiq 1,05 *at* olduqda – 30% və təzyiq 2,76 *at* olduqda – 35% artırmaq mümkündür.

Beləliklə, turbogeneratorlarda gücün artırılmasını – 20%, kompensator və tezlik dəyişdiricisində isə 30% qəbul etmək olar. Bu fərq turbogeneratorun cərəyana görə artıq yüklənə bilməsinə, qısaqapanma nisbətinin azalmasına və uyğun olaraq paralel işləmədə dayanıqlığın azalmasına səbəb olur.

Buradan görünür ki, turbogeneratoru artıq yüklədikdə, maqnitləşdirici cərəyanı da uyğun surətdə artırmaq tələb olunur. Bu isə öz növbəsində gücün artırılma dərəcəsini məhdudlaşdırır. Q.q.n-nin əhəmiyyəti olmayan və maşının artıq yüklənməsi yalnız qızma şəraiti ilə məhdudlaşan sinxron kompensatorlarda gücün artırılması turbogeneratorlara nisbətən çox ola bilər. Hidrogen və havanın xüsusi istilik tutumları praktiki olaraq eynidir. Bu şərait, hidrogenlə soyutma zamanı vahid itkiyə düşən hava soyutmasındakı eyni qaz həcmində istifadə etməyə imkan verir. Hidrogenin tətbiq edilməsi nəticəsində maşında ümumi itkinin azalması, həcmi eyni saxladıqda maşındakı itkilərin asanlıqla səpələnməsini təmin edir. Bu şərait isə havadan hidrogenə keçdikdə maşının ventilyasiya yollarının forma və konstruksiyasını tamamilə saxlamağa imkan verir.

3. Hidrogenlə soyudulan maşının izolyasiyası hava ilə soyudulan maşının izolyasiyasına nisbətən etibarlı olur və uzun müddət yararlı vəziyyətdə qalır.

Etibarlılıq oksidləşmənin, çirklənmənin və nəmliyin olmamağı hesabına artır, bu isə keçirilməli olan təftişlərin sayının azalmasına və təmir arası müddətin artırılmasına səbəb olur. Bundan başqa hidrogen mühitində tac hadisəsi hava mühitinə nisbətən az təhlükəli olur.

4. Dolaqların izolyasiyası deşildikdə generatorda yanğın qorxusu olmur, çünki hidrogen yanğına kömək etmir, buna görə də xüsusi yanğın söndürən qurğuya ehtiyac hiss edilmir. 5.

Hidrogenin sıxlığı az olduğuna görə maşın işləyərkən səs az olur, yalnız maqnitləşmənin səsi qalır.

6. Hidrogenlə soyutmada qaz soyuducunun səthi hava ilə soyutmada olan səthdən az tələb olunur.

Yuxarıda sayılan üstünlüklərdən başqa hidrogenlə soyutmada bir sıra çətinliklərə də təsadüf edilir.

Elektrik maşınlarını hidrogenlə soyutduqda əsas konstruktiv və istismar çətinlikləri hidrogenlə hava (oksigen) qarışığının alınması ilə olan çətinliklərdir.

Hidrogendə havanın qarışığı 7-10-dan 70 %-ə qədər olduqda bu qarışıq partlayıcı olur. Hidrogendə bundan çox və az hava qarışığı olduqda alışma baş vermir. Beləliklə, hidrogenlə işləmədə təhlükəsizliyi təmin etmək üçün maşının gövdəsində olan hidrogeni kafi dərəcədə təmiz saxlamaq lazımdır.

Turbogenerator və sinxron kompensatorların istismar təcrübəsi göstərir ki, soyuducu qarışığın tərkibindəki hidrogenin miqdarı 97-99 % hədlərində olur. Beləliklə, gövdə içərisində partlayışın əmələ gəlməsinə praktiki surətdə şərait yaranmır. Maşın içərisində hidrogenin təmizliyi avtomatik surətdə saxlanılır. Maşının içərisinə havanın daxil olması qarşısını almaq üçün gövdə içərisində 200-300 mm su sütunu qədər (0,02-0,03 atm) təzyiq artımı saxlayırlar.

Beləliklə, hidrogenlə havanın partlayıcı qarışığı gövdəni hidrogenlə doldurduqda və hidrogen soyutmasından hava soyutmasına keçmə prosesində alına bilər. Qorxulu qarışığın əmələ gəlməsi qarşısını almaq üçün belə hallarda maşını başqa bir inert qazla (adətən karbon qazı ilə) doldururlar.

Maşını hidrogenlə doldurmazdan əvvəl gövdədəki hava karbon qazı ilə çıxarılır. Karbon qazı gövdənin aşağı hissəsindən balonla verilir. Sıxılmış hava gövdənin üst hissəsindəki dəşiklərdən karbon qazının çıxması dolmanın başa çatdığını göstərir. Sonra aşağı yol açılır və yuxarıdan, karbon

qazını getdikcə sıxışdırıb çıxaran hidrogen qazı verilir. Maşını işləyə-işləyə də doldurmaq mümkündür.

Hidrogenlə soyudulan maşının gövdəsi mexaniki olaraq elə kip hazırlanmalıdır ki, ən pis şəraitdə belə partlayışın təzyiqi maşını zədələməsin. Bu tələbatın ödənilməsi hidrogenlə soyudulan maşınların istismarını tamamilə təhlükəsiz edir.

Partlayış zamanı əmələ gələn təzyiqlər hidrogen və hava nisbətlərinin müxtəlif faizlərində müxtəlif olurlar. Partlayış zamanı təzyiqin ən böyük qiyməti qarışıqda 28% hidrogen, 72% hava olduqda alınır. Qazla görüşən səthlərdə istilik ötürmə nəzərə alınmadıqda yuxarıda göstərilən qarışıq üçün təzyiqin nəzəri qiyməti 12 atm olur. Ancaq praktiki olaraq bu təzyiq çox kiçik olur. Təcrübə göstərir ki, alınmış qazın soyutma kanallarında, aralıq yollarda və böyük toxunma səthinə malik s. elektrik maşınlarında ən pis şəraitdə belə bu təzyiq 3,5 atm-dən yuxarı qalxmır. Gövdə və lövhələr praktiki olaraq 6 atm təzyiqə yoxlanır.

Qaz keçirməyən maşınların hazırlanması bir sıra çətinliklər törədir. Əsas çətinliklər maşınlarda tikiş və calağ yerlərinin qaz keçirməyən şəkildə hazırlanmasıdır. Tikişləri qaz keçirməməyi üçün onları keyfiyyətli qaynaq etmək lazımdır.

Maşının calağ hissələrinin kipliyi, əvvəla onların yaxşı işləməsi ilə, ikincisi isə müstəvilər arasına təbəqə qoyulması ilə əldə edilir.

Maşının istismarı zamanı ondan bir qədər hidrogen sızır. Sinxron kompensator və tezlik dəyişdiricilərində hidrogen sızıntılarının hamısı tikişlərin kip olmayan və calaqların ara hissələrində olur. Turbogeneratorlarda hidrogen kompensatorlara nisbətən bir neçə (5-8) dəfə artıq sızır. Burada əsas hidrogen itkisi kipliyi təmin edən yağ vasitəsi ilə olur. Maşının gücü artdıqca sızma da artır. Hidrogenlə soyudulan turbogeneratorların istismar təcrübəsi göstərir ki, hidrogen sızması 2-6 m³ hədlərində dəyişir. Maşının içərisində təzyiq

artdıqca hidrogen sərfi kəskin sürətdə artır. Yuxarıda göstəriləyi kimi, təzyiq 1,05 atm-dən 1,76 atm qədər artdıqda maşının gücü artır.

Bununla belə təzyiqin bu cür artması hidrogen sərfinin birinci halda (1,05 atm) 10 dəfə və ikinci halda (1,76 atm) 15-25 dəfə artmasına səbəb olur.

Beləliklə, pik (zirvə) saatlarında generatoru artıq yükləmək lazım gəldikdə sızmanın artması ilə hesablaşmadan maşının içərisində hidrogenin təzyiqini artırmaq olar.

Həmcə böyük olan stansiyanın binasına hidrogenin sızması orada partlayıcı qarışıq əmələ gəlməsi üçün tamamilə təhlükəsiz olub, asanlıqla ventilyasiya olunur.

Sızmış hidrogeni doldurmaq üçün maşını hidrogen balonları ilə təchiz etmək, bu məqsədlə də balonları maşının yanına və ondan bir qədər aralı yerdə qoymaq lazımdır.

Standart balon 5 m³-ə qədər hidrogen tutur. Turbogeneratorlar üçün ayda 10-40 balon, sinxron kompensatorlar üçün isə 1-8 balon tələb olunur.

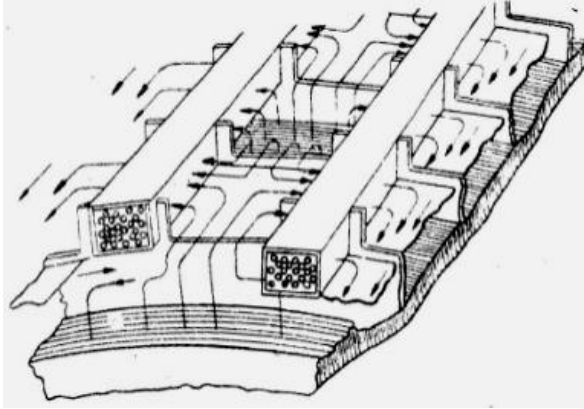
Hidrogenlə soyudulan maşınlarda qaz soyuducuları əsas gövdənin daxilində yerləşdirirlər və qazı bilavasitə rotorun valı üzərində yerləşdirilmiş ventilyatorlar vasitəsi ilə dövr etdirirlər.

Qaz soyuducuları gövdə daxilində iki variantda yerləşdirilə bilər – eninə və uzununa. Soyuducunun eninə yerləşdirilmə sisteminin çatışmayan böyük bir cəhəti vardır. Onlardan əsas istismarın nisbətən az etibarlı olmasıdır. İkinci çatışmayan cəhəti, daha güclü maşınlarda soyuducunun yerləşdirilməsinin çətinlik törəməsidir.

Qaz soyuducusunun iki seksiyası arasındakı boşluqda soyuducu qaz axınının sxemi 2.11-ci şəkildə göstərilmişdir. Görünür ki, isti ayırımdan gələn hidrogen, sonra elə paylanır ki, o hər bir seksiyanı bütün boyu uzununu eyni miqdarda yükləyir.

Göstərilən sistemdə seksiyaların ümumi sayı ikidən altıya qədər ola bilər.

Soyuducusu uzununa yerləşdirilmiş sistemin əsas üstün cəhəti istismar zamanı onun daha yüksək etibarlı olmasıdır. Həqiqətən də bir və ya bir neçə seksiyanın işdən çıxması maşının dərhal dayandırılmasını tələb etməyib, yalnız maşının gücünün bir qədər azalmasına səbəb olur. Bundan başqa maşını dayandırmadan soyuducunun seksiyalarını təmizləmək və hətta zədələnmiş borunu işdən çıxarmaq mümkündür.

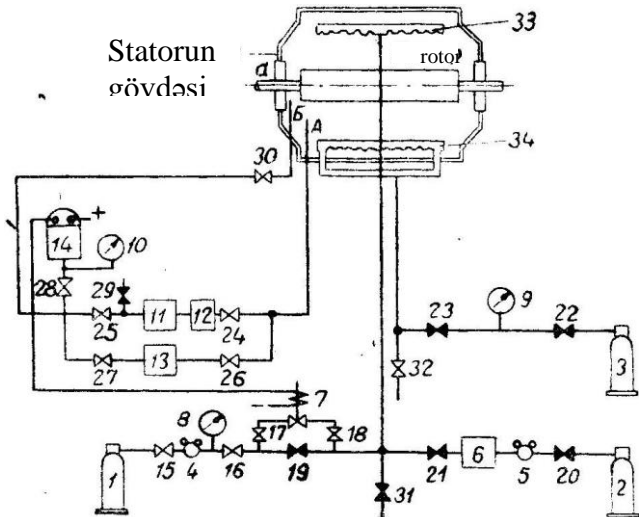


Şəkil 2.11. Geneorda hava və qaz axımının hərəkət istiqamətləri.

2.12-ci şəkildə turbogeneratorun hidrogen təsərrüfatının prinsipial idarə sxemi göstərilmişdir. Qazın girib-çıxması üçün maşın gövdəsinin aşağı və yuxarı hissələrində dəlikləri olan 33 və 34 boruları vardır. Sxemdəki kranların vəziyyətləri hidrogen ilə soyudulan generatorun normal iş rejiminə uyğundur.

Qurğu hidrogenlə dolu (1), sıxılmış hava ilə dolu (2) və karbon qazı ilə dolu (3) olan balonlarla təchiz edilmişdir. Sxemin orta sol hissəsində maşındakı təzyiqa və hidrogenin təmizliyinə nəzarət edən qurğu göstərilmişdir. Bu qurğu A və B boruları vasitəsilə generatorlarla əlaqələndirilmişdir. A borusunun ucu ventilyatordan sonrakı sahəyə, B borusunun ucu isə ventilyatordan qabaqkı sahəyə çıxarılmışdır. Bu sahələrdəki

təzyiqlər fərqi nəticəsində qaz nəzarət quruluşundan keçərək dövr edir. Təzyiq 10 manometri və 14 təzyiq relesi vasitəsi ilə nəzarət edilir. Generatora təzyiğin normal qiymətində 14 relenin kontaktları açıq olur. Təzyiq aşağı düşdükdə bu relenin kontaktları bağlanır və 7 elektromaqnit klapanının sarğacı cərəyanla təsirlənir, klapan açılır və hidrogen balonundan çıxıb, 4 təzyiq reduktoru və 7 klapanından keçərək 33 yuxarı kollektoru vasitəsi ilə generatora daxil olur. Beləliklə, generatora hidrogenin təzyiqi avtomatik saxlanılır.



Şəkil 2.12. Stator dövrəsinin soyutma sxemi.

Maşında hidrogenin miqdarı faizlə dəyişdikdə, qaz qarışığının sıxlığı və bununla əlaqədar olaraq ventilyatordan qabaq və sonra təzyiqlər fərqi (A və B sahələrində) dəyişir. Demək, A və B zonalarında göstərilən təzyiqlər fərqinə əsasən maşında olan hidrogenin faizlə tərkibini, yəni hidrogenin təmizliyini təyin etmək olur.

Bunun üçün 13 diferensial manometr tətbiq olunur. Bu manometr qazda olan hidrogenin faizdə miqdarına görə

dərəcələnməmişdir. Aydın ki, bu cihaz yalnız maşın fırlandıqda işləyir. Maşını hava ilə və ya karbon qazı ilə doldurmaq lazım gəldikdə, bu manometr açılmalıdır, çünki bu halda təzyiqlər fərqi çox alındığından manometr korlana bilər.

Diferensial manometrlə paralel olaraq adi körpü sxemi üzrə yığılmış 11 elektrik qaz analizatoru işə qoşulur. Qazın nəmliyinin qazanalizatorun göstərişinə təsir etməməyi üçün analizatordan qabaq qaz quruducusu (12) qoyulur. Qazanalizator dayandırılmış maşında da işləyə bilər. Bunun üçün 25 kranı bağlanır və 29 kranı açılır – az miqdarda qaz seli atmosfərə çıxır və analizator işləyir.

Maşındakı hidrogeni çıxarıb, onu hava ilə əvəz etmək lazım gəldikdə, əvvəlcə hidrogeni karbon qazı ilə sıxışdırıb çıxarmaq lazımdır. Bunun üçün sxemdəki kranlarda aşağıdakı göstərilən dəyişikliklər etmək lazımdır: 15, 18, 24, 26, 27 və 28 kranları bağlanır və 22, 23, 31 kranları açılır. Bu halda karbon qazı 3 balonundan sıxışdırılıb çıxarılır. Hidrogen isə 33 yuxarı kollektoru və 31 kranı vasitəsi ilə atmosfərə çıxır. 31 kranından karbon qazının çıxması maşının karbon qazı ilə tamam dolduğunu göstərir.

Bundan sonra maşından karbon qazı hava ilə sıxışdırılıb çıxarılır. Bunun üçün sxemdəki kranların vəziyyətində aşağıdakı dəyişiklikləri etmək lazımdır: 15, 24, 26, 27 və 28 kranları bağlanır və 20, 21, 32 kranları açılır. Sıxılmış hava 2 balonundan 33 kollektoruna daxil olaraq karbon qazını 34 kollektoru və 32 kranı vasitəsilə atmosfərə çıxarılır.

Uyğun olaraq havanı hidrogenlə əvəz etmək olar. Əvvəlcə havanı karbon qazı ilə (sxemdə 15, 18, 24, 26, 27 və 28 kranları bağlı və 22, 23, 31 kranları açıq olmalıdır), sıxışdırıb çıxarmaq, sonra isə karbon qazını hidrogenlə (sxemdə 18, 26, 27, 28 kranları bağlı, 19, 32 kranları isə açıq olmalıdır) qovub çıxarmaq lazımdır.

Maşın işdə olduğu halda da hidrogen soyutmasından hava soyutmasına və əksinə keçmək mümkündür. Əgər maşın

hava soyutması ilə işləyirsə, onda sxemdə 16, 26, 27, 28 və 30 kranları bağlı, 31 kranı isə açıq olmalıdır.

Turbogeneratorların xarici üsul üzrə maye ilə soyudulması. Turbogeneratorların aktiv hissələrinin maye ilə dolayı yolla soyudulması üsulunu tətbiq etməyin çoxlu tərəfdarları vardır. Bu halda maye rotor və statordakı xüsusi yuvalararası kanalla dolaqların misini soyutmaq üçün vurulur. Yaxşı istilik ötürmə üçün maye, kanallardan turbolent axmalıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, statorun bütün aktiv hissələrinin yağda batırılması dolağın izolyasiyasının elektrik möhkəmliyini xeyli artırır ki, bu da daha yüksək generator gərginliyinin 30-40 kV-a keçməsinə imkan verir.

Turbogeneratorların daxili üsul üzrə soyudulması. Böyük güclü turbogeneratorlarda ən böyük effektiv maqnit, keçirici və izoləedici materialların tətbiq olunmasına baxmayaraq, istiliyin arası kəsilmədən alınması problemi müasir turbogenerator qayırmada ən aktual məsələlərdən biridir. Son 25 il ərzində turbogeneratorların gücü xeyli artmışdır. Aqreqatların nominal gücü 35-dən 200-300 min kVt-a qədər artmışdır ki, bu da maşının konstruksiyasının inkişafında tətbiq edilən aktiv və izoləedici materialların keyfiyyətini yüksəltmək, eləcə də soyutma sistemini yaxşılaşdırmaq hesabına əldə edilmişdir.

Dolaqların misinin hidrogenlə bilavasitə soyudulması. Bu üsulun mahiyyəti maşının valı ilə bir yerdə olan yüksək təzyiqli kompressorlardan, dolaqların daxili çubuqlarının kanalları üzrə böyük sürətlə keçən hidrogen seli ilə rotor və stator dolaqları məftillərin bilavasitə soyudulmasından ibarətdir. Bu üsulun rotorun dolaqlarına tətbiqi daha sadədir.

Sinxron generatorların paralel işləməsi

Məlumdur ki, stansiyanın yük qrafiki ilin vaxtından və günün hər bir saatından asılı olaraq daim dəyişir. Yükləri elektrik enerjisi ilə etibarlı təmin etmək üçün generatorlar paralel işlədilir.

Sinxron generatorların paralel işləmə şərtləri

Generatorun sistemə paralel qoşulmasında ideal şərt, onun stator dolağında bərabərləşdirici cərəyanın olmamasıdır.

Əgər biz generator və sistemin xarici dövrəyə nəzərən gərginliyini nəzərdən keçirsək, onda yuxarıdakı şərti yerinə yetirmək üçün eyni adlı fazalardakı gərginliklərin ani qiymətləri işə qoşulmadan əvvəlki hər bir an üçün bərabər və eyni istiqamətli olmalıdır.

Bu şərti ödəmək üçün qoşma anında sistemin və generatorun gərginliklərinin ani qiymətləri bərabər və eyni istiqamətli olmalıdır.

Qoşulan generator və sistemin gərginliyi sinusoidal qanunla dəyişdiyindən, sinxronizm şərti aşağıdakı bərabərliklə təyin edilir: $u_1 = u_2$

$$\text{buradan } u_1 = U_{1M} \sin(\omega_1 t - \varphi_1)$$

$$u_2 = U_{2M} \sin(\omega_2 t - \varphi_2)$$

olduğundan, $u_1 = u_2$ tənliyi

$$U_{1M} \sin(\omega_1 t - \varphi_1) = U_{2M} \sin(\omega_2 t - \varphi_2)$$

şəklində yazılır.

Bu bərabərlik aşağıdakı üç şərt daxilində doğrulur.

$$U_{1M} = U_{2M}$$

$$\omega_1 = \omega_2$$

$$\varphi_1 = \varphi_2$$

Qeyd etmək lazımdır ki, üç fazlı sinxron generatorların paralel işləməsinin labüd şərtlərindən biri də, işə qoşulan və şəbəkəyə işləyən generatorların fazalar sırasının eyni olmasıdır.

Bu şərtləri adətən ödəyən hala sinxronizm halı, generatoru bu hala gətirən prosesə isə sinxronlaşdırma deyilir.

Sinxron generatorların paralel işə qoşulma üsulları

İstismar şəraitində generatorların aşağıda göstərilən variantlarda paralel işə qoşulma hallarına təsadüf olunur:

- a) generator generatorla;
- b) generator bir qrup paralel işləyən generatorlarla;
- v) bir qrup paralel işləyən generatorlar digər qrup paralel işləyən generatorlarla.

Hazırda sinxron generatorları iki üsulla paralel işə qoşurlar:

- 1) dəqiq sinxronlaşdırma üsulu ilə;
- 2) öz-özünə sinxronlaşdırma üsulu ilə;

Dəqiq sinxronlaşdırma. Dəqiq sinxronlaşdırma təsirləndirilmiş generator yuxarıda göstərilən şərtlər yerinə yetirildikdən sonra işə qoşulur, yəni:

- 1) işləyən və işə qoşulacaq generatorun gərginliklərinin təsiredici qiymətləri bərabər olduqda;
- 2) işləyən və işə qoşulacaq generatorların tezlikləri bərabər olduqda;
- 3) gərginliklər fazaca üst-üstə düşdükdə.

Sinxron generatorların paralel işə qoşulmasında tələb olunan bütün şərtləri dəqiq yerinə yetirməklə aparılan sinxronlaşdırma prosesi istismarda daha mürəkkəb və məsul bir əməliyyat hesab olunur. Belə ki, generatorların eyni tezliyə gətirilməsi, ilk mühərriklərin sürətini tənzim edən qurğuların nisbətən kobud olduğuna görə çox çətin əməliyyat hesab olunur.

Açarların işləmə vaxtları bağlayıcı solenoida impulsun verildiyi andan açarın kontaktlarını bağladığı ana qədər keçən vaxtdan ibarətdir. Bu vaxtı, açarın xüsusi bağlama vaxtı adlandırırlar. Adi yağ açarları üçün bu vaxt $(0,06 \div 0,24)$ san. olur. Bu qiymətə nisbətən sinxronlaşdırma qurğusunun xüsusi işləmə vaxtı daha kiçikdir və buna görə, bundan sonra əsas etibarlı ilə sinxronlaşdırma qurğusunun xüsusi işləmə vaxtı da daxil olmaqla, açarın xüsusi işləmə vaxtını nəzərdə tutacaqdır.

Xüsusi işləmə vaxtının təsirini aşağıdakı sadə misaldan görmək olar. Tutaq ki, işə qoşma əməliyyatı fazaların üst-üstə düşdüyü anda və tezliklər fərqi $\omega_1 - \omega_2 = 0,5 \text{ rad./san.}$ olarkən aparılmışdır; açarın xüsusi bağlama vaxtı $t_{bağ} = 0,2 \text{ san.}$ qəbul etsək, açarın bağlama prosesinin başlanğıcından onun kontaktlarının qapandığı ana qədər olan müddətdə faza sürüşməsinə belə təyin etmək olar:

$$\beta = (\omega_1 - \omega_2) t_{bağ} = 0,5 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ rad} = 0,1 \cdot 57,3^\circ = 5,73^\circ$$

Dəqiq sinxronlaşdırmada yuxarıda göstərilən şərtlərdən biri yerinə yetirilməzsə, əvəzləyici gərginlik əmələ gəlir:

$$\Delta \dot{U} = \dot{U}_1 + \dot{U}_2.$$

Generator dolaqlarının aktiv müqaviməti reaktiv müqavimətə nisbətən çox kiçik hissə təşkil etdiyi üçün, bərabərləşdirici cərəyanın əvəzləyici ΔU gərginliyindən 90° bucaq qədər geri qaldığı qəbul edilir.

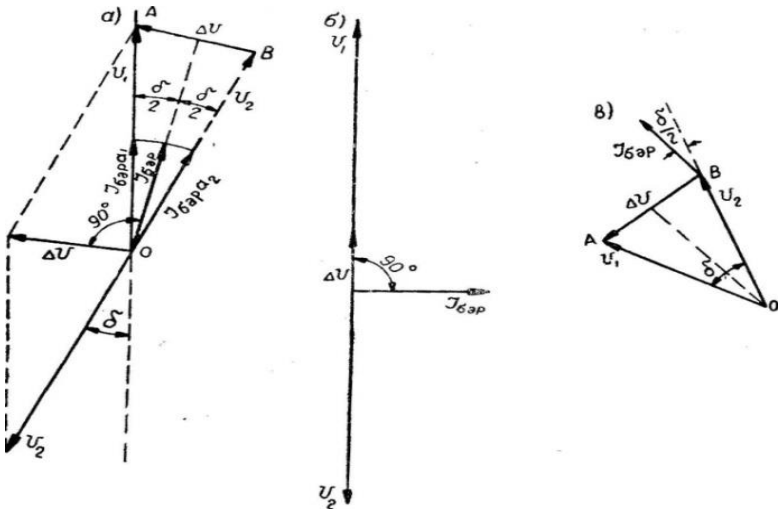
Fazalar üst-üstə düşmədikdə paralel qoşma. Eyni gərginlik ($U_1 = U_2$) və tezliyi ($\omega_1 = \omega_2$) olan, ancaq fazaları üst-üstə düşməyən generatorlarda qoşulacaq generatorun vektoru işdə olan generatorun gərginlik vektorunu qabaqlayır və ya ondan δ bucağı qədər geri qalır. Bu zaman əvəzləyici $\Delta U = U_1 - U_2$ gərginliyi alınır.

2.13-ci şəkildə, fazalar $\varphi = \delta$ qədər sürüşdürülmüş vəziyyətdə generatorların işə qoşulması halına uyğun gərginlik vektor diaqramı göstərilmişdir. OAB üçbucağından ΔU əvəzləyici gərginliyini asanlıqla tapmaq olar.

$$\Delta U = 2U \sin \frac{\delta}{2}$$

Beləliklə, əvəzləyici gərginliyin qiyməti gərginliklərin fazaca sürüşmələrindən, yəni δ bucağından asılı olaraq 0 $2U$ arasında dəyişə bilər.

Belə hallarda generatorların paralel işə qoşulmasında, həmçinin bərabərləşdirici $I_{b\bar{e}r}$ cərəyanı da əmələ gəlir. Bu cərəyan ΔU -dan 90° geri qalır.



Şəkil 2.13. Paralel işlədilən generatorların vektor diaqramı.

Tezliklər bərabər olmadıqda paralel qoşma. İndi işə tezliklər bir-birindən fərqli olan və qalan sinxronlaşdırma şərtlərinə riayət olunan ($U_1=U_2$ və $\varphi_1 = \varphi_2$) hala baxaq. Qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıda göstəriləyi kimi ilk mühərriklərin dövrlər sayını tənzim edən qurğunun kobud olması və tezliyin

dəyişməsinə səbəb olan şəbəkənin yükünün daim dəyişməsi üzündən işə qoşma anına qədər bucaq sürətlərinin bərabərliyini əldə etmək praktiki olaraq mümkün deyildir. Buna görə generatorla şəbəkənin gərginlik vektorları arasında $\Delta\omega = \omega_1 - \omega_2$ bucaq sürətləri fərqi həmişə mövcud olur. Bunun nəticəsində sinxronlaşdırılan generatorun U_1 gərginliyi və şəbəkənin U_2 gərginlikləri arasında fərq əmələ gəlir. İşə qoşma anında bərabərləşdirici cərəyan yaradan bu ΔU_d gərginliyini döyünmə gərginliyi adlandırırlar.

2.13-cü b şəklində paralel işə qoşulana qədər generator və şəbəkənin gərginlik vektorlarının qarşılıqlı yerləşməsi göstərilmişdir. Vektorlar arasındakı δ bucağı bu halda arası kəsilmədən dəyişir. Onun ani qiyməti $\Delta\omega t$ -yə bərabərdir.

Generatorun gərginlik vektoru şəbəkənin gərginlik vektoruna nəzərən $\Delta\omega$ bucaq sürəti ilə yerini dəyişir. Şəbəkənin bucaq sürətinə nisbətən və ya 5-lə ifadə olunan $(\frac{\Delta\omega}{\omega}; \frac{\Delta\omega}{\omega} \cdot 100\%)$ bu nisbi sürət sürüşmə (S) adlanır.

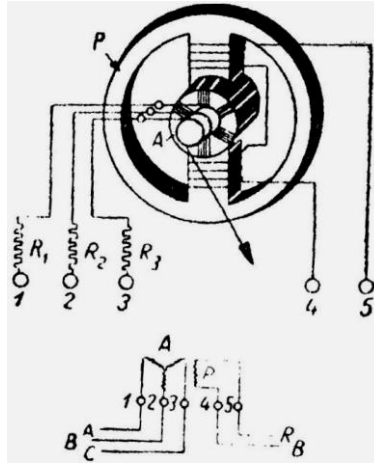
Qoşulan generatorun və şəbəkənin gərginliklərinin ani qiyməti zamandan asılı olaraq, sinusoidal funksiya üzrə dəyişdiyindən, sinxronlaşdırmanın qalan iki şərtinə ($U_1=U_2$ və $\varphi_1 = \varphi_2$) riayət olunduqda, döyünən gərginliyin ani qiymətini aşağıdakı ifadə kimi yazmaq olar:

$$\Delta u_d = U_M \sin \omega_1 t - U_M \sin \omega_2 t = 2U_M \sin\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}\right) \cos\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}\right)t = 2U_M \sin \frac{\Delta\omega}{2} \cdot \cos\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}\right)t$$

Beləliklə, döyünən gərginlik mürəkkəb harmonik funksiya olub, amplitudu sinus qanununa görə dəyişir, tezliyi isə sistemin və generatorun tezlikləri cəminin yarısına bərabər olur.

Dəqiq sinxronlaşdırma üçün cihazlar. Dəqiq sinxronlaşdırma əməliyyatını əl ilə və ya avtomatik aparmaq olar. Dəqiq üsul üzrə əl ilə sinxronlaşdırma üçün idarə lövhəsində aşağıdakı cihazlar olmalıdır: işdə olan və işə qoşulacaq generatorların gərginliklərinin bərabərliyinə nəzarət etmək üçün iki voltmetr, işdə olan və işə qoşulacaq və generatorların fazaca sürüşmələrinin üst-üstə düşməsinə nəzarət etmək üçün sinxronoskop.

Sinxronoskoplar çox müxtəlif növlərdə və konstruksiyalarda hazırlanır. Biz burada fırlanan əqrəbi olan elektromaqnit sistemli sinxronoskopu tədqiq etməklə kifayətlənəcəyik (şəkil 2.14).



Şəkil 2.14. Paralel işlədiləcək generatorun tezliyinin sinxronlaşdırma sxemi.

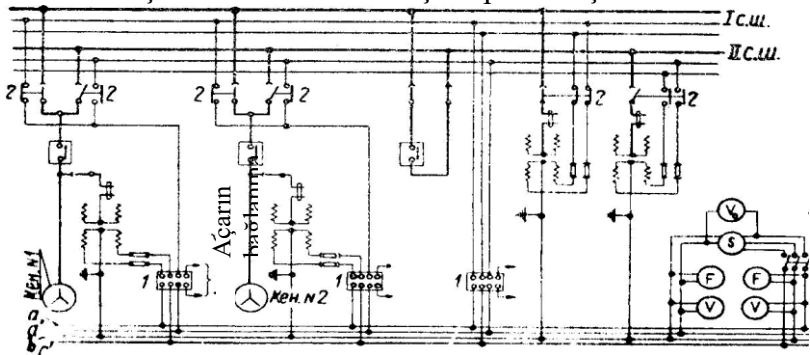
Sinxronoskopun rotoru həmişə fəzada elə vəziyyət almağa çalışır ki, bu halda rotorun fırlanan sahə vektoru döyünən sahənin maksimum qiymət aldığı andakı istiqaməti ilə üst-üstə düşsün. Qoşulacaq generator və şəbəkənin tezliyi bərabər olan zaman rotorun fırlanan sahə vektorunun bir tam dövr etməsi, statorun döyünən sahəsinin bir perioduna uyğun gələcəkdir. Rotor hərəkətsiz qalacaqdır və fazaca gərginlik

sürüşməsi olmadıqda elə bir vəziyyət əmələ gələcəkdir ki, bu halda döyünən sahə maksimum olan anda fırlanan sahənin vektoru vertikal istiqamətlənmiş olacaqdır. Cihazın əqrəbi şkalanın ortasında hərəkətsiz dayanacaqdır. Qoşulacaq generator və şəbəkənin tezlikləri bərabər olacaq, ancaq fazaca gərginlik sürüşməsi olduqda, rotor yenə də hərəkətsiz olacaq, lakin cihazın oxu vertikal vəziyyətdən meyl edəcəkdir.

Belə ki, fırlanan sahənin vektoru rotora nisbətən müəyyən bucaq qədər sürüşəcəkdir. Qoşulacaq generator və şəbəkənin tezlikləri bərabər olmadıqda, sinxro- noskopun rotoru hər iki sahənin təsiri altında fırlanacaqdır. Əqrəbin fırlanma istiqaməti qoşulacaq generatorun tezliyinin, şəbəkənin tezliyinə nisbətən az və ya çox olmasını göstərir.

Yüksək gərginlikli generatorların sinxronlaşdırma sxemi. İkiqat toplayıcı şinləri olan elektrik stansiyaları üçün sinxronlaşdırma kalonkası cihazlarının qoşulma sxemi 2.15-ci şəkildə göstərilmişdir. Bu sxemdə generatorların şinlə, eləcə də hər iki şin sisteminin bir-birilə sinxronlaşdırılması nəzərdə tutulmuşdur. Cihazların sinxronlaşdırma şinlərinə qoşulmuşdur. Bu şinlərə gərginlik sinxronlaşdırılan elementlərdən dörd cüt yuvalı ştepsel rozetkəsi (1) vasitəsilə verilir.

Şəkil 2.15. İki sistem şinli paralel işlədilən



generatorların sxemi.

Üç cüt yuva gərginlik vermək, 4-cü isə açarın bağlanma dövrəsini hazırlamaq üçündür. Müxtəlif növlü açarların müxtəlif xüsusi işləmə zamanları olduğundan, onlar üçün qabaqlama zamanı da müxtəlif olur. Bu anda sıfır voltmetrin əqrəbi sıfıra yaxın vəziyyətdə olmalıdır.

Avtomatik sinxronlaşdırma. Sinxronlaşdırma prosesinin avtomatlaşdırılması səhv qoşulmanı aradan qaldırır və prosesi kifayət qədər sürətləndirir, bununla bərabər işə qoşmanın dəqiqliyi də artır. Dəqiq sinxronlaşdırma prosesini avtomatlaşdırmaq üçün gərginlik və tezliyi avtomatik birləşdirən aparatlar tətbiq edilir. Sinxronizatorlar gərginlik bərabərləşdiricisi, tezlik bərabərləşdiricisi, sürüşmə relesi və qabaqlayıcı avtomatik rele quruluşlarından ibarətdir. İki növ avtomatik sinxronizator vardır. Bunlardan biri, sabit qabaqlayıcı zamanı olan sinxronizatorlardır. Bunlar bağlanma üçün lazımı şərait yaranana qədər avtomatik sabit zaman fasiləsi yaradır. 2-cisi, sabit və müəyyən qabaqlama bucağı olan sinxronizatorlardır. Bu sinxronizatorlarda sabit və müəyyən qabaqlama bucağı, həmişə sinxronlaşdırılan generatorun gərginliyi ilə işdə olan maşının şinindəki gərginlik arasında lazımı işə qoşma şəraitinin yaranmasından qabaq avtomatik əldə edilir.

Qeyd edilmişdir ki, avtomatik sinxronizatorlar:

- 1) generatorların cəld paralel işə qoşulmasını təmin edir;
- 2) konstruksiyası mürəkkəbdir;
- 3) avtomatika sxemini sadələşdirmək əvəzinə onu mürəkkəbləşdirir;
- 4) generatorların şəbəkəyə daha tez qoşulması lazım gələn qəza hallarında gərginlik və tezlik aşağı düşən zaman etibarlı işləmir.

Öz-özünə sinxronlaşdırma. Öz-özünə sinxronlaşdırma üsulu təsirləndirilməmiş generatoru sinxron sürətə qədər fırlandırmaq və şəbəkəyə qoşmaqdan ibarətdir; açar

vurulduqdan sonra dərhal generator təsirləndirilir və o sinxronizmə girir. Bu üsulun əllə dəqiq və avtomatik sinxronlaşdırmadan üstünlükləri aşağıdakılardan ibarətdir:

- 1) əməliyyatın sadəliyi;
- 2) generatorun səhv qoşulması halları və zədələnmə qorxusu olmur;
- 3) cəldliyi: generatorun fırlandırılması nəzərə alınmadıqda işə qoşulma vaxtı 3-5 san davam edir;
- 4) generatoru sistemin azaldılmış gərginliklərində ($0,5-0,6 U_n$) və tezliklərində (35 Hz) qoşma mümkün olur;
- 5) generatorun avtomatik sürət tənzimçisi və açarın distansiyadan idarəsi olmadıqda işə qoşma əlverişli olur;
- 6) işə qoşma prosesinin avtomatlaşdırılması sadədir;
- 7) asinxron işə salmadan istifadə edərək ehtiyat hidrogenatorun tez avtomatik paralel işə qoşulması mümkün olur;
- 8) qovma mühərrikli sinxron kompensatorların dövrəyə qoşma və işə salma prosesləri daha sadə avtomatlaşdırılır;
- 9) elektrik stansiyasını energetik sistemlə əlaqələndirilən enerji verilişi xəttinin açılması və ya dayanıqlığın pozulması nəticəsində sistemlə əlaqəsini itirən elektrik stansiyasının avtomatik təkrar qoşulması mümkün olur.

Generatorun sinxronizmə girmə şərtləri

Generatoru öz-özünə sinxronlaşdırma metodu ilə işə qoşma zamanı aşağıdakı momentlər təsir edir:

- 1) $M_{müh.}$ – hərəkət etdirici faktorun hesabına ilk mühərrikin yaratdığı moment;
- 2) $M_{müq.}$ – mexaniki müqavimət momenti;
- 3) $M_{sin.}$ – sinxron moment;
- 4) M_{rej} – reaktiv moment olub, statorun sinxron sahəsinin dalınca sürünən rotorun hesabına yaranır ki, bu da rotorun aydın

görünən qütblərində və ya dişlərində toplaşır, qiyməti isə kiçik sürüşmələr şəraitində

$$P_{rejim} = \frac{mU_s^2(X_d - X_q)}{2X_d \cdot X_q} \sin 2\delta \quad \text{olur.}$$

5) $M_{a\check{c}}$ – asinxron moment olub, statorun sinxron sahəsi ilə rotorun bütöv hissələrindəki cərəyanla və rotorun təsirlənmə dolağının müqaviməti ilə qapanan cərəyanlar hesabına yaranır.

6) $M_{\check{g}}$ – maşının hərəkət edən hissələrinin inersiya momentidir.

Aşağıdakı xarakterik hallarda rotorun sinxronizmə girmə şərtini araşdırmaq.

I hal. Tutaq ki, moment artımı yoxdur ($M_{art}=M_{m\ddot{u}h} - M_{m\ddot{u}q}= 0$), yəni hərəkət etdirici faktorun hesabına mühərrikdən alınan moment tamamilə, fırlanmadan alınan mexaniki itkinin aradan qaldırılmasına sərf olunur, onda $M_{m\ddot{u}h}$ hesabına sürətlənmə olmayacaqdır. Həm də təsirləndirilmiş generatora sinxron moment olmur ($M_{sin}= 0$). Onda

$$M_{art} = 0 = M_{reak} + M_{a\check{c}} + M_g$$

II hal. Tutaq ki, moment artımı vardır və generator şəbəkəyə rotorun sürəti sinxron sürətdən az bir sürətlə ($n < n_s$) qoşulmuşdur. Bu halda öz-özünə sinxronlaşdırma prosesi daha mürəkkəb olur, belə ki, generator rotorun xeyli sürətləndiyi bir vaxtda şəbəkəyə qoşulur.

Əgər moment artımı reaktiv momentdən çoxdursa, ($M_{art}>M_{reak}$), onda generatorun sinxronizmə girməsi yalnız onun rotor dövrəsinə təsirlənmə cərəyanı verdikdə, yəni sinxron moment olduqda mümkündür. Bu şərt daxilində $n=n_s$ olduqda $M_{as}=0$ və

$$M_{sin} + M_{reak} \succ M_{art} \text{ olur.}$$

III hal. Tutaq ki, moment artımı var və generator dövrəyə, rotorun sürəti sinxron sürətdən çox olduğu halda ($n > n_s$) vurulur.

Rotorun sinxron sürətə yaxınlaşdığı anlarda, sinxron moment o qədər arta bilər ki, hər hansı bir şəraitdə rotorun etibarlı sinxronizmə girməsi təmin olunur.

Sinxron moment elə qiymətə çatır ki,

$$M_{\sin} + M_{reak} + M_{as} \succ M_{art}$$

Bu zaman rotorun sürətlənməsi dayanır: sonra sürət azalmağa başlayır və rotor sinxron sürətlə fırlandıqda generator sinxronizmə girir.

Göründüyü kimi, rotor təsirləndirildikdə praktiki olaraq bütün hallarda generator sinxronizmə girir. Bütün bu deyilənlərdən görünür ki, aşağıdakı şərtlərə əməl edildikdə generatorun sinxronizmə girməsi daha da asanlaşır: rotorun sürəti sinxron sürətdən mümkün qədər az fərqləndikdə generator şəbəkəyə qoşulmalıdır; generator şəbəkəyə qoşulan kimi təsirləndirilmə verilməlidir.

III FƏSİL

YÜKSƏLDİCİ YARIMSTANSİYALAR

Transformatorların elementlərinin konstruksiyaları

Maqnit keçiricisi, dolaqlar, izoləedici yağla dolu çən, çıxışlar və genişləndiricidən ibarət olan əsas konstruktiv elementlər yağla dolu transformatorların çoxusunda ümumi hesab olunur.

Maqnit keçiricisi. Transformatorun maqnit keçiricisi bir fazalı və üç fazalı olur. Bir fazalı, eləcə də üç fazalı maqnit keçiricisi çubuqşəkilli və zirehli növlərə ayrılırlar. Müasir güc transformatorları demək olar ki, tamamilə çubuqşəkillidirlər. Maqnit keçiricisi, qalınlığı 0,35 və 0,5 mm olan ayrı-ayrı xüsusi transformator poladından hazırlanan vərəqlərdən yığılır. Polad vərəqlər istiliyə davamlı, lak və ya təxminən 0,04 mm nazikliyədə kağızla bir-birindən izolə edilir.

Müasir transformatorlarda çubuqlar və yarmo qatışıq şəkildə, qəfəsəli çərçivə kimi yığılır. Maqnit keçiricisi yığılıqdan sonra yuxarı yarmonun vərəqələri çıxarılır, dolaqlar çubuqlarda yerləşdirildikdən sonra yenidən yerinə bərkidilir. Bu yığma üsulu eyni zamanda böyük mexaniki davamlılığı, maqnitləşdirici cərəyanın minimal olmasını və yığma üçün lazım olan avadanlıqların az mürəkkəb olmasını təmin edir.

Transformatorun güc və tipindən asılı olaraq, preslənmə əməliyyatı birbaşa sancaq ilə və ya yarmonun kənarında olan xarici sancaq ilə aparılır. Bu sancaqlar vasitəsi ilə vərəqələrin qapanması qarşısını almaq üçün sancaqlar izolə edilir.

Transformatorların dolaqları. Dolaqlar yerləşmə üsuluna görə ayrılır: a) konsentrik dolaqlı transformatorlar; burada yüksək, alçaq, eləcə də orta gərginlik dolaqları silindr şəkildə çubuq üzərində konsentrik yerləşdirilir. Adətən alçaq

gərginlik dolağını çubuğa yaxın yerləşdirirlər ki, onu çubuqdan izolə etmək asan olsun. Dolaqları bir-birindən izolə etmək üçün izoləedici bakelitlənmiş kağız və ya elektrik kartonundan silindr tətbiq edilir.

Böyük güclü transformatorlarda əsas məsələlərdən biri olan istilik vermə şərtini yaxşılaşdırmaq üçün dolaqları, aralarında 5-6 mm ventilyasiya kanalları olan disk şəkilli sarğaclardan hazırlayırlar.

Əgər dolağın bir sarğısı bir neçə paralel naqıldən ibarətdirsə, onda cərəyanın bərabər paylanması üçün onların arasında transpozisiya aparırlar. Bu zaman naqıl ardıcıl olaraq bir təbəqədən digərinə keçir.

Güclü transformatorlarda soyutmanı artırmaq üçün radiatorların içərisində ventilyatorlar qurulur. Transformatorun qapağını bir qədər qalın poladdan hazırlayırlar. Qapaqla çənin yuxarı hissəsi arasında kiplik üçün yağa davamlı rezin və ya tıxacdan təbəqə qoyulur və qapaq çənə boltlarla sıxılır. Qapağın üstündə dolaqların ucları bərkidilən izolyatorlardan yerləşdirilir.

Maqnit keçiricisindən qapağa qədər olan məsafə bir adamın yerləşməsinə imkan verirsə, onda qapaq üzərində xüsusi çıxış yolu düzəldirlər. Bundan başqa qapağın üzərində genişləndirici və qoruyucu boru, yağın üst təbəqəsinin temperaturunu ölçmək üçün termometr, süzgəc-pres üçün kran, vakuum nasosunu birləşdirmək üçün qovşaq qutusu, transformatorun yüksüz gərginliyini tənzim etmək üçün dəyişdirici dəstək və çıxarılan hissəni qaldırmaq üçün halqa vardır.

Bəzi transformator tiplərində qapaq çıxarılan hissə ilə xüsusi bucaqlarla əlaqədar olur. Belə bir transformatorlarda çıxarılan hissə qapaqla birlikdə qaldırılır.

Genişləndirici. İstismar prosesində transformatorun yükündən və əhatə edən havanın temperaturunun dəyişməsinə asılı olaraq, yağın həcmi dəyişir. Temperatur

dəyişdikdə transformatorlar “nəfəs alır” temperatur azaldıqda havanı sorur, artdıqda isə havanı sıxıb çıxarır. Yağın genişlənməsi zamanı yağın kənara axıb tökülməməsi və ya çənin partlamaması üçün kiçik güclü transformatorlarda yağ qapağa çatinca tökmürlər.

Transformatorun yağ qızan zaman çəndə sıxılan havanın xaric olması və soyutduqda xarici havanın içəri sorulması üçün xüsusi olaraq dəşikli tıxac qoyurlar. Bu şərait daxilində yağ onu əhatə edən hava ilə görüşür. Buna görə də yağ təbii olaraq oksidlənir, nəmləşir və çirklənir, tədricən elektrik xarakteristikasını dəyişir, elektrik keyfiyyətini azaldır və izolyasiya materialı kimi yararsız hala düşür. Həcmi bəkdəki yağın həcmnin 10 %-nə bərabər olan genişləndirici yağın hava ilə görüşən səthini azaldır, onun oksidləşməsini məhdudlaşdırır, çəndəki yağ çirk və nəmdən qorumağa imkan verir.

Orta güclü transformatorun genişləndiricisi, onda olan yağın həcmi dəyişən zaman havanın sorulma və qovulması üçün dəşikli tıxacla təchiz edilir. Böyük güclü transformatorların genişləndiricilərini ucunda dəşikli tıxac olan və havadakı bərk hissəcikləri genişləndiriciyə buraxmamaq üçün narın toru olan boru ilə təchiz edirlər. Genişləndiricinin yuxarı hissəsində transformatora yağ tökmək üçün dəşik vardır; normal halda bu dəşik tıxac ilə bağlıdır.

Qəza hallarında transformatorun dolağında yaranıb yağın parçalanmasına və güclü qaz ayrılmasına səbəb olan qövs nəticəsində daxili təzyiqin artması hallarında çənin zədələnməsi qarşısını almaq üçün, gücü 1000 kVA və yuxarı olan transformatorların qapağı üzərində yağın çıxması üçün boru qoyulur. Borunun yuxarı ucu flansla təchiz edilir və şüşə vasitəsi ilə örtülür. Çənin içərisində təzyiq buraxılan həddən çox artdıqda şüşə partlayır, yağ və qazlar xaricə çıxır.

Transformatorun soyudulma üsulları

Dolağın misindəki və maqnit keçiricinin poladındakı itkilər transformatoru qızdırır. Bunlardan birincilər cərəyanın kvadratına proporsionaldır, ikincilər isə yükdən asılı deyildir. Transformatorun dolağının maqnit keçiricisi və yağının temperaturunu buraxıla bilən hədlərdə saxlamaq üçün transformatoru soyutmaq lazımdır.

Buna görə də transformatorun sonrakı konstruktiv tərtibatı onun soyudulma üsulundan xeyli asılı olur. Transformatorların əsas soyudulma üsulları bunlardır:

- 1) təbii hava soyudulması;
- 2) təbii yağ soyudulması;
- 3) təbii yağ və süni hava ilə üförmə;
- 4) süni su-yağ soyudulması;
- 5) süni hava-yağ soyudulması.

Gücü bir neçə kVA olan və gərginliyi 6-10 kV-dan çox olmayan transformatorlarda dolağın və maqnit keçiricisinin konstruktiv soyudulma səthi nisbətən az miqdarda ayrılan istiliyi kənar etmək üçün kifayətdir. Bu halda temperaturun artması yol verilən normanı keçmir.

Əvvəllər geniş yayılmış dalğavarı poladdan hazırlanan baklar indi hazırlanmır, çünki onlar az mexaniki möhkəm olur və transformatoru pis soyudur.

Təbii yağla soyutmada istiliyin alınması üçün istifadə edilən yağ, eyni zamanda izolyasiya rolunu oynayır. İstilik yağla alındıqda, proses belə gedir. Dolaq və maqnit keçiricinin qızmış səthi ilə bilavasitə yağ qızır və yuxarıya qalxır, orada daha soyuq yağla görüşür, azacıq soyuyur, sonra soyuducu borularla aşağı axaraq öz istiliyini boruların səthi ilə onu əhatə edən havaya verir. Soyudulmuş yağın əvəzinə yeni qızmış yağ qalxır. Beləliklə, transformatorun çənində daimi təbii yağ sirkulyasiyası baş verir.

Güclü transformatorlarda yağın soyuma intensivliyini artırmaq üçün süni hava üfurməsi ilə təbii yağ soyudulması tətbiq edilir. Bu halda ventilyatorun xüsusi hava borusu ilə vurduğu hava seli transformatorun çən və radiatorlarına üfürülür və onların səthində konveksiya yolu ilə istilik ötürmə prosesi xeyli gücləndirilir.

Böyük transformatorlarda əvvəllər süni su-yağ soyutması üsulu geniş yayılmışdı. Su-yağ soyutması da öz növbəsində iki cür olur:

a) bakın içərisində yuxarı hissədə yerləşmiş ilanvarı axıdılan məcburi su sirkulyasiyası ilə;

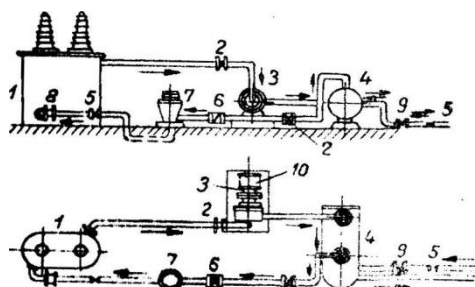
b) məcburi yağ sirkulyasiyası ilə; belə transformatorlarda yağ nasos vasitəsi ilə çəndən su soyuducusuna vurulub soyudulmuş yağ yenidən baka qaytarılır.

Bir sıra xarakterik nöqsanlarına görə məcburi su sirkulyasiyalı su-yağ soyutması müasir transformator konstruksiyalarında tətbiq edilmir.

1-ci şəkildə məcburi yağ sirkulyasiyalı süni su-yağ soyutması olan transformatorun sxemi göstərilmişdir.

Bu transformatorada (1) elektrik mühərriki (10) ilə fırlanan mərkəzdənqaçma nasos (3) isti yağı alıb su soyuducusuna (4) axıdır. Soyuducuda yağ soyuyur və yenidən siyirtmədən (2), yağ ölçəndən (6), hava ayırıcısından (7), yağın kəsilməsini göstərən signal aparatından (5) və süzgəcdən (8) keçərək transformatora qaydır. Soyuq su kəmərinə sərflənən suyun miqdarını ölçmək üçün su ölçən (9) qoyulmuşdur.

Yağ soyuducuları adətən boru şəkilli olur. Yağ soyuducusunun elementləri aşağıdakılar hesab olunur: yuxarı su kamerası (1) sərt bağlanmış yuxarı boru lövhəsi (2), su üçün bürünc borular (3), yağı yönəltmək üçün polad arakəsmələr (4), aşağı boru lövhəsi (5), aşağı su kamerası (6). Borular ilə (3) soyuducu su, borulararası boşluqdan isə təzyiqlik altında transformator yağı axır.



Şəkil 3.1. Yağ transformatorun soyutma sxemi.

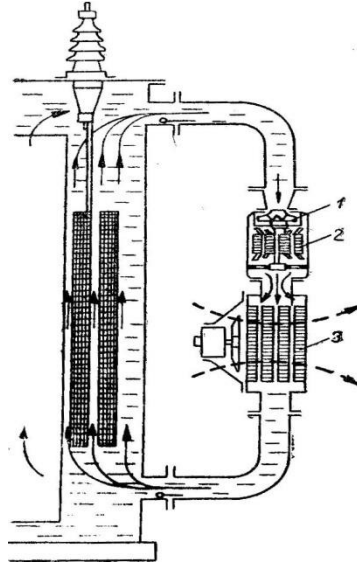
Yağdakı istilik boruların divarları ilə suya verilir. Yağ soyuducuları adətən soyuducu suyun ən yüksək temperaturu olan $+25^{\circ}\text{C}$ -yə görə hazırlanır. Soyuducu suyun yağa keçməsi qarşısını almaq üçün soyuducuda yağ, suya nisbətən yüksək təzyiqlik altında saxlanılır. Beləliklə, yağ soyuducusunun borularında kiplik olmadıqda və ya borular partladıqda belə su, transformator yağına keçə bilmir, təzyiqlik altında olan yağ suya axır.

Buna görə də, yağ-su soyutması və yağ sirkulyasiyası ilə işləyən transformatorlar yağ və suyun sirkulyasiyasının dayandığını bildirən siqnalizasiya (5) ilə təchiz edilməlidir.

Süni hava üfurməsi ilə təbii yağ soyutması olan transformatorlar ən böyük və güclü transformatorlardır. Transformatorun qurulduğu yer məhdud olduqda su və ya hava ilə soyudulan məcburi yağ sirkulyasiyası tətbiq edirlər. Bu şəraitdə istilikvermə çox intensiv getdiyindən, transformatorlar daha yığcam və nisbətən kiçik soyudulma səthli hazırlanır. Böyük güclü transformatorlar üçün su və hava ilə sirkulyasiyalı soyutma üsulundan da istifadə edilir.

Yağ borusu sistemində qurulan mühərrikli (2) nasosu (1) olan sirkulyasiyalı hava soyutmasının sxemlərindən biri 2-ci şəkildə göstərilmişdir. Belə konstruksiya soyuducularının (3)

ölçüləri kiçikdir ki, bu da transformatorun ümumi çəkisini azaldır.



Şəkil 3.2. Transformatorada yağın sirkulyasiyası sxemi.

Transformatorlarda transformasiya əmsalının dəyişdirilməsi üçün qurğu

Şəbəkənin yükü gün və il ərzində dəyişir, bunun nəticəsində şəbəkədəki bütün elementlərdə - xətlərdə və transformatorlarda gərginlik itkiləri də dəyişir. İşlədiciləri bəsləyən alçaldıcı transformatorların şinlərində və elektrik enerjisi qəbul edicisinin sıxaclarında gərginliyin dəyişməsi müşahidə olunur.

Elektrik sisteminin bütün iş rejimlərində, bütün işlədicilərin sıxaclarında gərginliyi onların nominal gərginliyinə bərabər və sabit saxlamaq praktiki cəhətdən mümkün deyildir. Buna görə də sistemin layihə və istismar

edilməsi zamanı cərəyan işlədicilərinin sıxaclarında gərginliyin nominal qiymətdən bir qədər meyl etməsinə icazə verilir. Bu gərginlik meyli işlədicilərin işini, yaxşı göstəriciləri olan elektrik enerjisi ilə təmin etmək üçün nisbətən kiçik dairədə məhdudlanır.

Quruluş qaydalarına görə gərginliyin meyli $\pm 5\%$ ölçüsündə təyin edilmişdir. İşlədicilərdə ən alçaq gərginlik ən böyük yükdə alınır, ən böyük gərginlik isə ən az yükdə alınır, buna görə də cərəyan işlədicilərin sıxaclarında və alçaldıcı yarımrastansiyanın şinlərində ən böyük gərginlik meyli bu rejimlərdə baş verəcəkdir.

Elektrik enerji işlədicisinin normal işi üçün, onun sıxaclarındakı gərginliyi nominal gərginliyə bərabər olan sabit və ya nominal qiymətdən buraxıla bilən hədlərdə fərqlənən qiymətlərdə saxlamaq lazımdır.

Elektrik enerji işlədicilərində gərginlik buraxıla bilən həddən kənara çıxdıqda gərginliyi tənzim edirlər. İstismar zamanı elektrik sistemlərində gərginlik müxtəlif üsullarda tənzim edilir, məsələn:

- 1) elektrik stansiyalarında generatorların təsirlənməsini dəyişdirməklə;
- 2) şəbəkələrdə sinxron kompensator və ya statik kondensatorlarla;
- 3) şəbəkələrdə transformatorların transformasiya əmsallarını dəyişdirməklə və s.

Transformatorun transformasiya əmsalı praktiki olaraq transformatorun dolaqlarından birisində olan əlavə budaqlanma ilə dəyişdirilir. Cərəyan daşıyan naqillərin və çıxışların en kəsilişinin böyük alınmamağı üçün iki dolaqlı transformatorlarda əlavə budaqlanma adətən yüksək gərginlik dolağında, üç dolaqlılarda isə yüksək və orta gərginlik dolaqlarında qoyulur. Transformatorun güc və gərginliyindən asılı tənzimləyici budaqlanmalar ya dolağın neytralının yanında, ya da onların orta hissələrində düzəldilir.

Axırıncı halda dolaq iki hissəyə ayrılır. Budaqlanmanın ikinci üsulla həyata keçirilməsi daha səmərəlidir, belə ki, bu halda dolaqların simmetrikliliyi az pozulur. Bu işə birinci üsula nisbətən 3-4 dəfə az əlavə mexaniki qüvvə yaradır.

Transformatorların transformasiya əmsalını iki üsulla dəyişdirmək olar:

- 1) transformator açılmış halda;
- 2) yük altında.

Transformatorların yüklənmə və artıq yüklənmə qabiliyyəti

Soyuducu mühitin nominal temperaturu şəraitində uzun müddət nominal güclə işləyən transformatorlar bir qayda olaraq artıq yüklənməlidir, çünki, artıq yüklənmə izolyasiyanın işləmə müddətinin azalmasına səbəb olur.

Transformatorların istismar şəraitindən, yük qrafikindən və əhatə edən havanın temperaturundan asılı olaraq aparılan ətraflı tədqiqat əsasında normal və qəza hallarında artıq yüklənmələrə yol verilə bilər.

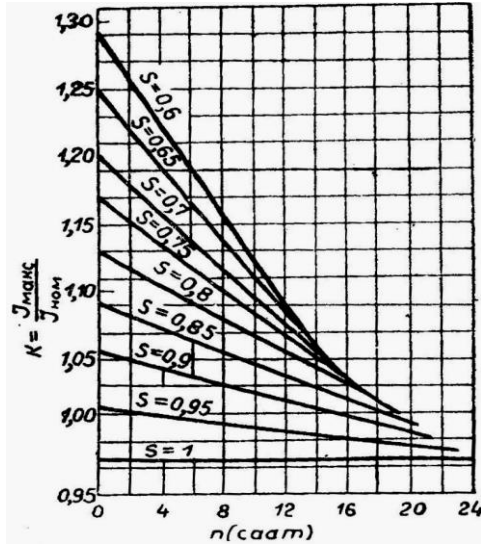
Normal artıq yüklənmə. Normal artıq yüklənməyə gündəlik yük qrafikindən və transformatorun yay vaxtı normadan az yüklənməsindən asılı olaraq icazə verilir. 1-ci şəkildə təbii və üfurməli soyutması olan transformatorlar üçün yüklənmə qabiliyyətinin diaqramı göstərilmişdir. Bu diaqram üzrə hər bir transformator üçün gündəlik qrafikin doldurma əmsalından k_d və maksimumun davamiyyət müddətindən Π (saatla) asılı olaraq, buraxıla bilən artıq yüklənmə dəfəliyini təyin etmək olar.

Buraxıla bilən artıq yüklənməni bu diaqramla hesabladıqda, izolyasiyanın dağılması fasiləsiz nominal yüklənmədə olan təbii dağılmanın 80 %-ni təşkil edir.

Yük qrafikinin doldurma əmsalını aşağıdakı formul ilə təyin edirlər.

$$K_d = \frac{\Sigma I t}{24 I_{maks}} \quad \text{və ya} \quad K_d = \frac{I_{orta}}{I_{maks}}$$

Havanın orta illik temperaturu $\theta_{0or} = +5^\circ C$ -dən fərqli olan yerlərdə qoyulmuş transformatorlar üçün artıq yüklənmə əmsalının buraxıla bilən qiymətini (K -ni) C əmsalına vurmaq lazımdır: $C = 1 + \frac{5 - \theta_{0or}}{100}$



Şəkil 3.3. Transformatorun artıq yüklənməsinin zamandan asılılığı qrafiki.

Transformatorların çoxunda yük qısa nisbətən yayda çox aşağı (20-30%) olur, izolyasiyanın dağılması isə yayda təbii dağılmadan az olur. Bu hal transformatorun təbii işləmə müddətində onun yüklənmə qabiliyyətindən daha tam istifadə etməyə imkan yaradır.

Göstərilmiş artıq yüklənmə qiymətləri təbii yağ və üfurməli soyutması olub açıq havada qurulan vətən transformatorlarına aiddir.

Transformatorlar qapalı binalarda qurulduqda bu qaydalardan istifadə etmək olar, ancaq ümumi yüklənmə 20 %-dən çox olmamalıdır.

Generatorla blok işləyən transformatorların artıq yüklənmələrinin qiyməti generatorlarda buraxıla bilən artıq yüklənmə ilə müəyyən edilir. Yağ-su və ya yağ-hava soyutması olan transformatorların artıq yüklənməsi istehsal edən zavodun xüsusi göstərişi ilə təyin edilir.

Qəza hallarında artıq yüklənmələr. Qabaqkı yüklərdən və əhatə edən mühitin temperaturundan asılı olmayaraq xüsusi hallarda ehtiyat olmadıqda cədvələ uyğun qəza halında artıq yüklənməyə icazə verilə bilər.

Cədvəl 3.1.

Transformatorun artıq yüklənmə cədvəli

Transformatorların qəza halında artıq yüklənmələri, % ilə	30	60	75	100	140	200
Buraxıla bilən davamiyyət müddəti, dəq. ilə	120	30	15	7,5	3,5	1,5

Buraxıla bilən qızma temperaturu

Dəyişən cərəyanın çevrilmə prosesində transformatorada itən elektrik enerjisi dolaqda, maqnit keçiricisində və transformatorun başqa hissələrində istilik şəklində ayrılır. Bu halda transformator qızır və onun ayrı-ayrı hissələrinin temperaturu onu əhatə edən mühitin temperaturundan çox olur. Transformatorada enerji itkisi artdıqca onun qızması da artır.

Transformatorun qızması uzunmüddətli və qısamüddətli yüklərdə onun gücünü məhdudlaşdıran əsas səbəbdir. Transformatorun qızması hər şeydən əvvəl onun dolaqlarının izolyasiyasına təsir edir, belə ki, dolağın izolyasiyası qızdıqda köhnəlir.

Dolaq izolyasiyasını əhatə edən mühitin temperaturu yüksək olduqca o öz mexaniki və elektrik xüsusiyyətlərini tez itirir və bir qədər də tez köhnəlir.

Yüksək temperatur altında yağ da öz izolyasiya xüsusiyyətini itirir, oksidləşir, köhnəlir. Dolaqlar üçün buraxıla bilən qızma temperaturu elə seçilməlidir ki, transformatorların azı 20 il ərzində işləmə müddətini təmin etsin.

Beləliklə, yağlı transformatorların ayrı-ayrı hissələrinin ən böyük qızma temperaturu:

- dolaq üçün (müqavimət üsulu ilə ölçüldükdə), 105°C;
- maqnit keçiricisi üçün (səth üzərində) 110°C;
- yağ üçün (üst təbəqələrdə) 95°C təşkil edilir.

Əgər transformatorun istismar prosesində onun dolaqlarının qızma temperaturunu sabit olaraq həmişə 105°C qəbul etsək, onda tədqiqatın göstərdiyinə görə transformatorun işləmə müddəti 2 ildən az olur.

Bundan başqa tədqiqat göstərir ki, transformatorun izolyasiyasının dağılması və işləmə müddəti transformator qurulan yerin orta illik temperaturlarından asılıdır. Orta illik temperatur yüksək olduqca transformatorun işləmə müddəti azalır. Belə ki, havanın temperaturunun gün və mövsüm ərzində dəyişmələri, eləcə də müxtəlif yerlərdə orta illik temperatur eyni olmur.

Transformatorun kilovolt-ampərlə nominal gücü soyuducu mühitin normal temperaturu şəraitində, yəni transformator açıq havada qoyulduğu zaman təbii orta illik temperatur dəyişməsi +5°C-yə bərabər və periodik yaranan maksimal temperatur +35°C-yə bərabər olduğu halda, onun hesablama gücünə deyilir. Bu hesablama gücündə izolyasiyanın köhnəlməsi ilə təyin olunan normal işləmə müddəti (20 il) ərzində transformator fasiləsiz yüklənə bilər.

Əgər transformatorun işlədiyi yerdə havanın orta illik temperaturu

$\theta_{or.i} = 5^\circ C$ -dən çox və ya azsa, onda bu şəraitdə buraxıla bilən yük aşağıdakı formül ilə təyin edilir:

$$S'_{nom} = S_{nom} \left(1 + \frac{5 - \theta_{or.i}}{100}\right)$$

Həqiqi şəraitdə transformatorun yükü heç bir zaman nominal yükə bərabər və sabit olmur, gün ərzində və ilin fəsillərindən asılı olaraq dəyişir.

Transformatorların qənaətli iş rejimləri

Yarımstansiyanın şinlərindən tələb olunan yük, dəyişən xarakterlidir. Odur ki, yarımstansiyaların şinlərinə paralel qoşulmuş transformatorların sayı texniki-iqtisadi nöqtəyindən seçilməlidir.

Dəyişən yük şəraitində yarımstansiyanın şinlərinə paralel qoşulmuş transformatorların məqsədə uyğun qənaətli iş rejiminin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, transformatorların istənilən sayında, onlarda yaranan güc itkisi minimal qiymətdə olsun. Mənbədən transformatora verilən 1 kvar reaktiv gücə düşən aktiv güc itkisinə reaktiv gücün qənaətli ekvivalenti deyilir, K_{ek} .

Köçürülmüş aktiv güc itkisinin ($\Delta P'$) transformatorun gücündən (S) asılılığı 2-ci şəkildə 1 əyrisi ilə əyani surətdə göstərilmişdir.

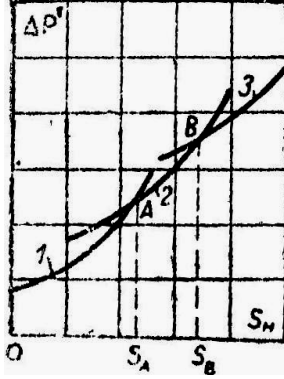
Bu qrafikdə 1 əyrisi bir transformatorun, 2-əyrisi iki transformatorun və 3 əyrisi üç transformatorun işlədiyi hala müvafiqdir. 1 və 2 əyrilərinin kəsildiyi (A) nöqtəsi S_A yükünü verir.

Yüklənmə əmsalı:

$$\Delta P'_T = \Delta P'_0 + \frac{\Delta P'_k}{S_{tr.nom}^2} \cdot S_{yük}^2$$

$\Delta P'_0 = a$ və $\frac{\Delta P'_k}{S^2_{tr.nom.}} = b$ ilə işarə etsək alarıq:

$$\Delta P'_T = a + bS^2_{yük}$$



Şəkil 3.4. Transformatorlarda yaranan itkilərin gücündən asılılıq qrafiki.

Bu ifadə koordinat başlanğıcından keçməyən parabolanın tənliyidir.

Əgər yarımstansiyada bərabər güclü eyni tipli transformatorlar qoyularsa, onda köçürülmüş güc itkilərinin ayrıləri aşağıdakı tənlik vasitəsi ilə qurulmalıdır:

$$\Delta P'_{T.p} = n \cdot \Delta P'_0 + \frac{\Delta P'_k}{n \cdot S^2_{tr.nom.}} \cdot S^2_{yük}$$

Eyni tipli olmayan və eyni zamanda işləyən müxtəlif güclü transformatorlar üçün köçürülmüş güc ayrıləri belə bir tənlik vasitəsi ilə qurulur:

$$\Delta P'_{T.p} = \sum \Delta P'_0 + \frac{\sum \Delta P'_k}{(\sum S_{tr.nom.})^2} \cdot S^2_{yük}$$

Beləliklə, yarımstansiyalarda bərabər güclü və eyni tipli transformatorlar, yaxud eyni tipli olmayan müxtəlif güclü transformatorlar qoyulan zaman onların qənaətli iş rejimlərini

qrafiki təyin etməkdən ötrü köçürülmüş güc ayrılarını qurmaq lazımdır.

Transformatorun f.i.ə. elə bir yük şəraitində maksimum olur ki, onun yüksüz işləmə itkiləri qısaqapanma itkilərinə bərabər olsun, yəni: $\Delta P'_0 = \beta^2_e \cdot \Delta P'_k$

$$\text{yaxud } \Delta P_0 + K_e \Delta Q_0 = (\Delta P_k + K_e \Delta Q_k) \frac{S_{\text{şin}}^2}{S_{\text{tr.nom}}^2}$$

Buradan transformatorun ən əlverişli yükü:

$$S_{\text{şin}} = S_{\text{tr.nom}} \sqrt{\frac{\Delta P_0 + K_e \cdot \Delta Q_0}{\Delta P_k + K_e \cdot \Delta Q_0}}$$

Yarımsansiyada bərabər güclü eyni tipli transformatorlar qoyulduğu halda, eyni vaxtda paralel işləmək üçün qoşulacaq transformatorların əlverişli sayları transformatorların müxtəlif saylarında güc itkisinin bərabər olması şəraitindən tapılır, yəni:

$$\begin{aligned} n(\Delta P_0 + k_e \cdot \Delta Q_0) + \frac{\Delta P_k + k_e \cdot \Delta Q_k}{n} \left(\frac{S_{\text{şin}}}{S_{\text{tr.nom}}} \right)^2 = \\ = (n \pm 1)(\Delta P_0 + k_e \cdot \Delta Q_0) + \frac{\Delta P_k + k_e \cdot \Delta Q_k}{n} \left(\frac{S_{\text{şin}}}{S_{\text{tr.nom}}} \right)^2 \end{aligned}$$

Bu şərtin təhlili göstərir ki:

a) paralel işləyən n qədər transformatorlara bir transformatorun əlavə qoşulması o vaxt məqsədə uyğun sayılır ki, şindəki yük

$$S_{\text{şin}} \geq S_{\text{tr.nom}} \sqrt{n(n+1) \frac{\Delta P_0 + K_e \cdot \Delta Q_0}{\Delta P_k + K_e \cdot \Delta Q_0}} \quad \text{şərtini ödəsin.}$$

b) paralel işləyən n qədər transformatorlardan birinin açılması, şindəki yükün aşağıdakı şəraiti ödədiyi halda əlverişli olar:

$$S_{\sin} \leq S_{tr.nom} \sqrt{n(n-1) \frac{\Delta P_0 + K_e \cdot \Delta Q_0}{\Delta P_k + K_e \cdot \Delta Q_0}}$$

Sənaye müəssisələrinin yarımstansiyaları üçün istehsal edilən transformatorların məqsədə uyğun qənaətli yükünü reaktiv gücün müxtəlif ekvivalent əmsalları üçün qabaqcadan hesab etmək olar.

Güc transformatorlarında güc və enerji itkiləri

Güc transformatorlarında aktiv güc itkilərinin qiymətini sadə yolla təyin etmək üçün aşağıdakı formoldan istifadə edilir:

$$\Delta P_T = \Delta P_0 + \Delta P_k \beta^2 [kVt]$$

Transformatorun aktiv enerji itkisinin qiyməti aşağıdakı formoldan tapılır:

$$\mathcal{E}_a = \Delta P_0 T_b + \tau \Delta P_k [kVt.s]$$

Transformatorun sərf etdiyi reaktiv güc belə bir ifadə ilə təyin edilir:

$$\Delta Q_T = \Delta Q_0 + \Delta Q_k \beta^2 [kVar]$$

Reaktiv enerji itkisinin qiyməti aşağıdakı formul ilə təyin edilir:

$$\mathcal{E}_{r.i.} = \Delta Q_0 T_b + \Delta Q_k \cdot \beta^2 [kVar.s]$$

Normal halda transformator üçün $T_h = T_b$ olmalıdır. Transformatorların gücü məlum olmadığı hallarda, onlardakı itki təqribi olaraq aşağıdakı kimi nəzərə alınır.

Transformatorlarda aktiv güc itkisi ΔP_T orta hesabla transformatorun ikinci tərəf gərginliyindəki S_2 yükünün 2,0 %-ni, yəni $\Delta P_T = 0,02 S_2$, reaktiv itkisinin qiyməti ΔQ_T isə orta hesabla S_2 -nin 10 %-ni, yəni $\Delta Q_T = 0,1 S_2$ təşkil edir.

Bu halda transformatorun birinci tərəf gərginliyində P_1 , Q_1 və S_1 yükləri aşağıdakı qayda üzrə təyin edilir:

Birinci gərginlik tərəfində aktiv yük:

$$P_1 = P_2 + \Delta P_T = P_2 + 0,02 \cdot S_2 \text{ və ya}$$

$$P_1 = S_2 (\cos \varphi_2 + 0,02).$$

Birinci gərginlik tərəfdə reaktiv yük:

$$Q_1 = Q_2 + \Delta Q_T = Q_2 + 0,1 \cdot S_2$$

və ya

$$Q_1 = S_2 (\sin \varphi_2 + 0,1).$$

Birinci gərginlik tərəfdə ümumi yük aşağıdakı ifadədən tapılır:

$$S_1 = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2}$$

$$\text{və ya } S_1 = S_2 \sqrt{(\cos \varphi_2 + 0,02)^2 + (\sin \varphi_2 + 0,1)^2}$$

Əgər $S_2 = 1$ qəbul etsək, onda $\cos \varphi_2$ -dən asılı olaraq S_1 aşağıdakı kimi ifadə olunur:

S_1	1,02	1,06	1,08	1,085	1,09
$\cos \varphi_2$	1	0,9	0,8	0,7	0,6

Misal üçün, transformatorun alçaq gərginlik tərəfində yük $S_2 = 26000$ kVA, $\cos \varphi_2 = 0,8$ olsa, transformatorun yüksək gərginlik tərəfində yük:

$$S_1 = 1,08; S_2 = 26000 \cdot 1,08 = 28080 \text{ kVA olar.}$$

Şin və kabellərin normal rejimi şərtinə görə en kəsilişlərinin seçilməsi

Normal rejim şərtlərinə görə şinlərin en kəsilişləri:

- 1) uzun müddət buraxılabilən yük cərəyanına görə;
- 2) uzunmüddətli buraxılabilən qızma şərtinə görə;
- 3) iqtisadi cəhətdən əlverişli cərəyan sıxlığına görə seçilir.

Kabellər isə:

- 1) nominal gərginliyə;
- 2) uzunmüddətli buraxılabilən yük cərəyanına görə;

3) iqtisadi cəhətdən əlverişli cərəyan sıxlığına görə seçilir.

Şin və kabellərin uzun müddət buraxılabilən yük cərəyanına görə en kəsilişlərinin seçilməsi

Şin, kabel və naqillərin en kəsilişləri standartlaşdırılmışdır. Şin və kabellərin en kəsilişləri elə seçilməlidir ki, uzunmüddətli buraxılabilən maksimal yük cərəyanlarında onların qızma temperaturları qoyulmuş normadan artıq alınmasın. Bu zaman aşağıdakı şərt gözlənilməlidir:

$$I_{bur.} \succ I_{i\dot{s}.mak.}$$

burada I_{bur} – cərəyan daşıyan hissələrin uzunmüddətli buraxıla bildiyi cərəyan;

$I_{i\dot{s}.mak.}$ - dövredə ola bilən ən böyük uzunmüddətli iş cərəyanıdır.

a) əhatə edən havanın hesablanma temperaturu $\theta_{hes.} = \pm 25^{\circ} C$ olduqda, şinlərdə buraxılabilən qızma temperaturu $\theta_{bur.} = \pm 70^{\circ} C$ olmalıdır.

Əhatə edən havanın hesablanma temperaturu $\theta_{hes.} = \pm 25^{\circ} C$ olduqda, normal gərginlikdən asılı olaraq, açıq havada qoyulmuş kabellərdə $\theta_{bur.} = 50 \div 80^{\circ} C$ olmalıdır. Əgər kabel yer altında yerləşmiş olarsa, onda torpağın temperaturu $\theta_{hes.} = \pm 15^{\circ} C$ götürülür.

b) şinlərin qoyulma vəziyyətlərindən asılı olaraq cədvəldə göstərilən bura-xılabilən cərəyanlar bir-birindən təxminən 5-8 % fərqlənir.

Əgər əhatə edən mühitin hesablanma temperaturu $+25^{\circ} C$ —dən fərqlənsə, aşağıdakı formullarla təyin edilən k_1 və k_2 müvafiq düzəliş əmsalları nəzərə alınmalıdır:

$$k_1 = \sqrt{\frac{\theta_{bur} - \theta_{hes}}{\theta_{bur} - 25}}; \quad k_2 = \sqrt{\frac{\theta_{bur} - \theta_{hes}}{\theta_{bur} - 15}}$$

burada θ_{bur} . - şin və kabellərin uzunmüddətli işləməsindən alınan maksimal buraxıla bilən temperaturdur. K_1 və $K_2 = \frac{I_{hes}}{I_{bur}}$.

Beləliklə, düzəliş əmsallarını və cədvəldən götürülmüş uzunmüddətli buraxılabilən cərəyanı bildikdən sonra əhatə edən mühitin temperaturu buraxılabilən temperaturdan fərqləndikdə, cərəyan daşıyan hissələrin buraxılabilən iş cərəyanlarını aşağıdakı formulalara əsasən hesab edə bilərik:

$$I_{y.iş} = k_1 \cdot I_{bur} \quad \text{və} \quad I_{y.iş} = k_1 \cdot I_{bur}$$

Əgər bir xəndəyə bir neçə kabel döşənmişsə, o zaman buraxılabilən yükü təyin etmək üçün k^3 düzəliş əmsalı nəzərə alınır. Əgər kabel istilik müqaviməti 120 Om.sm-dən fərqli olan torpaqda döşənmişsə, o zaman buraxılabilən yükü təyin etmək üçün, torpağın xüsusi müqaviməti üçün düzəliş əmsalı nəzərə alınır. Beləliklə, düzəliş əmsallarını nəzərə alaraq, açıq havada yerləşmiş kabel üçün buraxılabilən yük:

$$I'_{bur} = k_1 \cdot k_3 \cdot I_{bur} \text{ olur.}$$

Torpaq xəndəyində yerləşən kabellər üçün isə $I'_{bur} = k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot I_{bur}$ alınır ki, burada da I_{bur} —kabelin buraxılabilən cərəyanı; $I_{iş.mak.}$ —u təyin etdikdə aşağıdakıları nəzərə almaq lazımdır:

a) generator dövrləri üçün – gərginlik normaldan 5 % aşağı düşdükdə, generatorun normal güc altında işləməsinin mümkün olduğunu;

b) transformator dövrləri üçün – artıq yüklənmə qabiliyyətindən istifadə etməyin mümkün olduğunu;

v) xətləri bəsləyən dövrlər üçün – ehtiyatı nəzərə almaqla şəbəkənin sxemini;

q) stansiya və yarımstansiyanın toplayıcı şinləri üçün – müxtəlif istismar rejimləri zamanı ən böyük cərəyanın mümkün olduğunu.

Toplayıcı şin boyu ola bilən cərəyanları təyin etmək üçün, şinlərə qoşulmuş generatorların və transformatorların güclərini və çıxış xətlərinin yüklərini, eləcə də toplayıcı şinlə qarşılıqlı bağlanmış bütün dövrləri mütləq nəzərə almaq lazımdır.

Nəzərə almaq lazımdır ki, dövrləri toplayıcı şinlərə qoşduqda, şin boyu ən az cərəyan axsın. Odur ki, dövrlərin şinlərə belə bağlanması seksiyaları bəsləyən gücün $0,7 \div 0,75$ -nə müvafiq olaraq şinlərin en kəsilişlərini seçməyə imkan yaradır.

110 və 220 kV-luq yüksək gərginlik toplayıcı şinlərdə $I_{\text{iş.mak-u}}$ tapmaq üçün, bu şinlər vasitəsi ilə şəbəkəyə keçən gücü də nəzərə almaq lazımdır.

Cərəyan sıxlığına görə kabel və şinlərin iqtisadi cəhətdən əlverişli en kəsilişlərinin seçilməsi

Əgər cərəyan daşıyan elementlərin yükü t zamanı ərzində sabit qalarsa, onda bu zaman fasiləsi üçün enerji itkisi

$$\Delta \Theta = 3I^2 \cdot R \cdot t = 3I^2 \cdot \frac{\rho \cdot l \cdot t}{q} \cdot 10^{-3} [kVt.s] \text{ olar.}$$

Bu ifadədən görünür ki, cərəyan daşıyan elementlərin en kəsilişlərini (q) artırırsaq, onlarda enerji itkilərini azaltmış olarıq, bununla da stansiyanın qoyulmuş gücü və bu gücə kapital qoyuluşu azalar. Digər tərəfdən, şin konstruksiyalarına, kabel və hava xətlərinin qoyulmasına, onların amortizasiya və təmirinə ayrılmış kapital qoyuluşu artmış olur. Cərəyan daşıyan elementlərin en kəsilişlərini azaltdıqda isə, yuxarıda dediklərimizin əksi alınır. Cərəyan daşıyan elementlərin illik istismar xərcləri bunlardır:

1) cərəyan daşıyan elementlərdə itən elektrik enerjisinin qiyməti;

2) avadanlığın amortizasiyaya hesablanmış ayrımı və cari təmiri üçün xərclər;

3) cərəyan daşıyan elementlərin idarə edilməsi xərcləri.

Cərəyan daşıyan elementlərin ən kəsilişlərinin müqayisəli hesablanmasında, istismar xərclərinin birinci və ikinci mürəkkəbələri dəyişəndir, çünki onlar cərəyan daşıyan elementlərin ən kəsilişindən asılıdır. Üçüncü, mürəkkəbə isə sabitdir, çünki cərəyan elementlərin ən kəsilişindən asılı deyildir. Buna görə cərəyan daşıyan elementlərin ən kəsilişlərinin müqayisəli hesablanmasında onu nəzərə almamaq da olar. Bu mürəkkəbə bütün müqayisə ediləcək variantlara istismar xərclərinin sabit qiyməti şəklində daxil edilə bilər. Bir ildə itən elektrik enerjisinin dəyəri manat hesabı ilə bərabərdir:

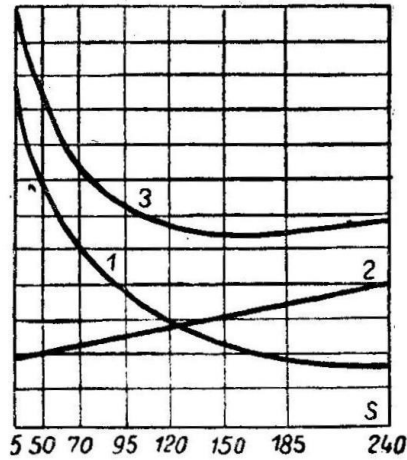
$$C_e = 3I_{yb}^2 \cdot \frac{\rho \cdot l}{q} \cdot \tau \cdot \beta \cdot 10^{-3} [\text{man.}]$$

burada: τ - itmə müddəti; $I_{y.b.}$ - ən böyük yük cərəyanıdır.

İtən enerji dəyərinin, cərəyan elementlərin ən kəsilişindən asılılığı 1-ci şəkildə 2 əyrisi ilə göstərilmişdir. Amortizasiya və təmir fonduna ayırım, adətən cərəyan daşıyan elementlərin qurulma dəyərinin faizi ilə hesablanır. Buna görə də cərəyan daşıyan elementlərin illik amortizasiya və təmirinə hesablanmış ayrımlar belə tapılır:

$$C_{a.t.} = \frac{P\%}{100} \cdot C_l (\text{man})$$

burada C_l – cərəyan daşıyan elementlərin qurulma dəyəri ; $p\%$ -hesablanmış ayırımdır.



Şəkil 3.5. Elektrik naqillərinin optimal en kəsiyinin seçilmə sxemi.

Cərəyan daşıyan elementlərin qurulma dəyərinin, onların en kəsilişləri ilə proporsional artdığını qəbul etmək olar. Bu halda cərəyan daşıyan hissələrin təmirinə və amortizasiyaya sərf edilən xərclərin en kəsilişindən asılılığı 1-ci şəkildə düz xətt (2) ilə göstərilmişdir.

İstismar xərclərinin dəyişən mürəkkəbəsinin illik cəmi:

$$C_{\Sigma} = C_{a.t} + C_e = C_{a.t.} + \frac{3I_{y.b.}^2 \cdot \rho \cdot l}{q} \cdot \tau \cdot \beta \cdot 10^{-3} \text{ (man)}$$

1 və 2 ayrılarının ordinatlarını qrafiki yolla topladıqda 3 əyrisini alırıq, bu əyri ümumi istismar xərclərinin dəyişən mürəkkəbələrinin kabelin en kəsilişindən asılılığını xarakterizə edir. 3 əyrisindən görünür ki, ən az istismar xərcləri, en kəsilişi təxminən 150 mm² olan kabelə müvafiqdir. Bundan böyük və kiçik en kəsilişi olan kabellərdə istismar xərcləri artır.

Eyni zamanda 3 əyrisi göstərir ki, en kəsilişi 95, 150 və 240 mm olan kabeldə istismar xərcləri olduqca az artır.

Şəbəkənin hesablanmasıda götürülən layihə yükləri, şəbəkənin qurulmasından 5-10 il sonra alınır. İstismarın birinci illərində xəttin yükü adətən hesablanmış yüklərdən az olur.

Göstərilən vəziyyətə əsaslanaraq, demək olar ki, naqillərin en kəsilişlərini ən az istismar xərclərinə görə seçmək əlverişli deyildir. Doğrudan da məsələnin belə həlli, istismar xərclərini az azaldır, əlvan metalın, tikinti materiallarının və kapital qoyuluşunun olduqca çox artırılmasını tələb edir. Xalq təsərrüfatı nöqtəyi-nəzərindən en kəsilişi az olan xətlərin qurulması minimum istismar xərcləri cəhətdən daha əlverişlidir. Naqillərin en kəsilişlərinin minimum istismar xərclərinə görə seçilməsi, böyük miqdarda əlvan metalın sərfi ilə əlaqədardır.

Elektrik enerjisinə və güc itkilərinə görə naqillərin en kəsilişlərinin seçilməsində bütün amilləri nəzərə almaq olduqca mürəkkəbdir. Oudur ki, naqillərin en kəsilişlərini xətlərin ən böyük yüklərinə və iqtisadi cəhətdən əlverişli cərəyan sıxlığına (I_{ek}) görə seçmək məsləhət görülür:

$$q_{ek} = \frac{I_{y.maks.}}{j_{ek}}$$

burada $I_{y.maks}$ – qurğunun normal iş rejimində naqillərdən axan maksimum davamiyyət müddətli cərəyandır.

q_{ek} - ni tapdıqdan sonra, şin və kabellərin buna yaxın olan en kəsilişləri cədvəllərdən götürülür. En kəsilişi 150 mm^2 -a qədər olan kabellərin əlverişli sayı bir kabel sayılır. $q_k > 150 \text{ mm}^2$ olan kabellərdə əlverişli sayı $q_k / 150$ ilə təyin olunur.

Kabelin gərginliyə görə seçilməsi

Normal rejimdə kabelin dayanıqlı işləməsi şərti onun normal gərginliyinin düzgün seçilməsi ilə əlaqədardır. Kabelin

normal gərginliyi onların tətbiq edildikləri elektrik şəbəkəsinin normal gərginliyinə qiymətə bərabər olmalıdır. Bundan başqa, onların izolyasiyasının da dayanıqlığını xarakterizə etmək məqsədi ilə, kabellər üçün zavod tərəfindən maksimal buraxılabilən gərginlik verilir. Bu gərginlik nominal gərginlikdən 10-15 % artıq olur.

Kabelləri gərginliyə görə belə seçməkdən məqsəd odur ki, qurğunun ən böyük iş gərginliyi kabel üçün buraxılabilən ən böyük artıq olmasın. Qurğunun ən böyük gərginliyi bir qayda olaraq, onların normal gərginliyindən 10-15 %-dən artıq alınmır. Bu zaman kabelləri, onların normal gərginliyinin müqayisəli yolu ilə gərginliyə görə seçmək lazımdır, yəni $U_{kab.nom} \geq U_{qur.nom}$ olmalıdır.

Reaktorlarda güc və enerji itkiləri

Reaktorlarda aktiv güc itkisinin qiyməti, aşağıdakı formulla təyin edilir:

$$\Delta P_r = 3\Delta P_{r.n.} \cdot \beta^2 \text{ (kVt)}$$

burada $\Delta P_{r.n.}$ -nominal yük zamanı reaktorun bir fazasında aktiv güc itkisidir, kVt ilə.

Reaktiv itkilərin qiyməti belə təyin edilir:

$$\Delta Q_r = 3\Delta Q_{r.n.} \cdot \beta^2 \text{ (kVar)}$$

burada $\Delta P_{r.n.}$ - nominal yük zamanı reaktorun bir fazasında reaktiv güc itkisidir, kVar ilə; $\Delta P_{r.n.}$ və $\Delta Q_{r.n.}$ -in qiymətləri cədvəllərdən götürülür.

Reaktorlarda reaktiv enerji itkisinin qiyməti:

$$\mathcal{E}_{r.r.} = \Delta Q_{r.n.} \cdot \tau$$

Ümumi sistem miqyasında enerji verildiyi zaman baş verən güc itkiləri iki qrupa ayrılır: dəyişən və sabit güc itkiləri.

Dəyişən güc itkiləri alçaq və yüksək gərginlik şəbəkələrinin və transformatorların məfillərində və dolaqlarında yaranır. Yük qrafiklərini qurarkən hər iki itki birlikdə nəzərə alınır və maksimal yük zamanı böyük qiymətə malik olur.

İstənilən P_t yükü üçün ΔP_t % dəyişən itkilər maksimal yükə uyğun olan ΔP_{maks} itkilərinə görə belə tapılır:

$$\Delta P_t \% = \Delta P_{maks} \% \frac{S_t}{S_{maks}}$$

burada S_t – verilən anda tam yük, kVA ilə;

S_{maks} – maksimal yük, kVA ilə.

İşi asanlaşdırmaq üçün çox vaxt tam güclər əvəzinə, aktiv güclərdən istifadə olunur:

$$\Delta P_t \% = \Delta P_{maks} \% \frac{P_t}{P_{maks}}$$

Güç itkisini kilovatla ifadə etdikdə, dəyişən itkilər yükün kvadratına mütənəşib olur. Doğrudan da

$$\Delta P_t \% = \frac{\Delta P_t}{S_t} \cdot 100 \quad \text{və} \quad \Delta P_{maks} \% = \frac{\Delta P_{maks}}{S_{maks}} \cdot 100$$

Olduğunu nəzərə alıb $\Delta P_t \% = \Delta P_{maks} \% \frac{S_t}{S_{maks}}$

formulunda yerinə yazsaq, bu ifadənin sağ tərəfini aşağıdakı kimi alarıq:

$$\frac{\Delta P_t}{S_t} \cdot 100 = \frac{\Delta P_{maks}}{S_{maks}} \cdot 100 \cdot \frac{S_t}{S_{maks}}$$

buradan $\Delta P_t = \Delta P_{maks} \frac{S_t^2}{S_{maks}^2}$

Əgər $\cos \varphi$ -nin sabit olduğunu qəbul etsək, onda

$$\Delta P_t = \Delta P_{maks} \frac{P_t^2}{P_{maks}^2} \quad \text{alınır.}$$

Dəyişən itkilərin maksimal qiyməti (ΔP_{maks}), təqribən yükün maksimumunun (P_{maks}) aşağıdakı %-ni təşkil edir:

Alçaq gərginlik şəbəkələrində	3-5 %.
Yüksək gərginlik sənaye şəbəkələrində	6-8 %.
Yüksək gərginlik kommunal şəbəkələrində	8-10 %.
Elektrik sistemlərində	14-18 %.

Sabit aktiv güc itkiləri transformatorların poladlarında yaranır. Əgər transformatorların gücləri məlum deyilsə, onda sabit aktiv güc itkiləri praktiki buraxıla bilən dəqiqliklə, maksimum yükün %-ilə götürülür:

P_{maks} yükün transformatorların polad itkiləri:

1) yüksək gərginlikli kommunal və sənaye şəbəkələrinin transformatorları üçün – 1-1,5 %;

2) elektrik sisteminin transformatorları üçün 2-3 % qəbul olunur.

Sistemin maksimum yükü zamanı reaktiv güc itkisinin qiyməti təxmini olaraq aşağıdakı kimi götürülür:

Kommunal şəbəkə transformatorları üçün 10-12 %. Elektrik sistemlərinin transformatorları üçün 35-45 %. Hava xətlərindən ibarət olan kommunal şəbəkələrində 6-10 %. Elektrik sistemi şəbəkələrində 30-40 %.

Şəbəkələrdə reaktiv güc itkiləri ilə bərabər, onun generasiyası, yəni yaranması hadisəsi də baş verir ki, bu da tutum gücündən ibarətdir. Şəbəkənin reaktiv gücünün generasiya olunmasını kabel xətləri üçün 35 kV və yuxarı gərginliklərdən, hava xətləri üçün isə 110 kV gərginlikdən başlanaraq nəzərə almaq lazımdır.

Reaktorların vəzifələri

Reaktor, şəbəkənin ümumi müqavimətini artırmaq üçün şəbəkəyə polad nüvəsiz qoşulan induktiv sargıdan ibarətdir.

Reaktorun əsas vəzifəsi aparatların və cərəyan daşıyan hissələrin iş şəraitini yüngülləşdirmək məqsədi ilə dövrəyə qısaqapanma cərəyanlarını məhdudlaşdırmaqdan ibarətdir.

Reaktorun digər vəzifəsi reaktordan sonra qısaqapanma zamanı dövrdə və onun dolaqlarında böyük gərginlik düşküsi yaratmaq və bunun da nəticəsində reaktoradək şinlərdə qalıcı gərginlik adlanan nominal gərginliyin qalıcı hissəsini saxlamaqdır.

3.6-ci şəkildə şinlərdə gərginliyin reaktorlarla saxlanması göstərilmişdir. Bu şəkildə I-normal rejimdə gərginliyin dəyişməsinə, II- k_1 nöqtəsində qısaqapanma olduqda gərginliyin dəyişməsinə, III – k_2 nöqtəsində qısaqapanma olduqda gərginliyin dəyişməsinə göstərir. Paylayıcı quruluşun şinlərində kifayət qədər böyük qalıcı gərginlik olduqda, həmin şinlərdən çıxan digər saz xətlərə qoşulmuş qurğuları q.q. zamanı istismar etmək və işlədiciləri bəsləmək mümkündür. Reaktorun bu vəzifəsi qabaqlarda qəza hallarında asinxron və sinxron elektrik mühərriklərinin, habelə gərginliyin azalmasını hiss edən digər cərəyan qəbuledicilərin arası kəsilmədən normal istismarı üçün çox vacib idi. İşlədicilərin dayanıqlı işləməsi xəttin reaktorlaşması hesabına yox, yuxarıda göstərilən tədbirlər hesabına təmin edilir.

Vəzifələrinə görə şin və xətt reaktorları olur. Şin reaktorlarının vəzifəsi onlardan sonra yerləşən qurğuların hissələrində qısaqapanma cərəyanlarını məhdudlaşdırmaqdır. Xətt reaktorlarının vəzifəsi isə mühafizə olunan xəttin q.q. cərəyanlarını məhdudlaşdırmaq, beləliklə də onunla əlaqəsi olan aparat və kabellərin işini yüngülləşdirməkdir.

Xətt reaktorlarını yalnız kabel şəbəkələrinin xətlərində qoyurlar. Hava xətlərini reaktorlaşdırmırlar, çünki 2-5 km uzunluqda belə xəttin induktiv müqaviməti qiymətcə stansiyada quraşdırılan reaktorun induktiv müqavimətinin qiymətinə bərabərdir.

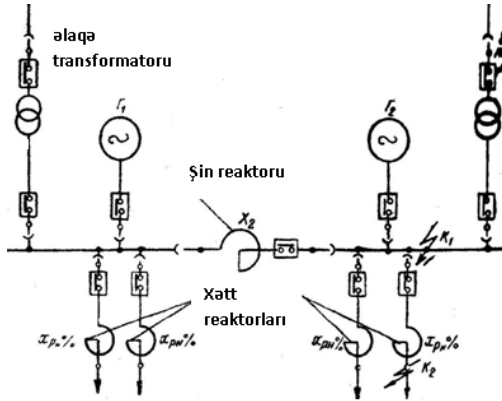
Şəbəkənin istənilən elementinə nisbi gərginlik düşküsünü aşağıdakı formul ilə tapmaq olar:

$$\Delta U\% = \frac{\sqrt{3}I(r \cos \varphi + X \sin \varphi)}{U_{nom}} \cdot 100$$

Reaktorun aktiv müqaviməti çox kiçikdir ($r \approx 0$) və ona görə də bu formulu aşağıdakı kimi yazmaq olar:

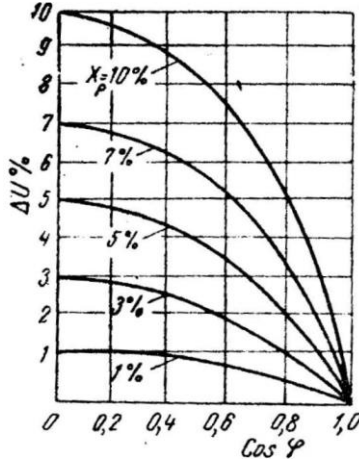
$$\Delta U\% = \frac{\sqrt{3}IX_P \sin \varphi}{U_{nom}} \cdot 100$$

Alınan tənliyin sağ tərəfini reaktorun nominal cərəyanına ($I_{r.n.}$) vurub və $\frac{\sqrt{3}I_{P.n}X_P}{U_{nom}} \cdot 100$ ifadəsinin, reaktorun %-lə müqavimətinə ($X_{n.r.} \%$ -ə) bərabər olduğunu nəzərə alsaq $\Delta U\% = X_{n.r.} \% \sin \varphi \frac{I}{I_{r.n.}}$ alırıq.



Şəkil 3.6. Reaktorların yarımstansiyalarda qoşulma sxemi.

Şəkil 3.7-də $X_r \%$ -in müxtəlif qiymətlərində dövrənin $\cos \varphi$ -dən asılı olaraq $\Delta U\%$ -i təmin etməyə imkan verən təqribi diaqram göstərilmişdir.



Şəkil 3.7. Gərginlik itkisinin güc əmsalından asılılıq qrafiki.

Əgər reaktorun nominal gərginliyi U_r şinin nominal gərginliyinə bərabər deyilsə, onda

$$\Delta U_{qal} \% = X_{r.n.} \% \frac{I_{q.q.}}{I_{I.r.n.}} \cdot \frac{U_r}{U_n}$$

Bilavasitə reaktorlardan sonra qısaqapanma cərəyanı isə:

$$I_{q.q.} = I_{r.n.} \frac{100}{X_{i.r.} \%}$$

Qalıcı gərginliyin ən kiçik qiymətini təyin etdikdə q.q. cərəyanı $I_{q.q.}$ qərarlaşmış qiymətinə I_{∞} uyğun olmalıdır. Bu halda qurğunun saz hissələrində fırlanma momentləri onların sıxaclarındakı gərginliyin kvadratı ilə mütənasib olan asinxron elektrik mühərriklərinin işlərini təyin etmək üçün qalıcı gərginliyin hesablama qiyməti nominal qiymətin 60-70 %-nə bərabər olmalıdır. İşini davam etdirmək üçün asinxron elektrik mühərrikinin qalıcı fırlanma momenti $0,5 M_{nom}$ -dan az olmamalıdır. Burada M_{nom} - istehsalat mexanizminin nominal əks təsir edən momentidir.

IV FİSİL

ELEKTRİK STANSİYALARININ XÜSUSİ EHTİYAC GÜCÜ

Ümumi məlumat

İşlədicilərin güc qrafiklərindən və enerjinin verilməsi zamanı baş verən itkilərdən ibarət olan stansiya şinindəki güc qrafikinə, xüsusi ehtiyac mexanizmlərini hərəkətə gətirmək üçün, xüsusi ehtiyac gücünü də əlavə etmək lazımdır. Müxtəlif stansiyalar üçün, xüsusi ehtiyac gücü cədvəllərdə verilmişdir.

Stansiyaların xüsusi ehtiyacı gücünün göstərilən %-i, stansiyanın maksimal tam yükünə nəzərən verilmişdir.

Hələ tam gündəlik yük qrafiki yox ikən stansiyanı layihə etdikdə, qrafiki lazımi praktiki dəqiqliklə qurmaq üçün, göstərilən %-ri yalnız işlədicilərin yükləri və şəbəkədəki itkiləri nəticəsində yaranan və stansiyanın şinindən buraxılan gücün maksimal qiymətindən götürmək olar.

Stansiyanın şinində maksimal güc P_{maks} olduqda, xüsusi ehtiyaca sərf olunan maksimal güc

$$P_{maks.x.e.} = \frac{P_{maks} \cdot P_{x.e.} \%}{100} \text{ olar.}$$

Hesab edilir ki, xüsusi ehtiyaca sərf olunan gücün təxminən 40 %-i stansiyanın yükündən asılı deyildir. Bu, bir sıra mexanizmlərin arası kəsilmədən işləməsi ilə, lampaların daim yandırılması ilə və elektrik mühərriklərində yüksüz işin ödənilməsinə sərf olunan güc ilə izah olunur.

Xüsusi ehtiyac yükünün yerdə qalan 60 %-ni elektrik stansiyasının aktiv yükünə proporsional olaraq, dəyişən qəbul etmək olar.

Onda xüsusi ehtiyac gücünün sabit hissəsi

$$P_{sab.x.e.} = 0,4 \cdot P_{maks.x.e.}$$

və dəyişən hissənin maksimal qiyməti

$$P_{maks.d.x.e.} = 0,6P_{maks.x.e.}$$

İstənilən t anı üçün stansiyanın şinindən xüsusi ehtiyaca sərf olunan gücün dəyişən hissəsi P_t aşağıdakı bərabərlikdən təyin edilir:

$$P_{t.dəy.x.e.} = P_{maks.d.x.e.} \frac{P_t}{P_{maks.}} = 0,6P_{maks.x.e.} \frac{P_t}{P_{maks.}}$$

Enerjinin işlədicilərə verilməsində enerji və güc itkisinin və stansiyanın xüsusi ehtiyacının təmini

Elektrik enerjisi generasiya olunduğu yerdən işlədicilərə verildiyi və paylandığı zaman şəbəkənin bütün elementlərində (transformatorlarda və xətlərdə) aktiv və reaktiv güc və enerji itkisi əmələ gəlir. İtən enerji naqıl və transformatorların qızmasına sərf olunur.

Şəbəkənin xətləri və transformatorlarda olan aktiv güc itkisi stansiyanın generatorları tərəfindən ödənilməlidir. İri sistemlərdə aktiv güc itkisi on və yüz minlərlə kilovata çatır. Bu itkiləri ödəmək üçün elektrik stansiyalarında əlavə maşınlar, qazanlar və s. qoymaq lazım gəlir. Sistemdə aktiv güc itkiləri sistemin inşasında əlavə kapital qoyuluşuna səbəb olur.

Güç çox böyük – 1000000 kVt olan elektrik sistemlərində şəbəkə xətləri və transformatorlardakı güc itkisi 125000-150000 kVt, illik enerji itkisinə 500 mln.kVt's. təşkil edir; güc itkilərini ödəmək üçün, elektrik stansiyalarında qoyulan gücün dəyəri 190-200 mln.manat təşkil edir.

İtən elektrik enerjisi sistemin elektrik stansiyaları tərəfindən istehsal edilməlidir.

Bu əlavə xərclərlə əlaqədar olan əlavə yanacaqın, sürtgü yağlarının, suyun və s.-nin sərfini tələb edir, beləliklə də işlədicilərə verilən elektrik enerjisinin maya dəyəri artır.

Çox böyük olan 1000000 kVt-lıq yüklü sistemdə bir ildə itən elektrik enerjisinin maya dəyəri təxminən 80 mln. manat olur.

Sistemin xətt və transformatorlarında baş verən itkiyə görə reaktiv gücün kəsri xüsusi reaktiv güclü generator, kondensator və sinxron kompensatorlar qurmaqla ödənilir.

Deyilənlərdən görünür ki, elektrik sistemlərində elektrik enerjisi və güc itkiləri böyük qiymətlərə çatır.

Buna görə elektrik sistemlərində enerji və güc itkilərini azaltmağın böyük xalq təsərrüfat əhəmiyyəti vardır: çox böyük olan 1 mln.kVt-lıq yüklü sistemdə elektrik enerjisinin itkisini ancaq 0,5%, azaldanda elektrik enerjisinin itkisi 25 mln.kVt.s. və sistemin elektrik stansiyalarında şərti yanacaq sərfi 12 mln. ton azalır. Enerji və güc itkilərini azaltmaq üçün əsas vasitələr aşağıdakılardan ibarətdir:

1) şəbəkəyə verilən yükün və işlədiciyə yükünün güc əmsalının yaxşılaşdırılması;

2) elektrik stansiyaları arasında aktiv və reaktiv yükün səmərəli paylaşdırılması;

3) transformatorlar, sinxron kompensatorlar və kondensatorlar üçün qənaətli rejimlərin seçilməsi;

4) məqsədəuyğun gərginlik rejiminin saxlanılması;

5) elektrik sistemlərində, elektrik enerji itkilərinə daimi nəzarət qoyulması və s.

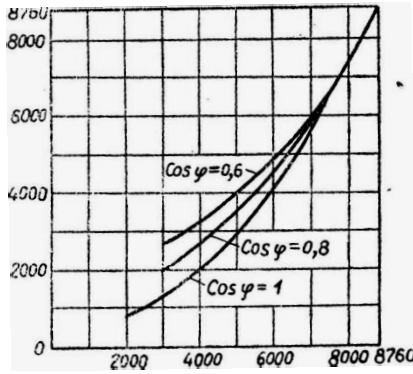
Beləliklə, şəbəkələrdə itkilərin azaldılması və stansiyanın xüsusi ehtiyacına sərf olunan elektrik enerjisinə qənaət edilməsi, energetik sistemin renbatelli işləməsinə və istismar işçilərin səmərəli fəaliyyətinə çox yaxşı təsir göstərir.

Elektrik stansiyası, yarımstansiyası və sistemlərin yük qrafiklərini qurmaq üçün yuxarıda göstərilən itkiləri nəzərə almaq lazımdır.

Elektrik itkisinin hesablanması elektrik güc itkisini nəzərə aldıqda mürəkkəbləşir, çünki, bu itkilər bütün zaman ərzində arası kəsilmədən dəyişir.

Sistemin bütün elementlərində aktiv enerji itkisi iki üsulla hesablanır: 1) orta kvadratik cərəyan (güc) üzrə və ya 2) maksimal cərəyan (güc) üzrə.

Birinci üsul daha dəqiq olub, hesablamada az səhv verir. Sistemin elektrik şəbəkələri layihələndirilən zaman, orta kvadratik cərəyanı (gücünü) təyin etmək, bir qayda olaraq, xəttin və işlədiciyə yük qrafikləri olmadığı hallarda mümkün deyildir.



Şəkil 4.1. İtki müddətinin maksimum yüklənmədə asılılıq qrafiki.

İkinci üsul üzrə enerji itkisi ən böyük güc itkisi zamanı adlanan τ vasitəsi ilə təqribi təyin edilir.

Aktiv güc itkisi təyin edilən zaman cərəyanın qiymətinin yerinə maksimal cərəyan I_{maks} qəbul edilərsə, sistemin bütün elementlərindəki misdə olan aktiv elektrik enerji itkisi aşağıdakı formul ilə hesablanır.

$$\Delta \mathcal{E}_{at} = \Delta P_{maks} \cdot \tau [kVt.s]$$

burada τ -nın qiyməti onun T_{maks} -dən asılılıq əyrisindən götürülür.

İndi sistemin ayrı-ayrı elementləri üçün güc və elektrik enerjisi itkilərinin hesablanmasını nəzərdən keçirək.

Yüklərin stansiyalar arasında qənaətli paylanması haqqında anlayış

Energetiklərin əsas vəzifələrindən biri də energetik sistemlərin ən qənaətli işləməsinə nail olmaqdır.

Sistemlərin ən qənaətli iş rejiminə nail olmaq: 1) ayrı-ayrı aqreqlərin qənaətliliyini yüksəltmək və 2) yükləri paralel işləyən stansiyalar arasında əlverişli şəkildə bölmək yolu ilə mümkündür.

Elektrik enerjisinin istehsal edilib paylanma prosesindəki ən çox itki stansiyanın istilik-texniki avadanlıqlarında olur. Belə ki, müasir kondensasiya stansiyalarının (PƏC) f. i.ə. 25-28 % təşkil edir, yəni yanacaq yandırıldıqda alınan istiliyin 70,5%-dən çoxu elektrik enerjisi istehsalı zamanı istilik-texniki avadanlıqlarında (qazanlarda, turbinlərdə) itir.

Energetik sistemin işinin qənaətli olmasını təyin edən əsas göstəricilər aşağıdakılardan ibarətdir:

a) elektrik stansiyasının istehsal etdiyi bir kilovat-saata sərf edilən yanacağın sərfi;

b) stansiyanın xüsusi ehtiyaclarına sərf edilən elektrik enerjisi;

v) şəbəkələrdəki enerji itkisi.

Aktiv yükün energetik sistemdə paralel işləyən elektrik stansiyaları arasında qənaətli paylanmasını, istehsal edilən kilovat-saata sərf olunmuş xüsusi yanacaq sərfinin aktiv yükün stansiyalar arasında paylanmasını daha düzgün xarakterizə etmək üçün xüsusi ehtiyaca sərf olunan enerji və enerji verilən zaman şəbəkədəki itkiləri nəzərə almaq lazımdır.

Yükün paylanmasında qənaətliliklə yanaşı olaraq, müxtəlif növlü yanacaqlardan istifadə etmək, xüsusən aşağı növlü yerli yanacaq ilə işləyən elektrik stansiyalarından tam istifadə etmək, digər tərəfdən də baha və defisit yanacaqla

işləyən stansiyaların yükünün azaldılması sahəsində olan direktiv göstərişləri nəzərə almaq lazımdır.

Yükün paylanması zamanı energetik sistemdə tezliyi tənzim etməli olan elektrik stansiyası ayrılmalıdır. Bu stansiya üçün elektrik yükü qrafiki qəti deyil, təxmini verilir.

İstilik elektrik stansiyalarından tezliyi tənzim etmək işini, yalnız kondensasiya tipliləri aparır, çünki bunların rejimi istilik elektrik mərkəzlərində olduğu kimi, istilik sərfindən asılı deyildir.

Energetik sistemlərin bütün gün ərzində böyük yük dəyişmələri olduqda, tezliyi tənzim etmək işini növbə ilə bir sıra elektrik stansiyaları apara bilirlər.

Sistemdə ehtiyat güc

İşlədicilərin arası kəsilmədən bəslənməsi bir çox faktorlardan, 1-ci növbədə stansiyalarda güc ehtiyatından və şəbəkə elementlərindəki güc ehtiyatından asılıdır.

Energetik sistemdə aktiv və reaktiv güc ehtiyatına malik olmaq, günün istənilən vaxtında generator, sinxron kompensator, qazan, turbin və s. qəza halında işdən çıxdıqları zaman bütün işlədiciləri lazımi keyfiyyətli elektrik enerjisi ilə təmin etmək üçün tamamilə zəruridir.

Aktiv və reaktiv gec ehtiyatlarının lazım olan minimal qiyməti, verilmiş energetik sistemdə ağır qəza və böyük güc itkiləri ehtimalına görə təyin edilir. Güc ehtiyatı böyük güclü turboaqreqat və ya hidroaqreqatın, eləcə də hamıdan güclü transformatorun qəza halında açılması vaxtı işlədicilərin elektrik enerjisi ilə normal təchizi üçün kifayət etməlidir.

Güc ehtiyatının qiyməti gün ərzində sistemin bütün yükünün dəyişməsindən asılı olaraq dəyişə bilər. Artıq güc ehtiyatı saxlamaq, adətən qənaətli deyildir. Buna görə də sistemdəki ehtiyat dispetçer tərəfindən elə tənzim edilməlidir ki, o minimal zəruri qiymətə uyğun olsun.

Güc ehtiyatının hərəkətdə olması bir sıra faktorlardan, 1-ci növbədə avtomatik tənzim qurğusunun işindən, bu olmadıqda isə növbətçi işçilərin fəaliyyətindən asılıdır.

Sistemdə reaktiv güc çatışmadıqda avtomatik gərginlik tənzimçisi generatorların təsirlənmə cərəyanını artırır ki, bu da generatorların verdiyi reaktiv gücün artmasına və sistemin daha dayanıqlı işləməsinə səbəb olur.

Nəticədə qeyd etmək lazımdır ki, ehtiyat gücün planlaşdırılması və onunla geniş manevr etmək imkanı qəza hallarında və avadanlığın profilaktik təmiri zamanı işlədicilərin enerji təchizatının etibarlılığını daha da artırır.

Elektrik sisteminin işini xarakterizə edən əmsallar və kəmiyyətlər

Yük qrafiklərinin öyrənilməsi həm işlədicini, həm də elektrik stansiyasını, yarımstansiyasını və ya elektrik sistemini texniki-iqtisadi cəhətdən xarakterizə edən bir sıra əmsal kəmiyyətləri təyin etməyə imkan verir. Aşağıda göstərilən qiymətləri və elektrik qurğularının göstəriciləri onların işlərinin keyfiyyətini və istismarının düzgünlüyünü xarakterizə edir.

Orta gündəlik ($P_{or.g.}$) və orta illik ($P_{or.il.}$) yüklər bir gün ($T=24$ saat) və ya il ($T=8760$ saat) ərzində stansiya, yarımstansiyasını və ya sistemin istehsal etdiyi enerjini (Θ)-uyğun saatlara (T) bölməklə alınır.

$$P_{or} = \frac{\Theta}{T} = \frac{\int_0^T P dT}{T} \quad [kVt]$$

İstismar şəraitində P_{or} -nın qiyməti gün və ya il ərzində hesabçının göstərişinin 24 və ya 8760 saata bölünməsindən alınır.

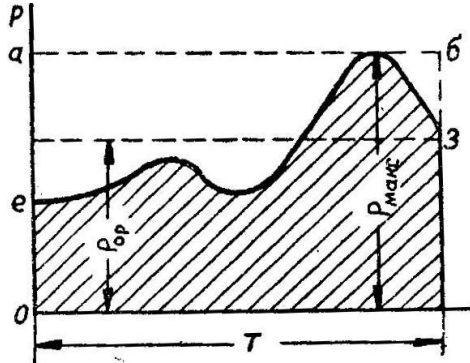
Layihə şəraitində P_{or} uyğun yük qrafiklərindən asanlıqla təyin edilir. Belə ki, məsələn, $P_{or.il}$ təyin etmək lazımdırsa, onda gündəlik qrafikin ştrixlənmiş sahəsini 24-ə bölürlər (şəkil 4.2),

$P_{or,il}$ il isə illik qrafikin ştrixlənmiş sahəsini 8760 saata bölməklə alınır.

Yük əmsalı K_y (və ya doldurma əmsalı). Yük əmsalı –il və ya gün ərzində həqiqi enerji istehsalının (ştrixlənmiş sahə, şəkil 4.2), stansiyanın (və ya yarımstansiyanın) həmişə P_{maks} . Maksimum yüklə işləməsi şərti ilə həmin zaman ərzində mümkün enerji istehsalına (o a b v düzbucaqlısının sahəsinə - 4.2-ci şəkil) olan nisbətində deyilir:

$$K_y = \frac{\int P_T}{P_{maks} \cdot T} = \frac{P_{or} \cdot T}{P_{maks} \cdot T} = \frac{P_{or}}{P_{maks}}$$

və ya bu əmsal orta yükün baxılan zaman müddətində ən böyük gücə olan nisbətində bərabərdir.



Şəkil 4.2. Orta gücün maksimum yüklənmə müddətindən asılılıq qrafiki

Cədvəl 4.1.

Elektrik stansiyalarının xüsusi sərfiyyatının yüklənmə əmsalı cədvəli

İşlədiciyə kateqoriyası	K_y
Daxili işıqlandırma	0,17-0,29
Xarici işıqlandırma	0,29-0,40
Bir növbədə işləyən sənaye müəssisələri	0,23-0,29
İki növbədə işləyən sənaye müəssisələri	0,40-0,57
İki növbədə işləyən sənaye müəssisələri	0,57-0,80
Kənd təsərrüfatı qurğuları	0,57-0,75

Əgər formulda $T = 24$ saat isə gündəlik yük əmsalı və $T=8760$ saat isə illik yük əmsalı adlanır.

Qoyulmuş gücdən istifadə əmsalı K_i . Bu əmsal əgər qurulmuş maşınların (transformatorların) hamısı bütün gün və ya bütün il dayanmadan tam yüklə işləyərsə, bir gün və ya il ərzində həqiqi enerji istehsalının həmin müddət ərzində mümkün enerji istehsalına olan nisbətinə deyilir:

$$K_i = \frac{\partial_T}{P_q \cdot T} = \frac{P_{or} \cdot T}{P_q \cdot T} = \frac{P_{or}}{P_q}$$

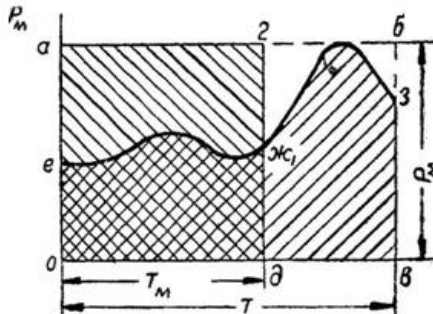
Əsas etibarlı ilə işıq yükü daşıyan stansiyalar üçün bu əmsalın qiyməti 0,15-0,25 hədlərində, tərkibində sənaye yükü olan stansiyalar üçün isə 0,25-0,35 hədlərində dəyişir.

Qoyulmuş gücdən istifadə zamanı T_q , hər hansı zaman ərzində istehsal olunan elektrik enerjisinin qoyulmuş gücə olan nisbətində deyilir:

$$T_q = \frac{\partial_T}{P_r} = \frac{P_{or} \cdot T}{P_r} = K_h \cdot T$$

Maksimum yükədən istifadə zamanı T_{maks} gün və ya il ərzində istehsal olunan elektrik enerjisinin uyğun dövrdəki maksimal yükə (şəkil 4.3) olan nisbətində deyilir.

$$T_{maks} = \frac{\partial_T}{P_{maks}}$$



Şəkil 4.3. Maksimum gücün təyin olunma qrafiki.

Bu kəmiyyət bütün iş dövrü ərzində həqiqi enerjini istehsal etmək üçün stansiyaların (və ya yarımstansiyaların) dəyişməz maksimal yüklə neçə saat işləyəcəklərini göstərir. Yük əmsalı ifadəsinin sağ və sol tərəfini uyğun saatların sayına (T) vursaq alarıq:

$$K_y \cdot T = \frac{P_{or} \cdot T}{P_{maks}} = \frac{\mathcal{E}_T}{P_{maks}} = T_{maks}$$

Yəni ən böyük yükdən istifadə zamanı yük əmsalının verilməmiş dövr ərzində saatlar sayı ilə hasilinə bərabərdir.

İl ərzində T_{maks} 3-cü şəkildən təyin edilir.

Bu şəkildə: Sahə A + sahə V = sahə A + sahə B = $\int_0^{8760} P dt$

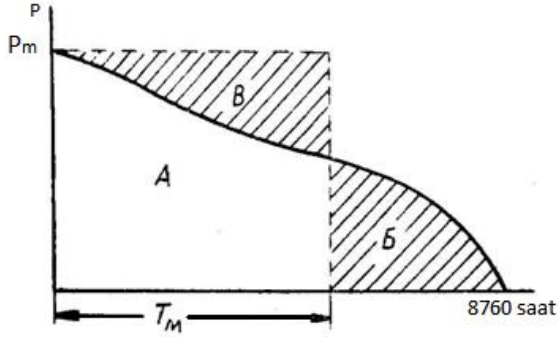
$$\text{Onda: } T_{maks} = \frac{\int_0^{8760} P dt}{P_{maks}}$$

Rayon elektrik stansiyaları üçün (PƏC) $T_{maks}=5000-7000$ saat, kiçik və orta güclü TƏİ-lər üçün isə $T_{maks}=4500-6000$ saatdır.

Dielektrik stansiya və yarımstansiyaları üçün ehtiyat əmsalı, qoyulmuş gücün maksimal gücə olan nisbətinə deyilir.

$$K_{eh.} = \frac{P_{q.y.}}{P_{maks}} = \frac{P_{q.y.} \cdot P_{or.il}}{P_{maks} \cdot P_{or.il}} = \frac{K_{y.il}}{K_{i.il}}$$

Bu əmsal stansiya və yarımstansiyanın ehtiyat gücünün nisbi qiymətini göstərir ($K_{eh.} > 1$). Göstərilən bütün əmsal və qiymətlər aktiv gücə nəzərən götürülmüşdür; onlar reaktiv gücə nəzərən də götürülə bilərlər.



Şəkil 4.4 İl ərzində maksimum yükün tıyin olunma qrafiki.

Enerji sistemləri haqqında ümumi məlumat

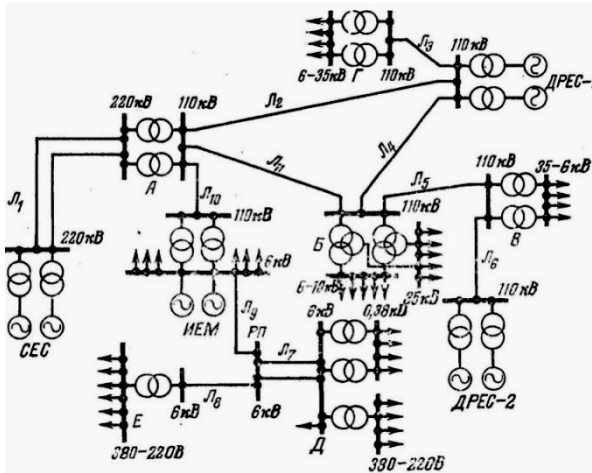
Enerji sistemi elektrik və istilik enerjilərinin fasiləsiz istehsalı və paylanması prosesində elektrik stansiyalarının, yüksək gərginlikli elektrik veriliş xətlərinin, yarımstansiyaların və istilik şəbəkələrinin tam vəhdətinə deyilir. Beləliklə, enerji sistemi üç əsas qrupa bölünür:

- a) elektrik və istilik enerjisi hasil edən elektrik stansiyaları;
- b) elektrik yarımstansiyaları, istilik və elektrik şəbəkələrindən ibarət olan ötürən hissə;
- v) elektrik və istilik enerjisini başqa növ enerjilərə çevirən enerji qəbulediciləri.

Elektrik sisteminin bütün tərkib hissələri rejimin ümumiliyinə, elektrik və istilik enerjilərinin istehsalı və tələbatının fasiləsizliyinə görə bir vəhdət təşkil edir. Odur ki, sistemin istənilən hissəsində baş verən qəza hadisəsi bütün birliyin işinə təsir göstərir.

Şəkil 4.5-də enerji sisteminin elektrik birləşmələrinin prinsipial sxemi göstərilmişdir. Burada İEM, güclü SES və iki DRES birləşmişdir.

Göstərilən stansiyalar işlədicilərdən çox uzaq olduğuna görə generatorların istehsal etdiyi elektrik enerjisi yüksəldici transformatorlar vasitəsi ilə yüksək voltlu sistemə verilir. SES sistemin 110 kV-luq yüksəkvoltlu dairəsinə iki xətlə (L_1) birləşmişdir. Birləşmə iki dolaqlı, 220/110 kV gərginlikli güc transformatorları qoyulmuş alçaldıcı rayon yarımstansiyası vasitəsi ilə yerinə yetirilmişdir. L_2, L_4 və L_{11} xətləri sistemin 110 kV-luq yüksəkvoltlu dairəsinə təşkil edir; bu xətlərdən birinin açılması sistemin elektrik stansiyaları arasındakı rabitəni pozur. DRES-1 yüksəkvoltlu dairəyə birbaşa, DRES-2 isə V və B yarımstansiyaları vasitəsi ilə L_5 və L_6 xətləri ilə qoşulmuşdur. İEM sistemlə iki yüksəldici transformator və L_{10} xətti ilə rabitəyə girmişdir. L_{10} xətti A yarımstansiyasına birləşmişdir. Güclü B rayon yarımstansiyasında iki üç dolaqlı transformator qoşulmuşdur. Dalan tipli və yaxud kənar Q yarımstansiyasında iki alçaldıcı transformator qoyulmuşdur. Bunlar DRES-1-dən L_3 xətti ilə qidalandırılır və 6-35 kV gərginlikdə işlədiciləri enerji ilə təmin etmək vəzifəsini görür. V keçid yarımstansiyası da oxşar vəzifəni daşıyır.



Şəkil 4.5. Enerjetik sistemin elektrik birləşdirmə sxemi.

İEM istilik və elektrik tələbatçılarının yaxınlığında yerləşdiyinə görə onun istehsal etdiyi elektrik enerjisinin əsas hissəsi, generator gərginliyində, fərdi budaqlanmalarla və paylayıcı quruluşlarla (PQ) L_9 xətti vasitəsi ilə paylanılır. L_7 xətti ikinci tərəf gərginliyi 6-0,38 kV olan iki ədəd transformator qoyulmuş D sənaye yarımstansiyasını qidalandırır. Bu yarımstansiya mühərrik yükünü qidalandırmaq üçündür və burada qoyulmuş ikinci tərəf gərginliyi 380/220 V olan bir ədəd transformator, işıqlanma yükünü təchiz etmək vəzifəsini görür. Sənaye obyektlərindən birini təchiz edən E yarımstansiyası L_8 xətti ilə qidalandırılır.

Enerji sistemlərinin yaradılması vacib xalq təsərrüfatı əhəmiyyətinə malikdir. Elektrik stansiyalarının sistemdə işləməsi, avadanlıqdan və rayonun enerji ehtiyatlarından daha qənaətli istifadə etməyə imkan yaradır. Belə halda İEM-i istilik qrafikinə görə yükləmək, yeni avadanlıqları olan böyük DRES-ləri maksimum yükləmək və SES-lərdə suyun enerjisindən tam istifadə etmək olar.

Elektrik stansiyalarını sistem halında birləşdirmək, işlədicilərin elektrik təchizatının ümumi etibarlığını əhəmiyyətli dərəcədə artırır, çünki stansiyalardan birində qəza hadisəsi baş verdikdə onun yükünü işləməkdə davam edən stansiyalar təchiz edir.

Əlahiddə işləyən elektrik stansiyalarında, aqreqlardan birinin qəza vaxtı və yaxud təmir üçün açılması zamanı işlədiciləri enerji ilə təmin etməkdən ötrü ehtiyat aqreqlat nəzərdə tutulmalıdır. Bu səbəbə görə ehtiyat aqreqlatın gücü elektrik stansiyasının ən böyük aqreqlatının gücünə bərabər olmalıdır. İki eyni aqreqlatlı elektrik stansiyasının ehtiyac gücü stansiyanın gücünün 50%-ni təşkil edir. Aqreqlatların sayı artdıqca ehtiyat gücün faizi azalır, lakin yenə də yüksək olur. Sistemdə işləyən stansiyaların hər birində ehtiyat aqreqlat qoymaq vacib deyildir, bütün sistem üçün ümumi ehtiyat

gücün sistemin gücünün 10%-i qədər olması kafi və sərfəli hesab edilir.

Sistemin qurulmuş gücünün artırılması xüsusi kapital xərclərini və elektrik enerjisinin qiymətini azaldır. Güclü sistemlərin yaradılması gücü 200, 300, 500 və 800 min kVt olan aqreqatlı elektrik stansiyaları qurmağa imkan verir.

Enerji sisteminin qənaətli işləməsi yalnız mərkəzləşdirilmiş idarə ilə təmin edilə bilər. Sistemin işinə əməli rəhbərlik mərkəzi dispetçer xidmətindən aparılır. Mərkəzi dispetçer xidmətinin funksiyasına elektrik enerjisi istehsalı üzrə dövlət planının yerinə yetirilməsi, enerjinin keyfiyyəti, enerji sisteminin qəzasız və sərfəli işləməsi vəzifələri daxildir. Mərkəzi dispetçer xidməti cari planlaşdırma, ayrı-ayrı qurğuların və bütün enerji sisteminin daha etibarlı və sərfəli iş rejimlərinin işlənməsi məsələləri ilə məşğul olur. Elektrik stansiyalarının və şəbəkə rayonlarının növbətçiləri üzərində əməli rəhbərlik dispetçer məntəqəsindən növbətçi dispetçer tərəfindən aparılır. Dispetçer məntəqəsində xəbərdarlıq aparatları, ölçü cihazları, uzaqdan idarə vasitələri və üzərində sistemin bütün əsas elementləri şərti işarələrlə göstərilmiş lövhə yerləşmişdir.

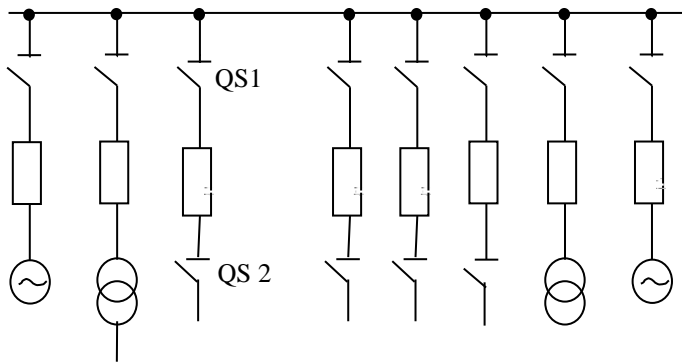
V FİSİL

PAYLAYICI QURĞULARIN ELEKTRİK SXEMLƏRİ

Bir sistem şinli paylayıcı qurğular

Bir sistem şinli 10 kV gərginlikli stansiyanın PQ-nun sxemi şəkil 1-də verilmişdir. Sistem şinə iki generator, iki ikidolaqlı transformator və dörd paylayıcı şəbəkə xətləri birləşdirilmişdir. Hər bir birləşmə üçün açarlar və ayırıcılar nəzərdə tutulmuşdur. Onlar təmir zamanı avadanlıqları qonşu PQ-dan izolə etmək üçündür.

Xətlərin birləşmələrində iki ayırıcının olması –QS1 şin ayırıcısının və QS2 xətt ayırıcısının olması lazım gəlir. Sonuncu qapalı xətlərdə lazımdır ki, açar açılan zaman xətt gərginlik altında qalmasın. Generatorların birləşməsində bir ayırıcı ilə kifayətlənmək olar.



Sxem 5.1. Bir sistemli paylayıcı quruluşun sxemi.
İki dolaqlı transformatorların birləşməsində də bir ayırıcı
ilə kifayətlənmək olar, belə ki, transformatorların həm

yüksək gərginlik, həm də alçaq gərginlik tərəfində açar və uyğun ayırıcı quraşdırılır.

Bir sistem şinli PQ-nun üstünlüyü ondadır ki, o sadədir və dəyəri nisbətən aşağıdır. Lakin onun tətbiq sahəsi aşağıdakı səbəblərdən məhdudlaşır:

- yığıcı şinlərin və şin ayırıcılarının profilaktik təmiri bütün qurğunun açılması ilə bağlıdır;

- şin tərəfdəki zədələnmə PQ-nun açılmasına gətirib çıxarır;

- açarın təmiri uyğun birləşmənin açılması ilə bağlıdır.

Bu çatışmazlıqları aradan qaldırmaq üçün sistem şini seksiyalaşdırırlar. Bunun üçün sistem şinin seksiyalara ayrılma nöqtəsində seksiyalaşdırıcı QB açarı quraşdırılır ki, onun da hər iki tərəfində ayırıcı qurulur.

Stansiyalarda normal iş zamanı seksiyalaşdırıcı açarlar qapalı olur, belə ki, bu halda generatorlar paralel işləməlidirlər. Qısaqapanma zamanı sistem şinin zədəli seksiyası avtomatik açılır. Digər seksiyalar işdə qalır. Beləliklə, paylayıcı qurğunun bir hissəsi etibarlı işini davam etdirir (Sxem 5.1).

110-220 kV-luq PQ-larda uyğun dövrlərin işini pozmadan ötürən Q1, Q2 açarlarından və yandan ötürən OCIII sistem şinindən və uyğun QS3-QS8 ayırıcılarından istifadə edirlər.

Qurğunun normal işi zamanı yandan ötürücü ayırıcılar və açarlar açıq olurlar. İşçi açarın yandan ötürücü açarla əvəz olunması aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilir:

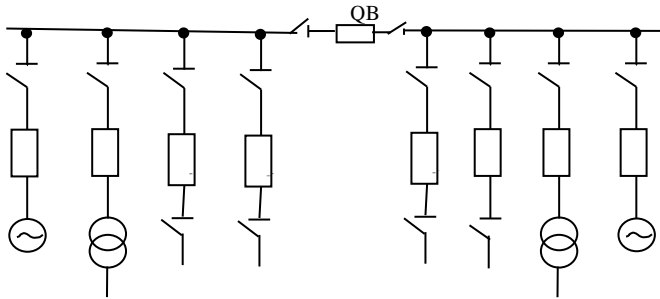
- yandan ötürən açar vurulur;

- təmir olunacaq birləşmənin yandan ötürən ayırıcısı vurulur;

- təmir olunmalı açarı və uyğun ayırıcıları açılır.

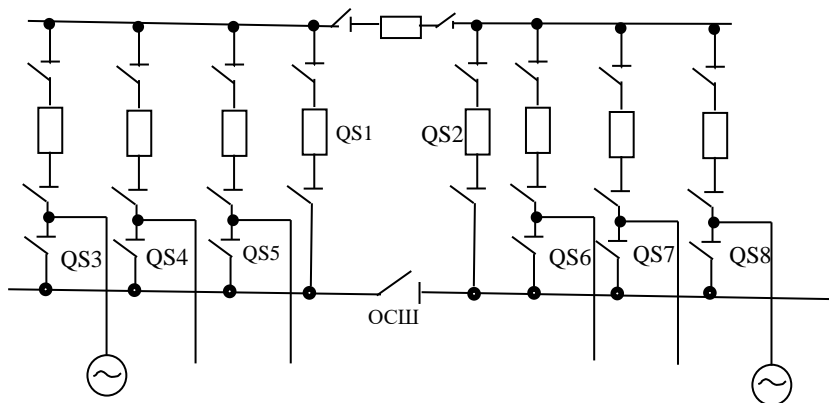
İki sistem şinli paylayıcı qurğular

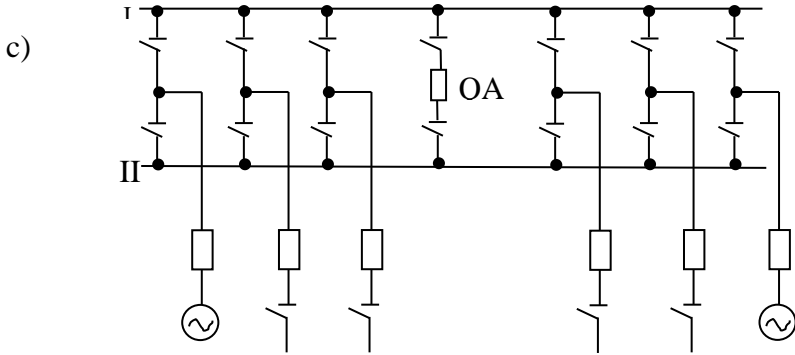
İki sistem şinli paylayıcı qurğuda hər bir birləşmə bir açara və iki şin ayırıcısına malik olur. Bu ayırıcılar açarları təmir zamanı sistem şinlərdə izolyasiya etmək üçün xidmət edirlər. Eyni zamanda birləşmələri bir sistem şindən digərinə keçirən zaman istifadə olunurlar. Birləşmələrdə xətt ayırıcıları açarların təhlükəsiz təmiri üçün nəzərdə tutulmuşlar. Eyni zamanda şinləri birləşdirən QA açarı da nəzərdə tutulmuşdur (Sxem 5.2). Şinləri birləşdirən açar QA birləşmələrin bir hissəsini bir sistem şindən digərinə köçürən zaman istifadə olunur. Bu zaman əməliyyat, yəni ayırıcıların açılması və ya vurulması yalnız şin birləşdirici aşarın QA bağlı (vurulmuş) vəziyyətində yerinə yetirilə bilər. Açar QA açıq olduqda belə əməliyyatın aparılması qadağandır.



a)

b)



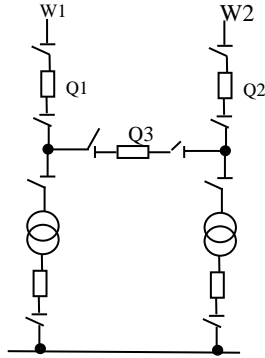


Sxem 5.2. İki sistem şinli paylayıcı quruluşların sxemi

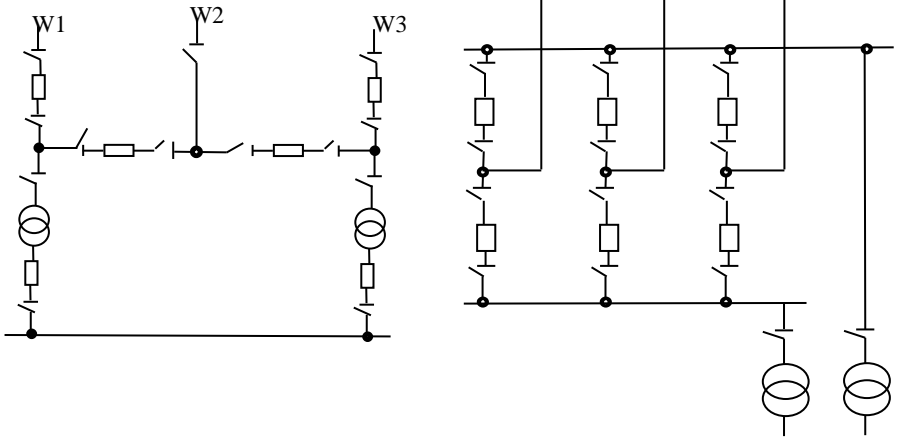
Paylayıcı qurğuların sadələşdirilmiş sxemləri

Birləşmələrin sayı az olduqda paylayıcı qurğularda sadələşdirilmiş sxemlər tətbiq olunur. Dörd birləşmə - iki xətt və iki transformator üçün qurğunun sxemi şəkil 5.3-də verilmişdir. Burada zədələnmə ehtimalı transformatorlara nisbətən böyük olan xətt açarları nəzərdə tutulmuşdur. Üçüncü açar kəsmə qapayıcı üçün nəzərdə tutulub. Belə sxemə körpü sxemi deyirlər. Zədələnmə zamanı transformatorlar iki açar Q1, Q3 və ya Q2, Q3 vasitəsi ilə dövrədən açılırlar və bu zaman uyğun alçaq gərginlik açarı da açılır. Transformatorla birlikdə xətt də açılır. Zədələnmiş transformatorun ayırıcısı açıldıqdan sonra xəttin işi bərpa olunur.

Üç xəttin və iki transformatorun olduğu zaman dörd açarın –ikisinin xətlərdə və ikisinin kəsmə qapayıcılarda olması vacibdir. Belə sxemi ikiqat körpü sxemi adlandırırlar. Orta xətdə qapanma olduğu halda qurğunun iki hissəyə bölünməsi baş verir. Onlar arasındakı əlaqə zədələnmiş xəttin ayırıcısının açılmasından sonra və kəsmə qapayıcıların açarları vurulduqdan sonra bərpa oluna bilər (Şəkil 5.4).



Sxem 5.3. İki çıxış xətlı yüksəldıcı yarımstansiyanın sxemi.



a)

b)

Sxem 5.4. Üç qüdalandırıcı xətlı yüksəldıcı yarımstansiyanın paylayıcı quruluşun sxemi.

Belə paylayıcı qurğunun şəkil 5.4 a-də göstərilmişdir. Burada iki yığma şin sistemi nəzərdə tutulmuşdur. Hansında ki, hər bir xətt iki açarla qoşulmuşdur. Transformatorlar uyğun olaraq bu və digər sistemə ayırıcılar və ya yük açarları ilə birləşmişlər. Transformatorun açılması üç açarın açılması ilə baş verir. Bundan sonra zədələnmiş transformatorun ayırıcısı açılır və açarlar yenidən vurulurlar.

VI FƏSİL

ELEKTRİK KONTAKTLARI

Elektrik kontaktların konstruktiv quruluşları

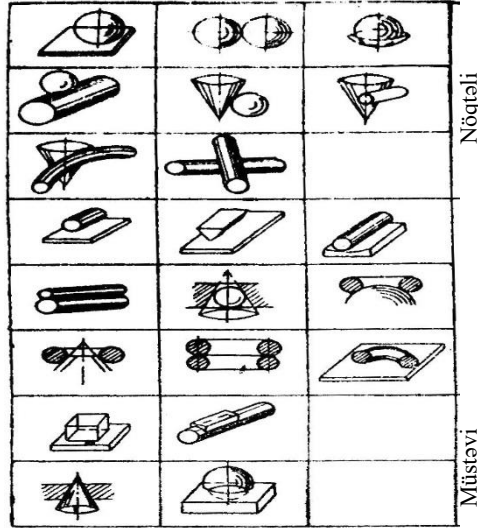
Bir-birinə cərəyan keçirən iki və ya bir neçə naqilin birləşmə yerinə elektrik kontaktı deyilir. Elektrik aparatlarında kontaktlar naqillərin o hissəsinə deyilir ki, onun köməyi ilə elektrik kontaktı yaranır.

Kontakt birləşmələrinin düzgün konstruksiya edilməməsi və nəzarətsiz buraxılması aparatların dağılmasına və paylayıcı quruluşlarında ağır qəza baş verməsinə səbəb ola bilər. Kontaktların nöqsanlı olması səbəbindən praktikada açarların partlaması, oymaqların dağılması, şin birləşmələrinin əriməsi nəticəsində elektrik təchizat işlərinin uzun müddət pozulması halları baş verir. Buna görə də aparatları konstruksiya etdikdə kontaktların quraşdırılmasına xüsusi fikir vermək lazımdır. Seçilmiş kontakt növünü hesablama yolu ilə yoxlamaq və onun, aparatın bütün işləmə şərtlərinə uyğun olmasını praktiki yoxlama yolu ilə təyin etmək lazımdır.

Toxunan hissələrin formasından asılı olaraq kontaktlar aşağıdakı növlərə ayrılır:

- 1) bir nöqtədə toxunan nöqtəli kontaktlar (kürə və müstəvi, iki kürə və s.);
- 2) xətt boyunca toxunan xətti kontaktlar (silindr və müstəvi, prizma və müstəvi oxları paralel olan iki silindr və s.);
- 3) müstəvi boyunca toxunan müstəvi kontaktlar. Bütün bu kontaktların növləri şəkildə göstərilmişdir (şəkil 6.1).

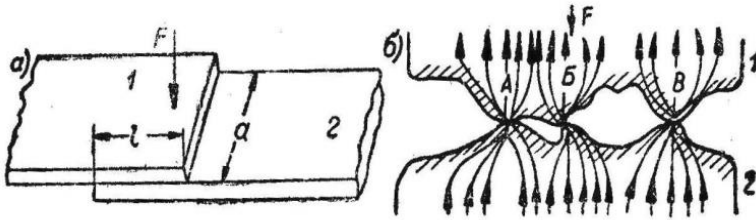
Həqiqətdə isə real fiziki cisimlər ancaq bir nöqtədə, xətt boyunca və ya müstəvi üzrə toxunurlar. Naqillərin materialı nə qədər bərk olsa və səthləri nə qədər diqqətlə pardaxlansa da, onlar bir-birinə kiçik səthlərlə bir neçə yerdə toxunur.



Şəkil 6.1. Kontaktların birləşdirilmə növləri.

Məsələn, əgər şəkil 6.2-də göstərildiyi kimi iki lövhəni bir-birinin üzərinə qoysaq, o zaman biz zahiri ($a \times b$) toxunma səthini almış olarıq. Lakin həqiqətdə fiziki toxunma səthi başqa olur. Dediymiz kimi, lövhə səthləri nə qədər diqqətlə pardaqlansa da səthdə həmişə mikroskopik çıxıntı qalacaq və iki səthin həqiqətdə toxunması şəkli, xeyli dərəcədə böyüdülmüş miqyasda b şəklində göstərildiyi kimi olacaqdır.

Beləliklə, həqiqi toxunma səthi zahiri səthdən xeyli kiçik olur. Etibarlı səthi kontakt yaratmaq məqsədilə, kontakt hissələrinin səthləri bir-birinə hər hansı bir müəyyən F qüvvəsi ilə sıxıldığından, toxunma yerində material əzilir, bu da toxunma səthini artırmış olur. Bu hadisə yeni toxunma sahəciklərinin yaranmasına səbəb olur. Belə sahəciklərin ölçü və sayı kontakt materialının sərtliyindən F sıxıcı qüvvəsindən asılıdır.



Şəkil 6.2. Kontaktların toxunma səthlərinin görünüşü. Kontaktların ümumi toxunma səthi aşağıdakı formuldən tapıla bilər:

$$q = \frac{F}{\sigma}$$

burada F – kontaktları sıxan ümumi qüvvə, kq;

σ - materialın əzilmədə müvəqqəti müqaviməti, kq/mm²;

q - kontaktların həqiqi toxunma sahəsidir, mm².

Bir sıra metallar üçün σ -nın ədədi qiyməti cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Cədvəl 6.1.

Bəzi materialların əzilməyə qarşı müqaviməti.

Material	σ , kq/mm ²	Material	σ , kq/mm ²
Alüminium	90	Molibden	169
Bolfram	150	Nikel	225
Qızıl	53	Qalay	4,5
Bürünc	50	Platin	78
Bərk mis	52	Gümüş	31
Yumşaq mis	39	Sink	43

İşləmə şəraitinə görə kontakt birləşmələri aşağıdakı növlərə ayrılır:

1) hərəkətsiz (ayrılmayan) kontakt birləşmələrinə;

2) hərəkətli (ayrılıb birləşə bilən) kontakt birləşmələrinə - bu kontakt növü elektrik dövrəsini yük altında, yüksüz və qısaqapanmalarda açılıb-bağlamaq üçün işlədilir.

Buna ayırıcıların, açarların, avtomatların və s. kontaktları aiddir;

3) sürüşən kontaktlar – bu kontaktlar elastik birləşmələrdən, ya da sürüşən və dirirlənən kontaktlardan hazırlanır. Belə birləşmədə kontakt hissələri arasında elektrik birləşməsi pozulmadan, bir kontakt müstəvisinin o biri kontakt müstəvisi üzərində sürüşməsi təmin olunur.

Hərəkət edən kontaktlar (ayrılıb birləşə bilən) o birilərinə nisbətən daha ağır şəraitdə işləməli olur. Buna görə hərəkət edən kontaktlar aşağıdakı əsas tələbləri ödəməlidir:

1) kontaktdan uzun müddət nominal cərəyan keçdikdə, o, yol verilə bilən temperaturdan çox qızmamalıdır;

2) kontakt lazımı mexaniki möhkəmliyə malik olmalıdır, yəni norma ilə qoyulmuş müəyyən sayda açılıb-bağlanmalara davam etməlidir;

3) bağlı vəziyyətdə ondan qısaqapanma cərəyanı keçdikdə, lazımı qədər elektrodinamiki və termiki dayanıqlığa malik olmalıdır;

4) cərəyan altında kontaktlar elektrik qövsü nəticəsində həddindən artıq dağılmamalıdır;

5) şəbəkədə qısaqapanma olduqda, o bağlanarsa, kontakt hissələri bir-birinə yapışmadan və həddindən artıq ərimədən birləşməlidir.

Bəzi hallarda hərəkət edən kontaktlar yuxarıda göstərdiyimiz tələblərin ancaq bir hissəsini ödəməli olur (məsələn, ayırıcılar ancaq birinci üç tələbi ödəməlidir).

Kontaktların işləmə müddətini artırmaq məqsədilə, bəzi açarlarda əsas və qövssöndürən kontaktlar qoyulur. Bu halda əsaskontaktların üzərinə uzun müddət axan nominal cərəyan və dövrə bağlı olduqda qısaqapanma cərəyanını yaxşı küçürmək vəzifəsi, qövssöndürən kontaktın üzərinə isə dövrə cərəyan

altında açıldıqda qövsü söndürmək və dövrədə olan qısaqapanmaya qoşulmaq kimi ağır bir vəzifə düşür. Beləliklə, qəsdən işin ağır hissəsi qövssöndürən kontaktların üzərinə köçürülmüş olur. Buna görə də bu kontaktlar qövs təsirinə dayanıqlı, müayinəsi və tez dəyişdirilməsi asan olmalıdır.

Kontaktların müqaviməti

Müxtəlif kontakt birləşmələri müqavimətlərinin ölçülməsi göstərir ki, bu qiymətlər həmin ölçü və formada olan bütöv naqillərdəki qiymətlərə nisbətən həmişə böyük olur. Buna görə də, demək olar ki, kontakt birləşmələrində bir naqıldən başqasına keçid yerinin olması, bütöv naqillə nisbətən müqavimətin artmasına səbəb olur. Kontaktın bu müqaviməti keçid müqaviməti adlanır.

Kontakt birləşməsi müqavimətinin (R_{kon}) iki mürəkkəbdən: metalın müqavimətindən (P_{met}) və keçidin müqavimətindən ($R_{keç}$) ibarət olduğunu qəbul etmək olar:

$$R_{kon} = R_{keç} + R_{met}$$

Çoxlu miqdarda aparılan təcrübələrdən alınmış qiymətlərə əsasən, oksidləşmiş təmiz kontaktların keçid müqavimətlərinin hesablanması üçün aşağıdakı ifadə təklif olunmuşdur:

$$R_{keç} = \frac{C}{F^m} [Om]$$

burada C- kontakt materialının növündən, kontakt səthinin işlənmə sulundan və vəziyyətindən asılı olan sabit kəmiyyət olub, 1 kq təzyiqdə keçid müqavimətinin Om ilə qiymətini göstərir.

F- kontakt səthinə düşən ümumi təzyiq, kq;

M – kontaktın formasından asılı olub, 0,5-1 arasında qiymət ala bilən sabit kəmiyyətdir.

Beləliklə, kontaktın keçid müqaviməti $R_{keç}$ kontakt materialının, kontakt səthinə düşən ümumi təzyiqin və bu səthin vəziyyətinin funksiyasıdır və kontakt sahəsi qiymətindən, demək olar ki, heç asılı deyildir.

Uzun müddətli yükləmə kontaktlarının qızması

Yük cərəyanı axdıqda kontakt birləşməsində I^2R_t –qədər istilik ayrılır. Bunun nəticəsində kontakt birləşməsi qızır. Qızma prosesi ilə eyni vaxtda, əhatə edən mühitə istilik verilməsi prosesi də gedir. İstilik müvazinəti vəziyyətində kontaktda yaranan istiliyin miqdarı ətraf mühitə verilən istiliyin miqdarına bərabərləşir. Bu isə kontaktın müəyyən bir θ qərarlaşmış temperatura malik olmasına səbəb olur.

İstiliyin toxunan kontakt səthlərindən ayrılması və əhatə edən mühitə ayrılması üçün kontaktlar müəyyən kütləyə və soyuma səthinə malik olmalıdır. İdeal kontakt birləşməsinə olan tələblər aşağıdakılardan ibarətdir:

1) kontakt birləşməsinin elektrik müqaviməti (R_{kon}) həmin kontakt uzunluqda naqilin (R_{naq}) müqavimətinə bərabər və ya ondan kiçik olmalıdır;

2) kontakt birləşməsinin işlək cərəyandan qızması (θ_k) həmin en kəsilişli naqilin qızmasından (θ_{naq}) çox olmamalıdır.

1-ci şərti ödəmək üçün kontakt birləşməsi ölçülərini təyin etmək lazımdır. Təcrübədə göstərilmişdir ki, 1-ci şərti ödəyən kontakt birləşmələri adətən 2-ci şərti də ödəyir, yəni onların qızması naqilin qızmasından çox olmur.

Yüksək gərginlik aparatlarının kontakt birləşmələrinin uzunmüddətli nominal cərəyan şəraitində maksimal yol verilən temperaturu:

- 1) hərəkət etməyən kontakt birləşmələri üçün $75^\circ C$
($\tau = 35^\circ C$ şəraitində temperatur artımı $\tau = 40^\circ C$);
- 2) hərəkət edən kontakt birləşmələri üçün $75^\circ C$

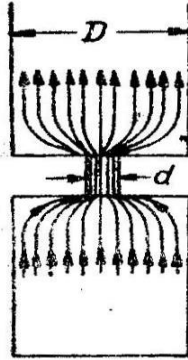
($\tau = 40^\circ C$).

Təzyiqi artırmaqla, yaxud xüsusi müqaviməti kiçik və istilik keçirməsi böyük olan materialdan istifadə etməklə, kontakt səthini artırmaqla, kontakt birləşməsinə toxunan səthləri artırmaqla, kontaktlarda yüksək istilik şüalanma qabiliyyəti olan xarici səthlər yaratmaqla kontakt birləşmələrinin artıq qızmasını azaltmaq olar.

Qısaqapanma zamanı kontaktların dayanıqlığı

Yuxarıda göstərildiyi kimi, ayrılmayan kontakt birləşmələrinə nisbətən, hərəkət edən kontakt birləşmələri olduqca ağır şəraitdə işləyirlər: hərəkət edən kontakt birləşmələrini açan zaman kontakt səthləri elektrik qövsündən zədələnir, kontaktlar bağlandıqda, bir səthin o biri səthə zərbəsindən onlar zədələnə bilirlər; kontaktlar açıq olduqda onların səthləri oksid təbəqəsilə örtülə bilər. Bundan başqa, açıcı və bağlayıcı kontaktları olan aparatların kontaktlarından böyük qısaqapanma cərəyanı keçdikdə, kontakt səthlərinin bir-birinə qaynaqlanması imkanı yarana bilər. İndi də bu hadisənin səbəbini aydınlaşdırmağa keçək.

Kontaktından qısamüddətli böyük cərəyan (qısaqapanma cərəyanı) keçdikdə, ondan külli miqdarda istilik ayrılır, həmin istilik vaxt azlığından kontaktların metal kütləsi tərəfindən sovrula bilmir və kontaktın keçid nöqtələrinə yaxın olan zonada toplanır. Keçid nöqtələrində metalın temperaturu kəskin sürətdə artır və onun ərimə temperaturuna qədər çata bilər. Cərəyanın keçdiyi yerlərdə metalın əriməsi, kontakt hissələrinin öz aralarında çox asanlıqla qaynaq edilməsinə səbəb ola bilər.



Şəkil 6.3. Qısaqapanma zamanı kontakt yerinin görünüşü.

Odur ki, kommutasiya aparatlarının hərəkət edən kontaktlarının düzgün hazırlanmaması nəticəsində onların kontakt səthləri qaynaqlanır, bu da onların normal işinin pozulmasına səbəb olur.

Əgər qaynaq hadisəsi baş verirsə, onda bu qaynaq elə möhkəm olacaqdır ki, açıcı mexanizm kontaktları açmağa qadir ola bilməyəcəkdir. Bundan başqa, kontaktların qaynaq edilməsinə görkəmli dərəcədə təsir edən, böyük cərəyanlardan yaranan daxili elektrodinamiki qüvvələrdir. Hadisənin bu tərəfini belə izah etmək olar: cərəyanın bir kontakt səthindən digərinə keçməsinə, kontakt səthlərinin həqiqi toxunma yerində yaxınlaşmış və uzaqlaşmış xətlər şəklində göstərmək olar.

Yaxınlaşan xətlər kontaktdan onun səthinə doğru, uzaqlaşan xətlər isə səthdən kontaktın daxilinə doğru istiqamətlənir.

Horizontal yaxınlaşmış cərəyan xətti mürəkkəbələrinin istiqaməti, o cərəyana keçən səthdə onunla üzbəüz gələn digər kontakt səthindəki uzaqlaşmış cərəyan xətlərinin horizontal mürəkkəbəsinin əksinə yönəlmişdir. Müxtəlif istiqamətdə olan cərəyanların qarşılıqlı təsiri kafi dərəcədə itələyici daxili elektrodinamiki qüvvə (F_e) yaradır. Bu qüvvənin qiyməti aşağıdakı formul ilə tapılır:

$$F_e = I^2 \cdot \ln \frac{d_1}{d_2} \cdot 10^{-8} (kq)$$

burada d_1 – kontaktın diametri, əgər onu şərti olaraq dairəvi qəbul etmiş olsaq;

d_2 – toxunma sahəciyinin diametri;

I – zirvə cərəyanıdır.

Əgər kontaktlar bir-birinə yayın qüvvəsilə sıxılmışsa, o zaman elektrodinamik qüvvə yayın sıxıcı qüvvəsini zəiflədərək, bir kontaktı digərindən kənara tullaya bilər.

Əgər elektrodinamik qüvvələr yayın sıxıcı qüvvəsindən az da olarsa, bu halda yenə yayın sıxıcı qüvvəsi və kontaktlar arasındakı təzyiq bir qədər zəifləyir, onların arasındakı keçid müqaviməti və bunun da nəticəsində kontakt birləşməsinin temperaturu artır.

Yayın sıxıcı qüvvəsi sabit kəmiyyətdir, elektrodinamik qüvvələr isə dövrdə cərəyanın artması ilə artır və ən böyük qiymətini qısaqapanma zamanı alır.

Beləliklə, dövrdə xarici qısaqapanma cərəyanları axdıqda, yaranan elektrodinamik qüvvələrin təsirindən kontaktların ən qorxulu aralanmaları və onların arasında güclü elektrik qövsünün yaranması baş verir.

Qövsün yüksək temperaturu təsirindən kontaktların materialə əriməyə yaxın vəziyyətə qədər qıza bilər. Cərəyanın qiyməti azaldıqda və bağlayıcı kontaktlarda yayın təsiri kafi dərəcədə olduqda hərəkət edən və hərəkət etməyən kontaktlar bir-birinə toxunur, qövs sönür, əriyən metal bərkiyər və toxunma səthləri qaynaq edilmiş olar.

Kontaktların əriməsi və onların qaynaq edilməsi xüsusən böyük cərəyanların dövrlərinin (dövrənin qısaqapanma zamanı bağlanması) qapanmasında kontaktların toxunması ilə artır.

Beləliklə, kontaktların qaynaqlanması hadisəsinin baş verməsi, bir kontaktı digərinə çıxan qüvvənin qiymətindən və kontaktların materiallarından asılıdır.

Elektrodinamik qüvvənin təsirindən kontaktların aralanmasına və qaynaqlanmasına yol verməmək üçün yeganə üsul, kontaktları sıxan qüvvənin, yəni kontaktların təzyiqinin artırılmasıdır.

Əgər aşağıdakı şərt gözlənilərsə, qaynaqlanmaqdan xilas olmaq mümkündür:

$$A \geq KI^2$$

burada F- kontaktlardakı sıxıcı qüvvə, kq;

I – kontaktdan axması mümkün olan maksimal cərəyan, A;

K – təcrübəvi koeffisientdir, cədvəl 6.2.

Cədvəl 6.2.

K koeffisientinin qiyməti

Kontaktın materialı	Kq/a^2
Mis-mis	$6,0 \cdot 10^{-8}$
Mis-bürünc	$6,9 \cdot 10^{-8}$
Mis-polad	$4,35 \cdot 10^{-8}$
Alüminium-bürünc	$3,9 \cdot 10^{-8}$

Kontaktların aralanması nəinki daxili elektrodinamiki qüvvələrin təsirindən, hətta mexaniki titrəmələr nəticəsində də əmələ gələ bilər.

Elektrik aparatlarında işə buraxma və dayanmalar zamanı baş verən proseslər

Elektrik dövrlərində işləyən elektrik aparatlarının kommutasiya qurğuları vasitəsi ilə bu dövrlər şəbəkəyə qoşulur və şəbəkədən açılır.

Bu zaman kontaktlarda elektrik boşalmaları baş verir. Bu boşalmalar zamanı kontaktlar arasında elektrik qövsləri yaranır ki, bu da kontaktların tez sıradan çıxmasına səbəb olur.

Elektrik idarə dövrlərindəki az güclü relelərdə cərəyan bu boşalmalar zamanı 0,1 A qədər olur. Böyük güclü elektrik qurğularında keçid fazalarında elektrik qövsü yaranır.

Beləki, elektromaqnit işəburaxıcıları və kontaktorların kontaktlarında yaranan elektrik boşalmaları və elektrik qövslərini azaltmaq məqsədilə ayrı-ayrı materiallardan istifadə edilir.

Cədvəl 6.3.

Kontaktların boşalma gərginliyinin və cərəyanının göstəriciləri.

Kontaktın materialı	U_0 , volt	I_0 , amper
Platin	17	0,9
Qızıl	15	0,8
Gümüş	12	0,4
Volfram	17,0	0,9
Mis	12,3	0,43
Kömür	18-23	0,03

a) İşəqoşulma.

a) Elektrik aparatlarında işə qoşulma zamanı yaranan elektrik boşalmaları, bu kontaktların materialından, onların düzgün tənzimlənməsindən, kontaktların vibrasiyasından və üz səthlərinin vəziyyətindən asılıdır (paslanma, oksidləşmə və s.).

İşləyən elektrik avadanlıqlarının gücündən asılı olaraq işəqoşulma zamanı kontaktlardakı keçid cərəyanları da artıb - azalır. Bu zaman kontaktlardakı keçid müqaviməti:

$$R = \frac{K_1}{P^{1/2} kont}$$

İfadəsi ilə hesablanır.

P_{kont} – kontaktın sıxılma gücü;

K- kontaktların konstruksiyasından asılı olaraq dəyişən əmsal.

Bu əmsal güclü axımlı kontaktlarda kontakt materialdan asılı olaraq dəyişir:

Mis – 3,16

Gümüş – 1,58

Qalay – 15,8

Latun – 21,2

Polad – 24

Alüminium – 5,05

Zəif axımlı kontaktorlarda isə:

Mis – 0,014 -0,0175

Gümüş – 0,006

Çoxkontaktlı aparatlarda keçid müqaviməti:

$$R_{kon} = \frac{K}{P^n_{kont}}$$

Formulası üzrə hesablanır: $m=0,7...1$; k - əmsal.

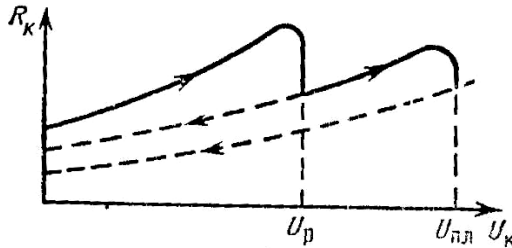
Kontaktlardakı keçid cərəyanı artdıqda gərginlik düşgüsü də artır:

$$U_{kont} = I \cdot R_{kont}$$

Bu formula öz əksini aşağıdakı qrafikdə tapır:

U_{pl} – kontaktın ərimə gərginliyi;

U_p – kontaktın yumşalma gərginliyi.



Şəkil 6.4. Kontakt müqavimətinin kontakt gərginliyindən asılılıq qrafiki.

b) Açılmalar.

Elektrik aparatlarında açılmalar zamanı kontaktların sıxılma gücü azalır. Bu halda keçid müqaviməti artır. Buna

görə də kontaktların birləşdiyi nöqtədə temperatur artır. Kontaktlar aralanan zaman onların arasında elektrik qövsü yaranır. Bu da kontaktların tez sıradan çıxmasına şərait yaradır. Sabit cərəyan qurğularında kontaktların tez sıradan çıxma ehtimalı çoxdur.

Keçid cərəyanı nə qədər çox olsa, kontaktlar arasında yaranan elektrik boşalmaları, elektrik qövsü çox olur. Elektrik aparatlarının kontakt sistemlərinin konstruksiyalarında qövssöndürən qurğular tətbiq edilir.

Kontaktından axan cərəyanın I , keçid cərəyanına nisbəti I_0 , $I \leq I_0$ olduqda, eyni zamanda gərginlik $U=270 \text{ V} \div 330 \text{ V}$ olduqda elektrik qövsü yaranır. $I_0=5 \text{ A}$ olarsa, kontaktların işləmə müddəti

$$T = 0,6V_0 \cdot \gamma(\gamma_{kont} \cdot q_0)$$

Formulası ilə hesablanır.

N – açılmaların sayı,

V_0 - kontaktın həcmi (m^3),

γ - kontakt materialının sıxlığı (kq/m^3),

γ_{kont} – istifadəyə yararsızlıq əmsalı (kq/Kl),

q_0 - elektrik miqdarı (I açılma zamanı) Kl .

Kontaktların materialından asılı olaraq γ_{kont} əmsalı dəyişir.

Cədvəl 6.4.

Kontakt materialının sıxlığı

Kontakt materialı	$\gamma_{kont}, \text{kq}/\text{Kl}$
Gümüş	3,6-10
Qızıl	1,5
Volfram	1,5
Platin	5,5
Mis	6
Gümüş-nikel	20
Gümüş-qızıl	15

Təqribi hesablamaya görə, qövsün sönməsi zamanı, cərəyan düz xətt boyunca azalır: $q_0 = \frac{1}{2} I_0 t_2$

burada q_0 – elektrik miqdarı (Kl); I_0 – açılma cərəyanı (A); t_2 – qövsün sönmə müddəti.

Kontakt cərəyanı $I > 5$ A olduqda kontaktın istifadəyə yararsızlığı

R.S. Kuznetsov formulası ilə hesablanır:

$$m = 10^{-9} K_0 N \cdot I^2$$

m – kontaktın istifadəyə yararsızlığı (q); N – açılıb-bağlamalar sayı;

I – açılma cərəyanı (A); K_0 - əmsal (q/A^2).

İstifadəyə yararsızlıq əmsalı K_0 kontakt materialından fərqli olaraq dəyişir:

Cədlvəl 6.5.

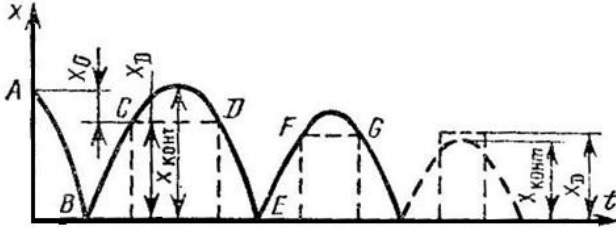
Yararsızlıq əmsalının material növündən asılılığı

Kontakt materialı	Tr. sönmə müddəti	K-ist.yararsızlıq əmsalı
Gümüş	0,3 san	$(1 \div 3) \cdot 10^{-6}$
Gümüş-nikel	1-5 san	$(15 \div 150) \cdot 10^{-6}$
Gümüş	1-5 san	$(50 \cdot 10^{-6})$
Mis	1-5 san	$200 \cdot 10^{-6}$

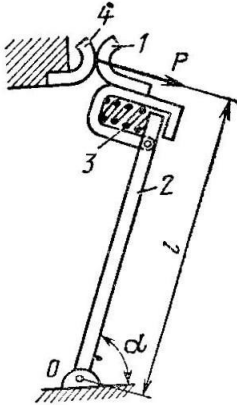
Aktiv yükün dövrəyə qoşulduğu zaman kontaktlarda baş verən proseslər aşağıdakı dioqramda öz əksini tapır. A nöqtəsini kontaktların birləşdiyi nöqtə kimi qəbul etsək bu nöqtədə $U_{kont}=0$; $I_{kont}= I$ olur.

B nöqtəsində kontaktın hərəkəti dayanır. Kontaktta olan dartılma qüvvəsinin hesabına öz ətaləti ilə hərəkətdə olur. Bu proses C nöqtəsinə qədər davam edir. C nöqtəsində dövrə qırılır. Cərəyan $I=0$ olur.

Kontaktın konstruksiyasında olan yayın (3) hesabına kontakt X_{kont} nöqtəsinə qədər gəlir və D nöqtəsində cərəyan yaranır. Gərilmə qüvvəsi nəticəsində kontaktın yerdəyişməsi X_D -yə bərabər olur. t_m – zaman müddətində kontaktlar; $X_{kont} - X_D$ məsafəsində olur. Əgər $X_D \geq X_{kont}$ olarsa kontaktlar açılmaz.



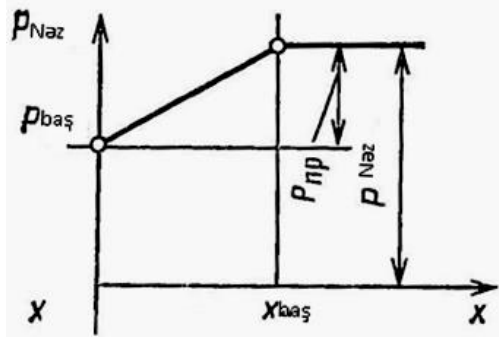
Şəkil 6.5. İnduktiv müqavimətli sistemlərdə qısa qıpanmanın sönmə qrafiki.



Şəkil 6.6. Kontaktların qoşulma və açılma sxemi: 0 – nöqtəsi – dayaq nöqtəsi; 1–hərəkətedici kontakt; 2–hərəkətedici kontaktın qolu; 3–yay; 4–hərəkətsiz kontakt.

Kontaktların dəqiq işini tənzim etmək üçün onların açıq vəziyyətində kontakt yayı tənzim olunur.

Kontaktlar birləşən zaman onların sıxılma qüvvəsi 0–dan yox P_{nas} nöqtəsindən başlayır. Bu proses qrafikdə göstərilmişdir.



Şəkil 6.7. Kontaktlardakı güc itkisinin kontaktlar arasındakı məsafədən asılılıq qrafiki.

$X_{hes} - X_{kont}$ məsafəsi hərəkət edən kontakta aiddir. P_{np} gücü bu məsafədə yaranır. P_{kont} gücü kontaktların tam birləşdiyi zaman yaranır.

Qısa qapanma zamanı, kontaktların birləşdiyi nöqtədə kontaktların əriməsi baş verməsin deyə kontakt yayı kontaktların elektrodinamik itələmə qüvvəsini kompensasiya etməlidir.

Bu konstruksiyalarda əvvəlcədən qısaqapanma halında, cərəyanın kəskin artmasını nəzərə alıb, kontakt yayını itələmə qüvvəsi hesablanır. Bundan başqa kontakt qurğularında qısaqapanmadan, faz itməsindən, ifrat cərəyandan mühafizə elementləri quraşdırılır (istilik relələri, faz reləsi).

Elektrik dövrəsinin şəbəkədən açılması

Ümumi anlayış. Elektrik aparatlarının işə qoşulub açılması üçün kommutasiya qurğularından istifadə edilir. Bu açılmalar zamanı kontaktlar arasında yaranan elektrik boşalmaları, elektrik qövsləri kontaktların sıradan çıxmasına səbəb olur.

Güclü aqreqlatlarda kontaktlar arasında keçid gərginliyi elektrik qüvsü şəklində özünü göstərir. Dövrədə gərginlik (U)

və (I) normadan artıq olarsa, yaranan elektrik qövsünün aşağıdakı xüsusiyyətləri üzə çıxır:

1) elektrik qövsünün mərkəzində temperatur 6000-25000°C-yə çata bilər;

2) elektrik qövsü yaranan zaman katoddakı cərəyan sıxlığı $I=10^2-10^3$ A/mm² çatır.

3) katodda yaranan gərginlik düşgüsü $\Delta U=10-20$ V olur.

Elektrik qövsü özünü üç sahədə göstərir:

a) katod sahəsi; b) qövs sütunu sahəsi; c) anod sahəsi.

a) Katod sahəsi 10^{-6} m sahəni əhatə edir.

Katod ətrafında müsbət ionlar yaranır. Bu ionlarla katod arasında elektrik sahəsi yaranır. Bu elektrik sahəsinin gərginliyi $U_k=10^{-7}$ V/m olur. Bu zaman elektronların katoddan axını başlayır. Elektrik sahəsi elektronların hərəkət sürətini artırır. Bu elektronların neytral hissəciklərlə toqquşduğu zaman ionlaşma prosesi başlayır. Hərəkətdə olan elektronlar müəyyən enerjiyə malik olurlar. Bu zaman U_i gərginliyi elektron sahəsini ionlaşması rolunu daşıyır.

U_i –ionizasiya gərginliyi.

Müsbət ionlar katodda doğru hərəkət edirlər. Buna görə də katodun temperaturu kəskin artır.

b) qövs sütunu sahəsi

Qövs sütunu hissəciklərindəki enerji çox cüzi miqdarda olduğu üçün bu sahədə ionlaşma prosesi təkənla olunur. Qövs sütunu sahəsində yaranan yüksək temperatur zamanı ionlaşma baş verir. Bu ionlaşma termiki ionlaşma adlanır və aşağıdakı formula ilə təyin edilir.

$$\frac{X^2}{1-X^2} \cdot 10^{-5} p = 315,8 T^{2,5} \ell^{-11600 i/T} \cdot 10^{-8}$$

X –ionlaşma həddi; P-qazın təzyiqi (Pa); T- qazın temperaturu (K); U_i – ionlaşma potensialı (V). əgər T- const olduqda $X^2 < 1$; $X \approx 1/\sqrt{P}$.

İonlaşma prosesi yaranması temperatur amilindən asılıdır. Mərhələli ionlaşma prosesi $T=6 \cdot 10^3$ olduqda daha da güclənir. $T=3000-4000$ K olduqda kifayət qədər ionlaşma prosesi yaranır.

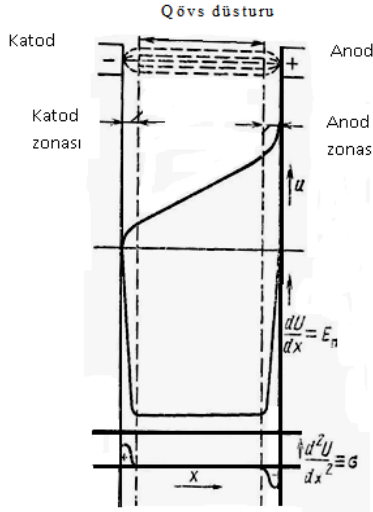
Elektrik qövsünün ionlaşma prosesi qövs arası temperaturdan asılıdır. Elektrik qövsünün soyudulması bu prosesdə güdən qövs soyudulmasından (diffuziya), istilik keçirmədən asılıdır. Açıq vəziyyətdə yaranan elektrik qövsündə 15-30 % şüalanma enerjisi sərf olunur. Qapalı şəraitdə yeni qövs söndürən qurğu olan yerlərdə bu şüalanma enerjisi xeyli az olur. Elektrik qövsünün transformator yağında yanması zamanı ayrılan hidrogen bu qövsün sönməsi üçün şərait yaradır.

c) anod ətraflı elektrik qövsün ionlaşma prosesi aşağıdakı qyda baş verir:

Qövs sütunu sayəsində olan elektron seli müsbət elektroda yəni anoda doğru hərəkət edir. Elektrik qövsü anodda şüalandırma yaratmır. Ona görə də bu elektronlar neytrallaşmır. Anod ətrafında mənfi yük həcmi yaranır ki, bu da anod ətrafi sahədə gərginlik düşgüsünün azalmasına və elektrik sahəsinin artmasına səbəb olur. Anod ətrafi gərginlik düşgüsü anodun temperaturundan, onun materialından və cərəyandan asılıdır. Elektronlr anoda doğru hərəkət edir. Bu zaman elektronların enerjisi anoda verilir. Bu enerjinin hesabına anod möhkəm qızır. Anoda doğru hərəkət edən elektron seli, anodda olan elektronları sıxışdırır və bu da anodətrafi mənfi xüsusiyyətli elektronların yaranmasına səbəb olur. Anodun yüksək temperaturu elektrik qövsünün yaranmasına o qədər də təsir göstərə bilmir. Bu zaman anodun rolu elektrik qövsünün sütunundan axan elektronların qəbul etməkdən ibarət olur. Bu prosesdə gərginliyin paylanması elektrik sahəsinin gərginliyi (qradienti) $E_n = dU/dX$ düsturu ilə təyin edilir.

Katodda yaranan gərginlik düşgüsü $\Delta U=10-20$ V olur. Eyni zamanda bu gərginlik düşgüsü katodun materialından

asılıdır. Katod ətrafı yaranan gərginlik düşgüsü, ionlaşma potensialından xeyli az olur. Ətrafında mənfi və müsbət yüklər bir-birini tarazlayır və neytrallaşdırır. Bu zaman qövsdəki gərginlik qradienti həmişəlik qalır və havada yaranan elektrik qövsü üçün (2-3) 10 V/m olur. Qövs söndürən qurğularda gərginlik artır və $(2\div 3) \cdot 10^4$ V/m bərabər olur. Anodətrafı gərginlik $\Delta U=5-10$ V olur. Cərəyan çox olduqda anodətrafı gərginlik azalır. Katod ətrafı gərginlik sabit olur.



Şəkil 6.8. Sabit cərəyan dövrəsindəki açılmalar zamanı baş verən proseslərin qrafiki.

Sabit cərəyan qövsü

A) Statik voltamper xarakteristikası qövsün gərginliyi və cərəyanı arasında olan asılılıqdır. Cərəyan (i) artdıqca qövsün temperaturu da artır. Bu zaman termik ionlaşma, ion hissəciklərinin kəskin artması nəticəsində elektrik müqaviməti azalır (r_0). Qövsün gərginliyi $U=I \cdot r_0$. Cərəyan artan zaman qövs müqaviməti (r_0) kəskin azalır və qövs gərginliyi azalır.

Qövsün statik xarakteristikası katod və anod arasındakı məsafədən asılıdır. Eyni zamanda bu xarakteristika elektronların (katod, anod) materialından, soyutmaşəraitindən asılıdır.

$$U_d = U_p + E_n \cdot \ell$$

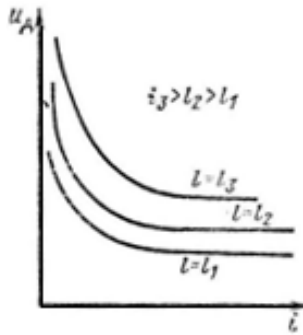
burada U_p – qövs gərginliyi; U_d – gərginlik düşgüsü; E_n – elektrik sahəsinin gərginliyi; ℓ - qövs sütununun uzunluğu; E_n – elektrik sahəsinin gərginliyi cərəyan və qövsün yanma şəraitindən asılıdır.

Xarakteristikaya əsasən qövs sütunun uzunluğu (ℓ) çox olduqda volt-ampere xarakteristikası yuxarı qalxır.

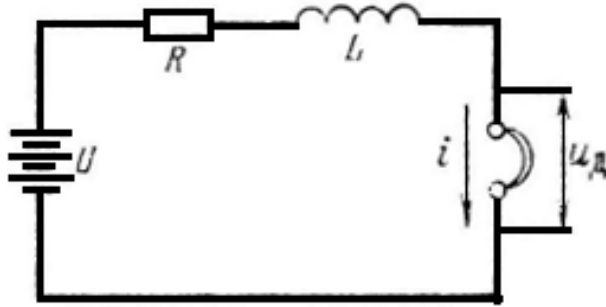
B) qövsün yanıb-sönməsi şəraiti.

Aydınlaşdırma üçün aşağıdakı sadə elektrik qövsü dövrəsinin iş prinsipini nəzərdən keçirək. Dəyişməyən uzunluğu olan elektrik qövsünün balans gərginliyi:

$U = IR + \ell di/dt + U_0$ formulası ilə təyin edilir. Stasionar iş rejimində dövrədə olan cərəyan (i) dəyişmir. di/dt olur. Onda voltamper xarakteristikası düz xətt boyunca olur.



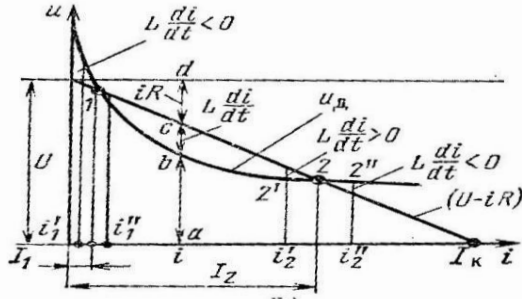
Şəkil 6.9. Açılmalar zamanı yaranan kontaktların Volt-Amper xarakteristikası.



Şəkil 6.10. Sabit cərəyan dövrəsində komutassiya zamanı baş verən fiziki proseslərin təsiri.

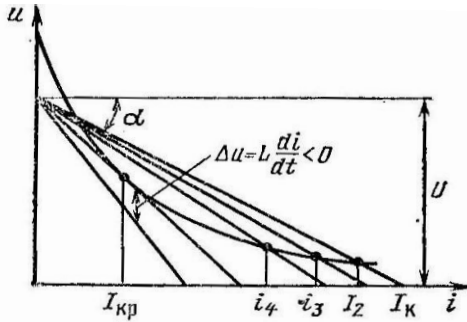
Cərəyana (i) görə “ab” kəsiyi qövsün gərginliyinə uyğundur; “cd” kəsiyi $-R$ rezistorunda gərginlik düşgüsünə uyğundur; “bc” qövs sütunun uzunluğuna uyğundur. 1 və 2 nöqtəsində $ldi/dt = 0$. 1-2 nöqtəsi intervalında prosesin stasionar rejimidir. Əgər hər hansı səbəbdən şəbəkə gərginliyi azalarsa, onda qövs gərginliyinin balans nöqtəsi 2-dən 2'-ə keçir. Onda cərəyan (I_2)-dən (I'_2)-ə azalır. Gərginliyin normal vəziyyətində $U_d < U \cdot IR$ olur. Ona görə də 2' nöqtəsində gərginlik düşgüsü $l \frac{di}{dt} > 0$ olur. Bu prosesdə $l \frac{di}{dt} = 0$ -a qədər davam edir. Elektrik aparatlarında yaranan elektrik qövsünün tez sönsürülməsi üçün bütün üsullardan istifadə edilir. Cərəyanın miqdarından asılı olmayaraq qövsün tez söndürülməsi üçün $ldi/dt < 0$ olmalıdır. $U_d > U \cdot IR$.

Kontaktların bağlı vəziyyətində qövs sönmür. Dövrədə cərəyan $I = \frac{U}{R}$ olur. Kontaktlar aralanan zaman I_2 cərəyanı axan qövs yaranır. Şəbəkə gərginliyi və qövs sütunun uzunluğu dəyişməzsə, müqavimətin artması nəticəsində cərəyan I_2 azalır.



Şəkil 6.11. Qövs gərginliyini komutasiya cərəyanından asılılıq xarakteristikası.

Xarakteristikada bu cərəyanlar L_3 ; L_4 və I_{kr} . Müqavimətin artması prosesində $U_D > U - iR$ olur. U_D – qövs gərginlik düşğüsü; U – şəbəkə gərginliyi; R – müqavimət.



Şəkil 6.12. Komutasiya prosesində Voltamper xarakteristikasına gərginlik itkisinin təsiri xarakteristikası.

Bu zaman qövsün sönməsi üçün şərait yaranır.

Bu şəraitdə olan cərəyan və müqavimət kritik olur. (I_{kp} , R_{kp}). Kritik cərəyanın I_{kp} sabit vəziyyətində şəbəkə gərginliyi artarsa onda qövsün gərginlik düşğüsü $U_D = U - iR$ formulası ilə təyin edilir və bu xarakteristikada düz xətt boyunca yuxarı qalxır.

Xarakteristikanın analizi göstərir ki, müqavimətin R dəyişməsi nəticəsində qövsün volt-ampər xarakteristikasının $i \geq i_{kp}$ olduğu vəziyyətdə statik xarakter dəyişir.

Kiçik cərəyanlarda qövsün sönmə müddətini azaltmaq üçün şəbəkə gərginliyini artırmaq lazımdır. Qövsün yanma müddətini t_D qəbul edək. Qövsün gərginlik düşgüsü $\Delta U = \ell di/dt$

$$\text{Buradan } t_D = \ell \int_{ik}^0 di/\Delta U$$

Burdan belə nəticəyə gəlmək olar ki, ΔU nə qədər çox olsa qövsün yanma müddəti o qədər az olar. Qövsün sönməsi zamanı kontaktlarda gərginlik çoxalır.

C) Sabit cərəyan qövsündə açılma zamanı baş verən gərginlik artımı.

Cərəyanın 0 vəziyyətində kontaktlarda yaranan gərginliyə qövsün sönmə gərginliyi deyilir. $I=0$ olduqda $\Delta U = \ell di/dt + U_{son}$; $U_{son} = U - \ell di/dt / i = 0$
 $\ell di/dt < 0$ olduqda $U_{son} = U + \ell di/dt$

Kontaktlarda yaranan gərginliyin U_k şəbəkə gərginliyinə U nisbətən artımı, qövsün gərginlik artımı adlanır. Qövsün sönməsi zamanı induktivlik və cərəyanın azalma sürəti nə qədər çox olsa, gərginlik artımı bir o qədər çox olar.

Cərəyanın azalma sürəti di/dt , qövs arası müqavimətin artma sürətindən asılıdır. Qövsün sönməsi zamanı baş verən gərginlik artımı əmsalı (K)

$$K = \frac{U_{sön}}{U} = I + \frac{\ell di/dt / i}{U} = 0$$

Qövsün gərginlik artımı bəzi vaxt nominal gərginlikdən qat-qat çox ola bilər. Ona görə də güclü aqreqatlarda, güclü induktivliyi olan elektrik avadanlıqlarında (məs. Generatorun təsirlənmə dolağı və s.) qövs söndürən qurğulardan istifadə edilir.

VII FƏSİL

QISAQAPANMA ZAMANI ƏMƏLƏ GƏLƏN ELEKTRODINAMIKI QÜVVƏLƏR

Ümumi məlumat

Şin konstruksiyalarının, bir çox aparatların (cərəyan transformatoru, ayırıcı, açar, reaktor və s.), generatorların və güc transformatorlarının cərəyan daşıyan hissələri cərəyan təsiri ilə müəyyən mexaniki gərginliyə uğrayır. Normal rejimdə mexaniki gərginlik xüsusi diqqət cəlb etmədiyi halda, qısaqapanmalar vaxtı dövrədən normal cərəyandan dəfələrlə artıq cərəyan axdığına görə, mexaniki gərginliklər böyük qiymət ala bilər.

Qısaqapanmanın ilk anları, qısaqapanma cərəyanı (zərbə cərəyanı) ən böyük qiymətə malik olduğundan, ən qorxulu hal hesab edilir.

Müasir güclü elektrik sistemlərində 6-10 kV gərginlikdə qısaqapanmanın 100-200 kA-a qədər çatan zərbə cərəyanının yaratdığı mexaniki təsir, paylayıcı quruluşun lazımı dərəcədə möhkəm olmayan hər hansı bir elementinin (açar, ayırıcı, cərəyan transformatoru, reaktor və s.) zədələnməsinə səbəb ola bilər. Elə buna görə də, elektrik qurğularının etibarlı işləməsi üçün bunların bütün elementləri qısaqapanma vaxtı mexaniki təsirlərə davam gətirə bilməlidir, daha doğrusu bu elementlərin elektrodinamik dayanıqlığı olmalıdır.

Elektrodinamik qüvvələrin qiyməti keçiricilərin yerləşdiyi mühitdən müəyyən dərəcədə asılıdır. Buna görə indiki keçirici sistemləri əsas iki qrupa bölmək olar:

- 1) maqnit nüfuzu maqnit sahə gərginliyindən asılı olmayan mühitdə yerləşən sistemlərə;
- 2) maqnit nüfuzu maqnit sahə gərginliyindən asılı olan mühitdə yerləşən sistemlərə.

Praktiki olaraq birinci qrupa içərisində dəmir, çuqun və maqnit poladı kimi materiallar olmayan, ikinci qrupa isə içərisində bu materiallar olan sistemləri aid etmək olar.

Elektrodinamik qüvvələri təyin etmək metodu, hər iki qrup üçün prinsip etibarilə eynidir. Lakin ikinci halda hesablama çox vaxt xeyli mürəkkəb alındığı üçün praktiki olaraq onu ancaq təxmini üsulla hesablayırlar.

Elektrodinamiki qüvvələrin praktiki hesablama metodunu prof. V.B.Romanovski etmişdir.

Elektrodinamik qüvvələrin təyin üsulları

Elektrodinamik qüvvələri iki üsulla təyin etmək olar:

- 1) Bio-Savar qanunu əsasında;
- 2) Konturların enerji ehtiyatlarının dəyişməsinə görə.

Birinci üsul: Bio-Savar qanununa görə, maqnit sahəsində yerləşmiş cərəyan daşıyan məftilin $d\ell$ uzunluğuna aşağıdakı mexaniki qüvvə təsir edir.

$$dF = 1,02 \cdot 10^{-7} \cdot i B d\ell \cdot \sin \beta \text{ (kq)}$$

burada i -məftildən axan cərəyan, A;

$B - d\ell$ uzunluqda məftil olan yerdə maqnit induksiyası, Hs;

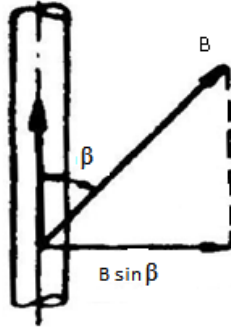
β - cərəyan istiqaməti ilə maqnit induksiyası istiqaməti arasında qalan bucaqdır.

Xüsusi halda, əgər cərəyanın istiqaməti maqnit seli istiqaməti ilə düz bucaq təşkil edirsə, $\sin \beta = 1$ olar . Onda

$$dF = 1,02 \cdot 10^{-7} \cdot i B d\ell \text{ (kq)}$$

Keçirici müntəzəm sahə içərisində yerləşərsə, onun boyu uzunluğunu induksiya eyni olar və ona təsir edən tam qüvvə bu ifadənin inteqrallanmasından alınır:

$$F = 1,02 \cdot 10^{-7} \cdot i B \ell \text{ (kq)}$$



Şəkil 7.1.

Maqnit

induksiyasının cərəyanlı
naqilə təsir qüvvəsinin təsviri

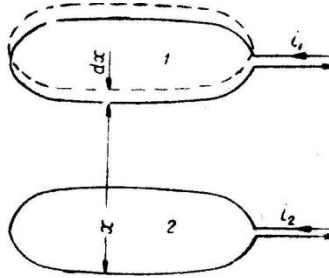
İkinci üsul: Mürəkkəb formalı keçiricilər üçün Bio-Savar qanununun tətbiqi çox böyük formulların alınmasına səbəb olur. Reaktor, cərəyan transformatorlarının sargıcaqları və s. belə keçiricilərə misal ola bilər.

Belə halda elektromaqnit enerjisi artımı prinsipindən istifadə etmək sadə asılılığın alınmasına imkan yaradır.

Bu üsulun mahiyyətini aydınlaşdırmaqdan ötrü iki cərəyan konturundan ibarət hər hansı bir sistemi nəzərdən keçirək. L_1 və L_2 bu konturların uyğun induktivlikləridir. Konturlar aparatlarda elə yerləşdirilə bilər ki, onlardan hər birinin maqnit selinin bir hissəsi o biri konturu kəsə bilsin, bu halda onların arasında qarşılıqlı induksiya (M) əmələ gəlir.

Konturlardan uyğun i_1 və i_2 cərəyanları keçdikdə sistem aşağıdakı şəkildə ifadə edilən müəyyən maqnit seli enerjisində malik olur:

$$W = 10,2 \left[\frac{L_1 i_1^2}{2} + i_1 \cdot i_2 \cdot M + \frac{L_2 i_2^2}{2} \right]^2$$



Şəkil 7.2. Cərəyanlı konturların qarşılıqlı təsiri.

Burada induktivlik (L_1, L_2) və qarşılıqlı induktivlik M ilə, enerji isə $q.k.s.m$ ilə ifadə edilmişdir.

Keçiricilər öz yerlərini cərəyanların maqnit selilə qarşılıqlı təsirindən müəyyən bir istiqamətdə dəyişir. Bu yerdəyişmə ümumi halda induktivliklə qarşılıqlı induktivliyin dəyişməsinə səbəb olaraq, maqnit sahəsinin enerji ehtiyatının qiymətini də dW qədər dəyişmiş olur.

Hər hansı dX yolunda enerjinin belə artımı həmin yolda qüvvənin gördüyü işə bərabər olur, yəni

$$F \cdot dX = dW$$

buradan $F = \frac{dW}{dX}$

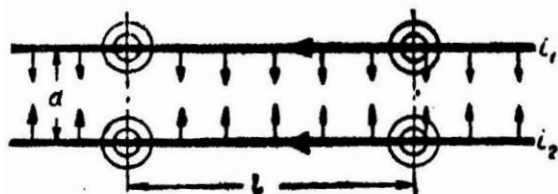
$\frac{dW}{dX}$ törəməsi yuxarıdakı ifadədən belə təyin edilir:

$$F = \frac{dW}{dX} = 10,2 \left[\frac{i_1^2}{2} \cdot \frac{dL_1}{dX} + i_1 i_2 \frac{dM}{dX} + \frac{i_2^2}{2} \cdot \frac{dL_2}{dX} \right]$$

Bu ifadə elektrodinamiki qüvvələrin təyini üçün əsas tənlik sayılır.

Paylayıcı quruluşların və aparatların sadə elementlərində elektrodinamiki qüvvələrin təyini

Paralel naqillərə çox zolaqlı şinlərin paralel zolaqları, ayrı-ayrı fazaların paralel qoşulmuş şinləri, baklı yağ açarlarında keçid izolyatorlarının cərəyan daşıyan çubuqları və s. misal ola bilər.



Şəkil 7.3. Paralel naqillərdə yaranan elektrodinamiki qüvvələr.

i_1 və i_2 cərəyanları en kəsilişinin ölçüləri arasındakı məsafəyə nisbətən çox kiçik olan iki paralel naqili nəzərdən keçirək. Bu halda i_1 və i_2 cərəyanlarının istiqamətləri eyni olduqda, naqillər arasındakı qarşılıqlı təsir qüvvəsi cəzbedici, əks olduqda isə itələyici olur.

Naqillərin belə yerdəyişməsində qarşılıqlı induktivlik dəyişir, naqillərin induktivliyi isə sabit qalır. Buna görə:

$$\frac{dL_1}{dX} = 0; \quad \frac{dL_2}{dX} = 0$$

və ifadə aşağıdakı şəkli alır:

$$F = 10,2 \cdot i_1 \cdot i_2 \frac{dM}{dX}$$

Havada yerləşən iki paralel naqil arasındakı qarşılıqlı induktivlik aşağıdakı formula ilə ifadə olunur:

$$M = 2\ell \left(\ln \frac{2\ell}{a} - 1 \right) \cdot 10^{-9} (Hn)$$

buradan da

$$\frac{dM}{dX} = \frac{dM}{da} = -2\ell \left(\frac{a}{2\ell} \cdot \frac{2\ell}{a^2} \right) \cdot 10^{-9} = -\frac{2\ell}{a} \cdot 10^{-9}$$

burada ℓ - naqilin uzunluğu, sm;

a- naqillərin arasındakı məsafədir, sm.

$$\frac{dM}{dX} = \frac{dM}{da} \quad \text{qiymətini} \quad \text{yerinə} \quad \text{qoysaq}$$

$$F = -2,04i_1i_2 \frac{l}{a} \cdot 10^{-8} (kq) \text{ alarıq.}$$

Bu ifadədəki mənfi işarə naqillərin bir-birinin cəzb etməsini göstərir. Naqillər bir-birini dəf edərsə, işarə müsbət alınar.

Nəzəri tədqiqatlar göstərmişdir ki, aparat quruculuğunda geniş tətbiq olunan içi dolu və ya içi boş silindrik naqillər arasında qarşılıqlı təsir qüvvəsinin təyini üçün bu ifadədən istifadə edilməsi praktiki məqsədlər üçün lazımi dəqiqliyi verir.

En kəsilişinin ölçüləri arasındakı məsafəyə nisbətən çox kiçik olmayan düzbucaqlı naqillərin tətbiqində bu ifadədən istifadə edərkən müəyyən dərəcədə səhv nəticə alınır. Çünki bu halda naqillərin en kəsilişinin elementar sahələri arasındakı həqiqi məsafələr, naqillərin həndəsi mərkəzləri arasındakı məsafədən xeyli fərqlənir.

Düzbucaqlı naqillər toplayıcı şinlərin hazırlanmasında geniş tətbiq edildiyi üçün, belə naqillərin elektrodinamik hesablanması xüsusilə çox lazımdır.

Nəzəri tədqiqatlar göstərmişdir ki, bu ifadəyə K_f forma koeffisientini (şinlərin həndəsi ölçülərini və onların bir-birinə qarşı vəziyyətini nəzərə alan koeffisientdir) daxil etməklə, bu ifadə düzbucaqlı şinlər üçün yararlı olur. Belə halda ifadə aşağıdakı şəkli alır:

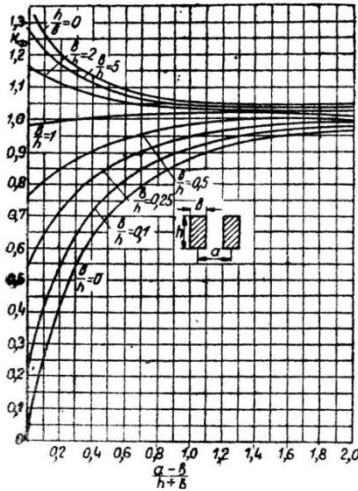
$$F = 2,04 \cdot K_f \cdot i_1 i_2 \frac{l}{a} \cdot 10^{-8} (kq)$$

Forma koeffisienti adlanan K_f şəkindəki əyrilərdən $\frac{a-b}{b+h}$ nisbətinin funksiyası şəklində təyin edilir. Burada b və h - naqilin ölçülərini; a isə naqillərin arasındakı məsafəni bildirir.

Əyrilərdən görüldüyü kimi, K_f koeffisientinin qiyməti $0 \div 1,4$ qiyməti arasında dəyişir və $\frac{a-b}{b+h} \geq 2$ olduqda, K_f praktiki olaraq vahidə bərabər qəbul edilir.

Həlqəvi sarğı.

Həlqədən cərəyan keçərkən yaranan maqnit seli sarğının daxili sahəsini genişləndirmək istədikdə əmələ gələn qüvvə, sarğıya ox boyunca daxildən xaricə doğru təsir edir. Belə hallarda əgər sarğı dartılaraq uzanarsa, onun induktivliyi də dəyişər.



Şəkil 7.4. Forma əmsalının şinlərin konstruktiv quruluşlarından asılılıq xarakteristikası

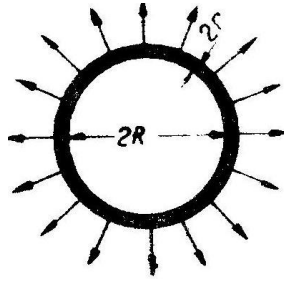
Burada ikinci kontur olmadığından, $L_2 = 0$ və $M=0$

olar. Beləliklə, $F = 10,2 \cdot \frac{i^2}{2} \cdot \frac{dL}{dX}$

Sarğının induktivliyi $L = 4\pi R \left(\ln \frac{8R_1}{r} - 1,75 \right) \cdot 10^{-9} (Hn)$

burada R- sarğının radiusu, sm;

R_1 – sarğı naqilinin radiusu, sm.



Şəkil 7.5. Həlqəvi sarğıda yaranan elektrodinamiki qüvvələr.

Qüvvənin təsiri radius istiqamətində olduğundan

$$\frac{dL}{dX} = \frac{dL}{dR} = 4\pi \left(\ln \frac{8R}{r} - 0,75 \right) \cdot 10^{-9} \text{ olacaqdır.}$$

$\frac{dL}{dX}$ ifadəsini $\frac{dL}{dR}$ ilə əvəz etdikdən sonra alarıq:

$$F = 2,04 \cdot 10^{-8} \cdot \pi i^2 \left(\ln \frac{8R}{r} - 0,75 \right) (kq)$$

Bu formula ilə təyin edilən F qüvvəsi sarğının bütün çevrəsi boyunca təsir edən ümumi qüvvədir.

Kommutasiya aparatların yüksək gərginlik açarlari.

Ümumi məlumat.

Yüksək gərginlikli açarları, yüksək gərginlik elektrik şəbəkələrini açib-bağlamaq üçün tətbiq edilir. Bu əməliyyatlara ehtiyacın hiss edildiyi, məlum olduğu kimi, yalnız elektrik şəbəkəsinin normal iş rejimində deyil, qəza şəraitində də xüsusən şəbəkədə qısaqapanma olduğu zaman aşkara çıxır. Bu zaman açar dövrədəki iş cərəyanını on hətta yüz dəfələrlə ötüb keçən qısaqapanma cərəyanlarını açmalı və ya bağlamalıdır.

Müasir elektrik quruluşlarında açarlar ən məsul aparat sayılır. Açarların üzərinə qısaqapanma olan dövrləri açmaq və ya bağlamaq kimi məsul bir vəzifə düşür. Qeyd etmək lazımdır ki, qısaqapanmalarda sistemin dayanıqlı işləməsini saxlamaq məqsədilə, açar mümkün qədər sürətlə açılmalıdır.

Çox yüksək gərginlikli (110-400 kV) və böyük qırma gücü şəraitində açarlara olan tələbat artır və o daha məsul vəzifə daşıyır, çünki iri sənaye rayonlarının enerji ilə normal təmin edilməsi, belə dövrlərdə açarların düzgün işləməsindən asılıdır. Aşar açıldıqda, onun kontaktları arasında qövs əmələ gəlir. Yüksək gərginlik və böyük cərəyan şəraitində alınan qövs çox şiddətli olur və bu zaman qövsün söndürülməsi məsələsi mürəkkəbləşir. Buna görə qövs söndürülməsini sürətləndirmək və yüngülləşdirmək lazım gəlir ki, bunun üçün də xüsusi tədbirlər görülməlidir.

Enerji sistemlərinin sürətlə genişlənməsi ilə əlaqədar olaraq, yüksək gərginlikli dəyişən cərəyan açarlarına olan tələbat da xeyli artmışdır. Bu tələblər aşağıdakılardan ibarətdir: - açarlar

- 1) Yüksək dərəcədə etibarlı olmalıdır;
- 2) Partlayışa və yanğına qarşı təhlükəsiz olmalıdır;
- 3) Kontruksiya cəhətcə elə olmalıdır ki, kontaktların müayinəsi və bütün hissələrin təmiri asan və sadə olsun;

4) Kafi dərəcədə qırma gücünə malik olmalıdır (110-220-400 kV gərginlikdə açarlar üçün 2500-20000 min kVA-dək);

5) Cəld işləməli və mümkün qədər cəld təkrar bağlana bilməlidir;

6) Dinamik və termiki dayanıqlı olmalıdır.

Bundan əlavə, açarın ölçüsü mümkün qədər kiçik və çəkisi az olmalıdır. Açarın yüngül olması onun nəqliyyat və təmir xərclərini azaldır; ölçülərinin az olması isə paylayıcı quruluşun qiymət və ölçülərinin azalmasına səbəb olur.

Qövs söndürən mühitə görə yüksək gərginlik açarlarını iki böyük qrupa ayırmaq olar:

1) mayeli açarlar;

2) qaz açarları.

Bu qrupları da öz növbələrində aşağıdakı yarımqruplara ayırmaq mümkündür. Mayeli açarlarda yağ, su və digər mayelər tətbiq edilir, qaz açarlarında isə hava-qaz təzyiqindən avtoqazdan (qaz ayıran sülb maddədən) və hava-elektromaqnitdən (qövsü elektromaqnitlə söndürmə) istifadə edilir.

İndiyədək ən çox yayılan və konstruktiv cəhətdən ən çox müxtəlif növlü olan açarlar yağ açarları hesab olunurdu. Onları çox yağ həcmli (çənli) və az yağ həcmli (az yağlı, az həcmli və ya dibçəkşəkilli) olaraq iki yerə ayırmaq olar. Baklı açarlar birçənli və ya üççənli hər fazaya bir çən ola bilər.

Bundan əlavə, xüsusi növ açarlar da vardır ki, bunlar yalnız yük cərəyanlarını açmaq üçün tətbiq edilir. Bu növ açarlara yük açarları deyilir. Bunlar qısaqapanma cərəyanlarını açmaq vəzifəsini daşır. Yük açarlarından istifadə etdikdə dövrəni qısaqapanma cərəyanlarından açmaq üçün yüksək gərginlikli əriyən qoruyuculardan istifadə edilir.

Təsir müddətlərinə görə açarlar iki yerə ayrılır:

1) cəld təsir edən açarlar (bunların xüsusi açma müddəti 0,03÷0,05 san., açma zamanı ümumi təsir müddəti isə 0,05÷0,08 san.);

2) yavaş təsir edən açarlar (bunların açılma müddəti 0,1-0,15 san., açma zamanı ümumi təsir müddəti isə 0,15- 0,25 san.).

Açarların ayrı-ayrı qrup və növlərinə keçməzdən əvvəl əhəmiyyətli və maraqlı bir məsələni nəzərdən keçirək. Əgər biz açarqayırma sahəsində xarici təcrübələrə nəzər yetirsək, Avropa firmalarında tətbiq olunan açar növləri arasında kəskin fərq olduğunu görürük.

Hazırda ABŞ-da xüsusilə çoxhəcmli baklı açarlardan istifadə olunur. Əksinə, Avropada çoxhəcmli yağ açarları demək olar ki, tamamilə istifadədən çıxarılmış, onun yerinə hava və ya az yağlı açarlar tətbiq olunur. Növlər arasında bu fərqlər nə ilə izah olunur və bunlardan hansını daha progressiv (qabaqcıl) hesab etmək lazımdır? Bu suallara cavab vermək üçün həmin fərqlərin səbəblərini aydınlaşdırmaq lazımdır.

Məlumdur ki, Almaniyanın özünün xüsusi neft resursları (ehtiyatı) yoxdur. Bu səbəbdən də o, yağ açarları üçün idxal olunan izolədedici yağdan istifadə etməyə məcbur idi.

Təkcə bu səbəb alman firmalarını çox miqdarda yağ tələb etməyən açarlar axtarmağa məcbur edirdi. Çoxhəcmli yağ açarları çoxlu miqdarda yağ tələb etdikləri halda (məs. MKII-274 açarı üçün 51 m yağ lazımdır), alman firmaları birinci növbədə bu tip açarları daha az yağ tələb edən başqa tip açarlarla əvəz etməyə çalışırdı. Nəticədə alman firmaları bir sıra yeni konstruksiyalı azhəcmli yağ və hava açarları işlənib hazırladı, bunlar da Qərbi Avropada geniş ayılmağa başladı.

Böyük neft ehtiyatlarına malik olan ABŞ-da isə vəziyyət tamamilə başqa cürdür. Alman firmalarını az yağ açarlarına keçməyə məcbur edən səbəblər ABŞ-da yox idi. Əksinə, ABŞ-da böyük iqtisadi və siyasi rol oynayan neft kompaniyaları, neft məhsullarının mümkün qədər çox satılması ilə maraqlanırdılar.

Yağsız və ya az yağlı açarların tətbiqi ABŞ neft

kompaniyalarının mənafeyinə ziddir. Elektrotexnika sənayesinin böyük hissəsi bu nevr kompaniyalarının əlində olduğundan, onlar elektrik sənayesində çox yağlı açarlarqurmaq siyasətini irəli sürürlər.

Beləliklə, görürük ki, Qərbi Avropada olduğu kimi ABŞ-da da istehsalat üçün açar seçmək məsələsi texniki mülahizələrə görə deyil, siyasi və iqtisadi mülahizələrə görə maksimum gəlirlə təyin etmək nöqtəyi-nəzərindən həll edilir.

Sənayenin müxtəlif sahələrində müxtəlif tipli açarlar daha əlverişli ola bilər.

Azhəcmli yağ və ya hava açarlarına nisbətən çoxhəcmli açarın konstruksiyası geridə qalmış hesab olunur, çünki o çox miqdarda metal və yağ tələb edir. Ancaq bu açarlar partlayışdan qorxulu olan binalarda, şaxtalarda və b. Yerlərdə əvəz edilməzdir. Hava açarları mütərəqqi konstruksiya hesab olunur, ancaq o istehsalatda yüksək dəqiqlik tələb edir, deməli bahadır. Buna görə də daha sadə və ucuz başa gələn azhəcmli yağ açarları çox hallarda digər açarlardan üstün tutula bilər.

İstehsalatın müxtəlif sahələrində tez-tez açib-bağlama əməliyyatı aparmağa qabil olan, lakin nisbətən yüksək gərginliyə malik olmayan açarlar lazımdır. Bunun üçün qövsü elektromaqnitlə söndürən hava açarları daha əlvürüshüldür.

Energetika sistemlərinin artan tələbləri (BM, BM-5, BM-14, BM-18, BM-22 və s.) bu seriyalı yağ açarlarının rekonstruksiyasının zəruri olduğunu göstərdi. Yeni təkmilləşmiş BM-16, BM-23, BM-35 və s. Tipli açarlar meydana çıxdı.

Bundan başqa yeni BMГ-133, MГГ-223, MГГ-229 tipli azhəcmli yağ açarları, eləcə də güclü çoxhəcmli 35, 110, 154 və 220 kV nominal gərginlikli MKП növlü yarımstansiya açarları yaradıldı.

Energetik sistemin artması ilə əlaqədar olaraq, tüz təsir edən güclü açarlara olan tələb getdikcə kəskinləşir. Xalq təsərrüfatının artan ehtiyatını təmin etmək üçün 35, 110, 154, 220 və 400 kV-luq hava açarları cəld təsir edən güclü, çox

həcmli, çənli MKП-110, MKП-220 açarlarını, eləcə də 35 və 110 kV-luq azhəcmli yağ açarlarını (MГ-35 və MГ-110) yaratmışlar.

Bütün bu açarların məlum xarici tipli açarlara nisbətən konstruksiya cəhətdən bir sıra üstünlükləri vardır. Beləliklə, hazırda 220 kV gərginlikli iki tip açar, MKП-220 tipli çoxhəcmli yağ açarları və BB-220 tipli hava açarı buraxılır. 400 kV gərginlikdə isə yalnız sərhəd açma gücü 10000 MBA olan hava açarı buraxılır.

Bizim sənayenin nailiyyətlərindən birisi də avtoqaz və yük açarlarının hazırlanıb buraxılmasıdır. Bu açarlarda qövsü söndürmək üçün yeni material olaraq üzvi şüşədən (metakrilatlar) istifadə olunur.

BГ-10 tipli avtoqaz açarlarından paylayıcı qurğuları və yarımstansiyaları təchiz etmək üçün istifadə edirlər.

BНП-16 tipli yük açarları kənd təsərrüfatı və kiçik sənaye elektrik qurğuları üçün daha əlverişlidir.

VIII FƏSİL.

ELEQAZ AÇARLARININ İSTİSMARI VƏ TƏHLÜKƏSİZLİYİ

Açarın açılması və qoşulması

Gərginlik altında olan açarı yalnız dispetçer məntəqəsindəki idarəetmə açarı ilə və ya PQ – nin yerli udarə şkafinda qoşmaq olar. Bilavasitə açarın özündə komputasiya işləri yerinə yetirərkən, səhf komputasiyadan mühafizə və eleqaz bloklanması işə düşür.

Eleqazın təzyiqi və ona nəzarət.

Dayaq izolyatorlarındakı eleqazın təzyiqinə qaz sıxlığı nəzarətedicisi nəzarət edir və hər bir izolyatordakı təzyiqi manometrlər göstərir.

Eleqazın yol verilməyən aşağı təzyiqlərində “Eleqaz itkisi”siqnalı işə düşür. Bu halda mümkün qədər qaz balonundan eleqaz əlavə edilməsi və ya A3 doldurma qurğusunun köməyi ilə Wİ klapanı nominal təzyiqə qədər doldurulmalıdır. Bunun üçün açarı sərbəst vəziyyətə keçirmək lazımdır. Açar eleqazla doldurulduqdan sonra yenidən istismara daxil edilə bilər.

Açarın Wİ klapanını doldurmaq üçün lazım olan qoşqu intiqal şkafinın daxilində yerləşir (birləşdirici yiv M26·1,5 və M45·2) MA manometrində qazın işçi təzyiqini hesablamaq olar. Əgər müəyyən müddətdən sonra yenidən “Eleqaz itkisi”siqnali yaranarsa sizmanı lokallaşdırmaq və imkan varsa, onu aradan qaldırmaq lazımdır. Əks halda “Simens” firmasının yaxınlıqdakı nümayəndəliyinə müraciət etmək lazımdır. Nəzarət qoşulmaları apararkən (cərayanlı vəziyyətdə) ele qazın təzyiqi 3 Bardan /0,3MPa/44Psi az olmamalıdır.

Açarın işinin bloklanması

Əgər qütbdə eleqazın təzyiqi qövsün söndürülməsi təmin olunmayacaq qiymətə qədər aşağı düşərsə ,funksional bloklanma işə düşür və istənilən işçi acıb-qoşmaları qeyri-mümkün edir.

Mexaniki qoşma bloklanması

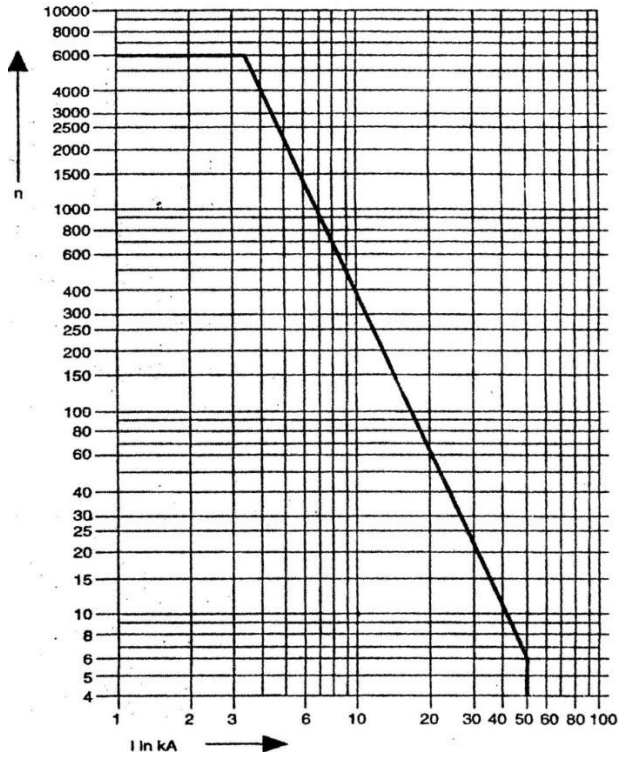
Acarın qütbü “Qoşuludur” vəziyyətində olduqda, intiqalda mexaniki qoşma bloklaması təsir edir və qütbün təkrar qoşulmasına manecilik törədir.

Açımların yol verilən sayı

Şəkil 8.1-də kəsmə cərəyan ilə yol verilən açımlar sayı arasındakı əlaqə diaqramı verilmişdir. Böyük cərəyanların komutasiyaları, şəkildən görüldüyü kimi yol verilən açımlar sayını azaldır.

Yol verilən açımlar sayı sonrakı texniki qulluq müddətinə catdıqda,müvafiq texniki xidmət tədbirləri görülməlidir.

Şəkil 8.1-dəki diaqram üçqütblü güc acarının bir qütbü üçün nəzərdə tutulmuşdur. Beləliklə,üçqütblü güc acarı üçün birqütblü açımların üç mislini hesablamaq lazımdır (məsələn 50kA cərəyanın 30 bir qütblü açılması).



Şəkil 8.1. Açılmalar sayının açma cərəyanından asılılığı: n- yol verilən açılmalar sayı, i-kəsmə cərəyanı (kA).

3APİ Fİ güc açarının mümkün nasazlıqları və onların aradan qaldırılması tədbirləri.

Aşağıdakı cədvəldə güc açarının istismarı zamanı yaranan mümkün nasazlıqlar və onların müvafiq qiymətləndirilməsi verilir.

Güc açarlarının istismarı zamanı yaranan nasazlıqların və onların qiymətləndirilməsi.

Siqnal/ bloklanma	Fəaliyyət forması	Mümkün səbəblər	Görülən tədbirlər
Eleqazın sızması	Yalnız xəbər vermək (bir qayda olaraq sızma cüzdür)	Eleqazın sızması	Sızma yerini təyin edib, sıxmaq. Eleqazın təzyiqini nominal qiymətə çatdırmaq
Eleqazın bloklanması	Komutasiya mümkün deyil	Qaz kamerasının hermetikliyi	Bax: Eleqazın sızması
Qoşulmanın bloklanması	Qoşucu yay gərilmir. Komutasiya mümkün deyil.	1. Mühərrikin gərginliyi qayıb olub. 2. Mühərrik zədələnib.	1. Mühərrikə gərginlik verilmir 2. Mühərriki əvəz etmək

3APİ Fİ. güc açarı ətraf mühitə zərərli təsir göstərməyən, ekoloji cəhətdən yararlı elektrik avadanlığıdır. Açarın utilizasiyası zamanı materialların təkrar istifadə olunmasına üstünlük vermək lazımdır. Mövcud qanunvericiliyə uyğun olaraq açarın ekoloji cəhətdən gəbul edilən formada utilizasiyası mümkündür.

Açar sökülmiş vəziyyətdə olduqda, qarışıq metal tullantıları kimi utilizasiya oluna bilər.

Texniki xidmət və nəzarət üzrə yerinə yetirilən işlər.

İstehsalat təhlükəsizliyinin təmin olunması üçün güc açarına həmişə texniki qulluq göstərilməlidir. Texniki qulluq tədbirləri zamanı əsasən aşağıdakılara nəzarət olunur.

1. Müəyyən hissələrin aşınma dərəcəsinin və onların texniki vəziyyətlərinin təyini;

2. Yaxşı texniki vəziyyətdə olan acrın funksional bloklarının istismar hazırlığının təmin olunması;

3. Profilaktika məqsədilə müəyyən hissələrin yeniləri ilə əvəz olunması;

Korroziyadan mühafizənin təmin olunması.

Xarici qurğular üçün nəzərdə tutulan güc açarları tez-tez işlədiyindən digər analogi avadanlıqlara nisbətən daha çox aşınmalara məruz qalırlar. Burada aşağıdakıları fərqləndirmək lazımdır

4. Çoxlu sayda dövrədəyişmələr (açıb-qoşma) zamanı mexaniki aşınmalar nəticəsində köhnəlmə;

5. İşçi və qısaqapanma cərəyanlarının komutasıyaları nəticəsində aşınma..

- Aşınma həddi elə təyin olunmuşdur ki, əksər hallarda texnik xidmətlər üzrə müxtəlif işlər dəqiq müəyyənləşdirilmiş vaxtlarda aparılır. Lakin açarlar nəzərdə tutulmayan sayda dövrədəyişmələr yerinə yetirildikdə, texnik xidmət işləri nəzərdə tutulduğundan tez aparıla bilər. Texniki xidmət üzrə nəzərdə tutulmuş işlər üçün zəruri ehtiyat hissələri istehsalçı zavod tərəfindən göndərilir.

Açarın vakumlaşdıraraq eleqaz doldurulduğu və süzgəç qoyulduğu il, texniki xidmət üzrə işlərin başlanma tarixi hesab olunur. Bir qayda olaraq, bu müddət kimi açarın hazırlandığı il qəbul edilir.

Açarın başlanğıc istismar müddəti qeyd edildikdən sonar istismar prosesində texniki xidmət tədbirlərinin müəyyən edilməsi üçün yerinə yetirilən komutasıyaların sayına uyğun olmalıdır.

İstismar prosesində bəzi nasazlıqlar yarandıqda dərhal onu aradan qaldırmaq lazımdır.

Əgər texniki xidmət müddətində bolt birləşmələri zəifləyibsə, onlar bərpa olunmalı və ya yeniləri ilə əvəz edilməlidir. Zəruri hallarda qeyri – arakəsmələr də

dəyişdirilməlidir. Çirklənmədən qorunmaq üçün açarın açıq hissələri örtülməlidir.

Normal istismar zamanı açarın toz örtüyünə məruz qalmasının təsiri əhəmiyyətli deyil. Lakin təkrar qısaqapanma çərəyanlarının açılmasından sonra açarda toz örtüyü aşkar olunarsa, açardan və onun funksional bloklarından toz örtüyü təmizlənməlidir. Belə ki, toz havadan nəmliyi udaraq qalın qat əmələ gətirir. Açarı təmizləyərkən əlcək geymək lazımdır!

Toz əski və ya tozsoranla təmizlənməlidir.

Texniki xidmət üzrə nəzərdə tutulan işləri yerinə yetirərkən, işçi heyət aşağıdakı təhlükəli hallara məruz qala bilər:

- elektrik gərginliyi;
- dartılmış yaylı intiqallar;
- qütb sütunlarında qazın təzyiqi;
- SF_6 qazı və onun parçalanma məhsulları;
- hərəkətli hissələr.

Ona görə də texniki xidmət işlərini yerinə yetirərkən, təhlükəsizlik texnikası tədbirlərinin dəqiq gözlənilməsi vacibdir.

$I < I_{nom}$ çərəyanların kommutasiyaları sayı 12 xidmət ili ərzində 3000 və 25 xidmət ili ərzində 6000 i aşdıqda açar istismardan çıxarılır və açılır.

Aşağıdakı cədvəldə 3APİ Fİ güc açarının texniki xidmət və müayinə protokolunun forması göstərilir.

3APİ Fİ güc açarının texniki xidmət və müayinə protokolu

Sifarişçi:	Tarix
Qurğu:	Seriya nömrəsi
Cıxan xətt:	20°C də eleqazın təzyiqi (normaya uyğun olaraq)
İcraçının adı:	Yerinə yetirildiyi funksiya
İmza:	
Məsul şəxsin imzası:	Kommutasiya dövrlərinin sayı

	Texniki xidmət	İşin həcmi	Yerinə yetirilmişdir
1	2	3	4
x	x	1.Ümumi müayinə	
	x	2.SF ₆ eleqazı çəkmək (boşaltmaq)	
	x	3.Süzgəclərin əvəz olunması	
	x	4.Açarın vakumlaşdırılması və eleqazla doldurulması	
	x	5.Manometrlə nəzarət	
x	x	6.1.Sıxlıq vericisinin işinə nəzarət	
	x	6.2.Sıxlıq vericisinin işləmə qiymətiniin yoxlanılması	
	x	6.3.İstismara hazır olan açarın hermetikliyinə nəzarət	
x	x	7.İntiqala nəzarət	
	x	8.Elektrik birləşmələri	
x	x	9.Şeh düşməsi	
x	x	10.1.Ayırıcı dövrənin işinin yoxlanması	
x	x	10.2.1."Təkrar qoşma bloklanması" işinə nəzarət	
x	x	10.2.2 " SF ₆ bloklanması" işinə nəzarət	
x	x	10.3."Açarın fasiləsiz qoşulmasının aradan qaldırılması" işinə nəzarət	
x	x	11.İntiqalın idarə etməsinin yoxlanması	
x	x	12.1.Eleqazın nisbi rütubətliyinin təyini	
x	x	12.2.Eleqazda havanın miqdarının təyini	
x	x	13.Korroziyadan mühafizə	

Texniki xidmət işlərini yerinə yetirərkən təhlükəsizlik texnikası tədbirləri.

Texniki xidmət işlərini yerinə yetirən heyyyət aşağıdakı təhlükəli təsirlərə məruz qala bilər:

- elektrik gərginliyi;
- qütb dayaq izolyatorundakı qazın təzyiqi;
- eleqaz və onun parçalanma məhsulları;
- hərəkətli hissələr.

Bədbəxt hadisələrin, yanğınların və ətraf mühitə zərərli təsirlərin qarşısının alınması və həmçinin açarın etibarlı işinin təmin olunması üçün onun istismarına cavabdeh olan şəxs aşağıdakılara zəmanət verməlidir.

- texniki xidmət işlərinin yerinə yetirilməsinə məsul şəxslərin cəlb edilməsi;

- işlərin yalnız yüüksək ixtisaslı və təlimatlandırılmış şəxslər tərəfindən yerinə yetirilməsi;

- açarın istismarı üzrə təlimatların, bədbəxt hallar və yanğınlar zamanı fəaliyyət qaydalarının iş yerlərində açılması;

- işlərin təhlükəsiz yerinə yetirilməsi üçün alətlərin, cihazların, həmçinin heyətin şəxsi təhlükəsizliyini təmin edən mühafizə avadanlıqlarının olması;

- yalnız istehsalçı zavodun buraxdığı ehtiyat hissələrdən yağlama və digər materallardan istifadə olunması.

Qeyd edilənlər təhlükəsizlik texnikası üzrə minimal tələblərdir. Onlar konkret müəssisədə qəbul edilmiş qaydalar deyil və tam istehsal qaydalarını əvəz edə bilməz. Ona görə də quraşdırma və istismar işlərinə cavabdeh şəxslər tərəfindən xüsusi diqqət yetirilməsi qaydalar konkretləşdirilməli və müvafiq təhlükəsizlik tədbirləri hazırlanmalıdır.

Aşağıda ekstremal hallarda təhlükə mənbələri onların təsir nəticələri və aradan qaldırılması qaydaları verilmişdir.

1. Elektrik gərginliyi – cərəyan daşıyan hissələrə yaxınlaşdıqda və ya toxunulduqda elektrik şoku keçirmək, elektrik qövsünün təsirindən yanıqlara məruz qalmaq mümkündür.

Bunun qarşısının alınması üçün avadanlıqda işlərin görülməsinə qədər aşağıdakı tədbirlər həyata keçirilməlidir:

- Qurğunun tam açılması;

- Açarın təkrar qoşulmadan bloklanması;

- Gərginliyin olmasının yoxlanılması;

- Torpaqlanmanın qoyulması;

- Gərginlik altında olan qonşu hissələrin izolə olunması.

2. Qoşma və açma yayları qaldırıla bilər. İdarə və elektrik mühərrikinin gərginliyi acılmıyana qədər, qoşma yay hər qoşma kommutasiyasından sonra avtomatik olaraq gəriləcək. Yayın kommutasiya vəziyyəti göstəricisi ancaq onun açan və qoşan yaylarının kommutasiya vəziyyətlərini göstərir. Düzgün olmayan kommutasiya əməliyyatları ağır nəticələrə səbəb ola bilər.

Ona görə də, texniki xidmət işlərindən əvvəl açma və qoşma yaylarını buraxmaq lazımdır. Bunu aşağıdakı kimi etmək olar.

Elektrik mühərrikini dövrədən açmaq;

Yalnız bundan sonra açarı açmaq (əgər açar “Qoşulma” qoşulma vəziyyətindədirsə);

Açarı qoşmaq və açmaq;

İdarə gərginliyini ayırmaq;

3. Açarın qütbü ifrat təzyiq altında olduqda, farfor izolyatorlarının zədələnmələri mümkündür. Bunun nəticəsində işçi heyətin həyatı təhlükə altına düşə bilər. Bunun qarşısının alınması üçün aşağıdakı tədbirlər görülməlidir:

Qövssöndürücü kameranı açmazdan əvvəl, təzyiqi bunun üçün nəzərdə tutulmuş avadanlığa buraxmaq;

Təzyiq burxıldıqdan sonra tədricən və bərabər olaraq yiv birləşmələrini buraxmaq;

Alət və ya digər elementlərlə farfor gövdəyə zərbə vurmamaq;

Dayaq izolyatorlarına nərdivan söykəməmək və bu məqsədlə sərbəst dayanan nərdivandan istifadə etmək.

4. Eleqaz havadan ağırdır və qapalı otaqdan nəfəs almaq üçün havanı sıxışdırıb çıxara bilər ki, bu da boğulma təhlükəsi yarada bilər

Təmiz eleqaz - SF_6 iysiz dadsız, zəhərli olmayan və havadan təqribən 5 dəfə ağır qazdır. Eleqaz oksigenin durulaşmasına gətirib çıxarır. Eleqazın həcmi 19% dən yuxarı olduqda xüsusi mühafizə tədbirləri görülməlidir. Belə

konstruksiyanın açıq və ventilyasiya edilməyən SF_6 qaz kameralarında, yarımqapalı otaqlarda və digər yerlərdə (məs, zirzəmidə, kabel kanallarında və.s) qoyulması mümkündür.

Eleqaz ($- SF_6$) – tioqeksaftovidi atmosferə buraxmaq olmaz. Zəruri işləri yerinə yetirərkən, xüsusi nəfəsalma aparatlarından istifadə etmək lazımdır.

5. Elektrik qövsünün təsirindən qazşəkilli parçalanma məhsulları və “kommutasiya tozu” yaranır. Eleqazın parçalanma məhsulları zəhərli maddələr olub, onlarla təmas və ya nəfəs yollarına düşməsi dərinin, gözlərin qıcıqlanmasına qulaqlada səsə, ürək bulanma qusmaya və ya ciyərlərin şişməsinə səbəb olur.

Bu maddələr müxtəlif zəhərlik dərəcəsinə malikdilər. Kommutasiy tozu nəmliklə birləşdikdə zəhərli maddə kimi təsir edir və sıx qat əmələ gətirir.

Qazşəkilli parçalanma məhsullarının kiçik miqdarı belə, xəbərvərici siqnallar yaradır (məs, lax yumurta iyinə bənzər kəskin iy). Qaydaya uyğun olaraq boşaldılmış qaz kamerasını açıqda, kommutasiya tozu tozu ilə təmasa girmək mümkündür.

Kommutasiya tozu ilə nəfəs almaq və boğaza daxil olmasına (tozdan qorunmaq maskalarından istifadə etməli), gözə (xüsusi eynəklər taxmalı) və dəriyə düşməsinə (xüsusi paltardan istifadə etməli) yol vermək olmqz.

Dəriyə kommutasiya tozu düşərsə onu su ilə yaxşı-yaxşı yumaq məsləhət görülür. Süzgəclə, təmizlik əskisi ilə digər materiallarla elə rəftar etmək lazımdır ki, toplanmış toz yenidən sərbəst şəkildə keçməsin. Süzgəc səbətini açmaq olmaz. Xüsusi işçi paltarı süzgəc səbətini və.s.kommutasiya tozu ilə təmasda olmuş digər materialları itilizasiya etmək lazımdır. İşdə fasilələr vaxtı və işdən sonra sabun və su ilə diqqətlə yuyunmaq lazımdır. Eleqaz doldurulmuş açıq söndürücü kamera olan otaqda yemək yemək ,içmək,siqaret çəkmək, yemək məhsulları saxlamaq qəti qadağandır.

Texniki xidmət planına uyğun görülmən tədbirlər.

Ümumi müayinə

Eleqaz açarın xarici vəziyyətini yoxlayıb, farfor hissələrin çirklənməsi və zədələnmələrinə həmçinin torpaqlanmanın etibarlılığına diqqət vermək lazımdır.

Monometrin köməyi ilə SF_6 eleqazın təzyiqinə nəzarət.

Ölşmələr zamanı doldurulma əyrisi və sıxlığa nəzarət edən cihazın “ işləmə qiymətləri” diaqramına uyğun olaraq, təzyiqin temperatur asılığını nəzarə almaq lazımdır. Bu zaman ətraf mühitin kəskin temperatur dəyişmələri şəraitlərində və böyük yük cərəyanından dərhal sonra ölçülərin aparılması məsləhət görülmür.

Əgər ölçülmüş qiymət SF_6 doldurma əyrisinin altında yerləşərsə onda açara SF_6 qazı əlavə etmək lazımdır (qaz balonundan və ya servis cihazın köməyi ilə). Servis cihazında SF_6 qazının əvvəlcə nəmliyini və havanın miqdarını yoxlamaq lazımdır.

Əgər ölçülən SF_6 qazının təzyiqinin qiyməti 0,3 Bar /0.3MPa / 4.4 Psi qiymətindən yüksək deyilsə və dolma əyrisindən aşağıda yerləşərsə, (yol verilən qaz itgisi), onda SF_6 qazı əlavə etmək lazımdır.

Əgər SF_6 qazının ölçülən ölçülən təzyiqinin qiyməti 0,3 Bar /0.3MPa / 4.4 Psi qiymətindən yüksəkdirsə və dolma əyrisindən aşağıda yerləşərsə onda hermetik olmayan yeri tapıb, onun kipliyini bərpa etmək və açara qaz əlavə etmək lazımdır.

Eleqazı boşaltmaq üçün xüsusi cihazdan istifadə etmək məsləhət görülmür. Belə ki eleqaz sonradan açarın doldurulması üçün təkrarən istifadə oluna bilər. Bu cihaz eleqazın doldurulması və boşaldılması üçün zəruri avadanlıqlarla təchiz olunur.

Texniki xidmətin aparılması üçün əvvəlcə eleqazın vəziyyətini yoxlamaq lazımdır.

Süzgəcin dəyişdirilməsi.

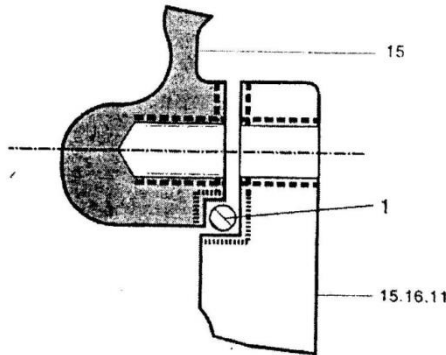
Süzgəc materialını rütubətdən qorumaq lazımdır. Ona görə də süzgəc materialı 1 saatdan artıq açıq havada saxlanılmaldır. Bu material bağlı balonlarda daşınır. Ona görə də balonun tamlığını yoxlamaq lazımdır. Banka zədəlirsə, süzgəc materialından istifadə etmək qadağan olunur.

Süzgəc materialın istiqamətləndirici reduktorda yerləşir. Onun əvəz olunması üçün 15.16.11-dairəvi kəskili sıxacı həlqəli qapağı (şəkil 8.2) çıxarıb, istiqamətləndirici reduktordan köhnə süzücü paketləri cəkib çıxarmaq lazımdır.

Yeni süzücü paketlər horizontal vəziyyətdə istiqamətləndirici reduktorun gövdəsinə və ya müvafiq olaraq 15.16.12 metal vərəqdən ibarət qapaqdan əvvəl qoyulur. 15.16.11 qapağı yağlanır (şəkil 8.3) və yenidən montaj olunur. (4· M10 Boltları ilə)

Köhnə süzücü paketlərin utilizasiyası yerli normalara uyğun olaraq aparılır.

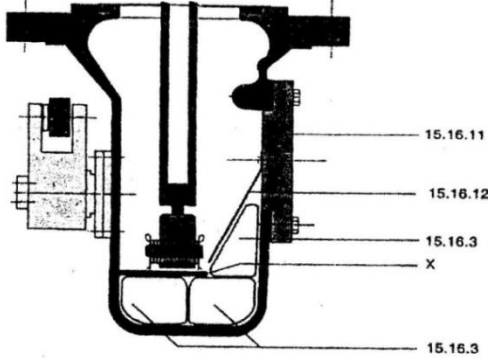
Qeyd: *Yeni süzücü paketlər bilavasitə açarın vakuumlaşdırılmasından əvvəl qoyulur (1 saat müddətində).*



Şəkil 8.2. Flans arakəsmənin emalı.

A-Д40 korroziyaya qarşı yağla və ya çoxfunksiyalı trost yağı ilə yağlamaq;

- B- Testyl 506 yağı ilə yağlamaq;
 İ- arakəsmələri 8420 vazelin ilə yağlamaq;
 15-dönmə mexanizmi;
 15.16.11- dairəvi arakəsmə həlqəli qapağı.



Şəkil 8.3. Süzəcin quraşdırılması.

- 15.16.3- süzücü paket
 15.16.11 dairəvi kəsikli sıxıcı həlqəli qapaq
 15.16.12 polad vərəqlərdən hazırlanmış qapaq
 X- diltik

Açarınvakuulaşdırılması və eleqazla doldurulması.

Açarın eleqazla doldurulması yalnız müvafiq heyət tərəfindən və ya onun nəzarəti altında SF_6 dolma əyrisini nəzərə almaqla yerinə yetirilir.

Doldurucu qurğu 8Bar/0.8 MPa/116 Psi/ nominal açma təzyiqi qoruyucu klapana malik olmalıdır. Bu klapanın hesabına açarın qaz kamerasında təzyiqin artmasının qarşısı alınır. SF_6 qazının doldurulması üçün bütün zəruri vasitələrə malik texniki xidmət cihazından istifadə etmək olar.

Servis cihazı olmadıqda qütb sütunlarının vakuulaşdırılması (SF_6 qazı ilə doldurulmadan əvvəl) üçün vakuum nasosunda istifadə oluna bilər. Onda SF_6 qazı A3 doldurucu qurğusu vasitəsilə birbaşa qaz bolonundan götürülür.

Texniki xidmət cihazı vasitəsilə açarın doldurulması.

Servis cihazı W1 servis girişinə birləşdirilir. 20mBar/0.002 MPa/0.29 Psi təzyiqə qədər açar vakuumlaşdırılı;sonra isə servis cihazı doldurma üçün qoşulur. Zəruri dolma təzyiqi və işləmə qiyməti temperaturdan asılı olub,” SF₆ doldurma əyrisi və sıxlığa nəzarət cihazının işləmə qiyməti” diaqramında göstərilir.

Qaz-balonundan doldurma.

Qütb kolonlarının qaz balonundan SF₆ ilə doldurulması üçün Simens AG firması W423 komplekt doldurma qurğusu təklif edir.

Doldurulma üçün doldurma qurğusunun servis qırışı qütb sütununu doldurmaq üçün W1 girişi ilə birləşdirilir. Reduktorun tənzimləyici klapanı ventilyasiya klapanının bağlı vəziyyətində (armaturun dəmirlə mümkün örtülmələrinin qarşısının alınması üçün) tədricən açılır.

Ətraf mühitin temperaturundan asılı olaraq, dolma təzyiqinin qiymətinə nəzarət etmək lazımdır. Ətraf mühitin temperaturu 20°C -dən fərqləndikdə, SF₆ ilə doldurma təzyiqinin qiyməti diaqram üzrə təyin olunur.

Eleqazla dolma təzyiqi əyri üzrə nominal təzyiqdən (temperaturdan asılı olaraq) 0.3 Bar / 0.03Mpa/4.4Psi qədər artıq olmamalıdır.

Doldurma prosesi qurtardıqdan sonra doldurucu qurğu vintlə burulub açılır və Wgirişi bağlanır,çiysin qaykası imtinaya qədər sıxılır.

Manometrə nəzarət

0.6 sinifli işçi manometirlərinin göstərişləri arasındakı fərq hər iki manometrlə buraxıla bilən meyletmələrin cəmindən böyük olmamalıdır.Belə ki,0.6 sinifli 15Bar 11.5 MPa / 217.5 Psi ölçü diapazonlu nəzarət monometri üçün açarın 1.0 sinifli

manometrınə nəzərən meyletmə 0.3 Bar / 0.03 MPa / 4.4Psi təzyiqdən böyük olmamalıdır.

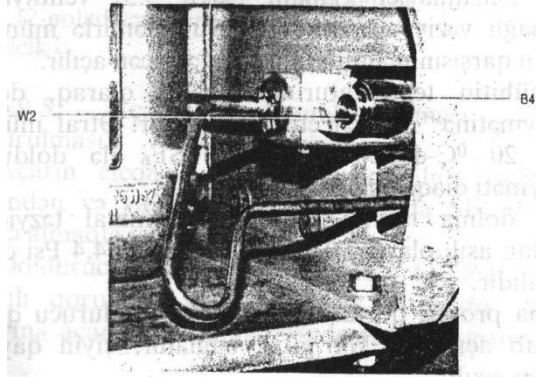
0.2Bar / 0.02 MPa / 2.9 Psi qiymətdə meyletmə açarın monometrində qeyd olunmalıdır.

Sıxlıq vericisinə nəzarət.

Sıxlıq vericisinin işinə nəzarət W2 nəzarət girişində kolpaçoku zəiflətməklə qütb sütunu qaz kamerasının əks klapanı hesabına sıxlığa nəzarət qurğusundan aralanır. Bundan sonra sıxlığa nəzarət qurğusunun kontaktlarının işləməsi yoxlanılır.

Sıxlıq vericisinin işləmə qiymətinin yoxlanması.

B4 sıxlığa nəzarət qurğusunun yoxlanması üçün W2 nəzarət girişi nəzərdə tutulmuşdur (şəkil 8.4 3/44birləşdirici rezbası) qütb kolonundan doldurulmuş SF₆ qazını buraxmadan bu girişə A3 doldurma şlanq qurğusu birləşdirilə bilər.



Şəkil 8.4. W2 servis girişi sıxlığa nəzarət B4 qurğusu (qapaq çıxarılmışdır.)

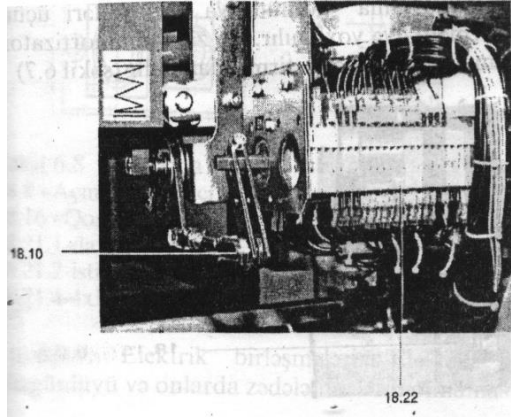
Sıxlığa nəzarət qurğusunu yoxlamaq üçün qayka götürülməlidir. Servis girişinin açıq vəziyyətində qütb sütunundan qaz icması baş vermir. W2 servis girişi sıxlığa nəzarət qurğusu ilə birbaşa elə birləşdirilməlidir ki, A3

doldurma qurğusu birləşdirildikdən sonra SF_6 təzyiqinin tənzimlənməsi hesabına, reduktor vasitəsilə nəzarət qurğusunun dövrəyişmə nöqtələri yoxlanıla bilər.

İstismara hazır olan açarın doldurulduqdan sonra yerinə yetirilmiş bütün birləşmələr sıxlığa yoxlanmalıdır. Bunu sızma axtarıcı cihazı ilə və ya axtarıcı aerozolu ilə etmək olar (məsələn, Wobst firmasının istehsalı). Əgər bu vasitələr yoxdursa, sıxlığı sabun məhlulu ilə yoxlamaq olar.

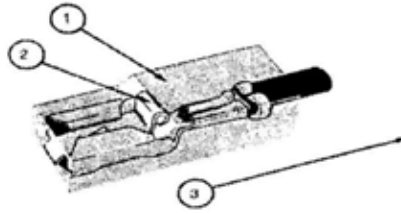
İntiqala nəzarət.

Köməkçi açarın yastıqları texniki qulluq tələb etmir. Birləşdirici ştanqlar aşınmaya və zədələnmənin olmamasına yoxlanmalıdır (şəki 8.5)



Şəkil 8.5.Köməkçi açar: 18.10.- Köməkçi açarın birləşdirici ştanqı;
18.22 – Köməkçi açar.

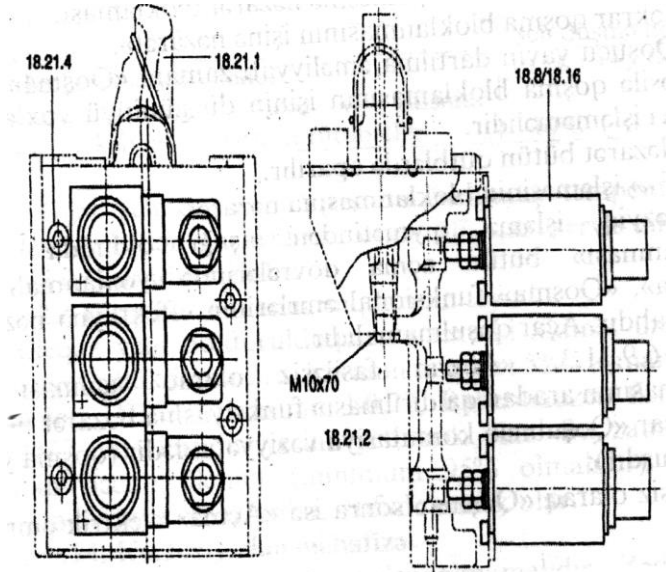
Əgər köməkçi açarın kontaktının bütün naqilləri çıxarılıbsa, AMP ştekrində bloklamaları götürmək üçün elastik qoyulmalar (bəndlər) sıxılmalıdır. İzolyasiya vtukalı ştekerlər olmadıqda, avtomatik olaraq bloklama izolyasiya vtuklarında həyata keçirilir (şəkil 8.6).



Şəkil 8.6 AMP ştekeri: 1 – izolyasiya gizili; 2 – gərilmə istiqaməti;
3 – çəp şlif.

Ayrıcların və bloklamannın yoxlanılması.

Bu zaman işə düşmə qurğusunun (M6·40 silindrik başlıqlı yivlər, dartma momenti $8 \pm \text{Nm}$) və işləmə blokunun (M10·70 silindrik başlıqlı yivlər, dartma momenti $40 \pm 4 \text{ Nm}$) plataları yoxlanılır (şəkil 8.7)



Şəkil 8.7 Bloklama: 18.8“Açma “ aralayıcısı; 18.16 “ Qoşma “ aralayıcısı; 18.21.1 – dayaq dirsəyi; 18.21.2 – istiqamətləndirici dirsək;
18.21.4 - 4-M6·40 alttıllı boltu.

Elektrik birləşmələri. Elektrik birləşmələrinin düzgünlüyü və onlarda zədələnmələrin olmaması yoxlanılır.

Şeh düşməsi

Qızdırıcıların işləmə qabiliyyəyi və qurğunun işinə nəzarət quruluşlarının funksiyaları yoxlanılır.

Açarın işləməsinə nəzarət.

Ayrıçı dövrənin işinin yoxlanması.

“Açma” və “Qoşma” dövrləri vasitəsilə açarın açarın işləməsi yoxlanılır.

Açarın işləməsinə nəzarət bloklaması.

a) “Təkrar qoşma bloklanmasının işinə nəzarət”.

Qoşucu yayın dartılma əməliyyatı zamanı “Qoşma” əmri vasitəsilə qoşma bloklanmasının işinin düzgünlüyü yoxlanılır. Ayrıçı işləməlidir.

Nəzarət bütün qütblərdə aparılır.

b) “ SF_6 ” işləməsinin bloklanmasına nəzarət

Təzyiq işləmə qiymətindən aşağı olduqda “ SF_6 ” bloklanması” bütün açma dövrlərində yoxlanmalı və “Açma”, “Qoşma” funksional əməllərinin effektivinə nəzarət olunmalıdır.

“Açarın fasiləsiz olaraq açılması və qoşulmasının aradan qaldırılması” funksiyasına nəzarət

Açar “Qoşulma” kommutasiya vəziyyətindədir (qoşma yayı dartılmışdır):

Fasiləsiz olaraq “Qoşma” sonra isə “Açma” elektrik əməlləri verilir. Açar yalnız açıla bilər.

Məcburi sinxronizm funksional nəzarət.

Açarın üç qütbü qoşulur. Bürqütblü elektrik təsiri qurğusunun köməyi ilə açarın bir qütbü açılır. 1 san keçdikdən sonra məcburi sinxronluq relesi tərəfindən digər iki qütb də açılmalıdır. Eyni sınağı digər qütblər üçün də aparmaq lazımdır.

İntiqalın idarəetməsinin yoxlanılması.

Qoşma əməliyyatından sonra dartıcı mühərrik işləyir. Qoşma yayı gərildikdən sonra isə açılır. Nəzarət qütblərdə aparılır. Bunun üçün şəh düşmə nöqtəsinin təyini məqsədilə istifadə olunan cihaz tətbiq oluna bilər. Aşağıda işçi təzyiqdə şəh düşməsinin maksimal buraxıla bilən temperaturu göstərilir (Qiymətlər havanın yol verilən rütubətliyinə uyğundur).

Göstərişlər	Şəh düşmə nöqtəsi
Rütubətliyin böhran həddi	-5°C (+23°F)
(İstismara buraxılma vaxtı və istismar zamanı maksimal)	-10°C(+14°F)
yol verilən rütubətlik	

Əgər şəh düşmə nöqtəsinin ölçülmüş temperaturu -10°C/+14°F- dən yuxarıdırsa, onda SF₆ qazı servis cihazının köməyi ilə qurudulmalıdır.

Eleqazda havanın miqdarının təyini.

Eleqaz yeni doldurulduqda və texniki xidmət üzrə işlər yerinə yetirildikdən sonra, havanın miqdarı 5%-i aşmamalıdır. Ölçmələri DİLO firmasının 3–0.27, Babenhauzen firmasının D – 87727 cihazları ilə yerinə yetirmək olar. Bu zaman SF₆ qazının həcmi ölçülür (minimum 95% olmalıdır). İstisna hallarında digər cihazlardan istifadə etmək olar.

Koroziyadan mühafizə.

Acarın səthində zədələnmələr olmamalıdır. Zədələnmiş yerlər təmizlənməli, suvanmalı və lakla örtülməlidir.

330KV GƏRGİNLİKLİ 3AQ2Eİ TIPLİ ELEQAZ AÇARLARININ XARAKTERİSTİKALARI, QURULUŞU VƏ İSTİSMAR QAYDALARI

Açarın texniki xarakteristikaları

3AQ2Eİ eleqaz güc açarı açıq tipli porşenli pnevmatik açar olub, izolyasiya və qövssöndürücü vasitə kimi SF₆ altıflüorlu

kükürd qazından istifadə olunur. Açma əməliyyatı zamanı qövssöndürücü vasitənin (eleqazın) tələb olunan təzyiqli qövssöndürmə kamerasındakı pnevmatik porşenli qurğu tərəfindən yaradılır.

Açarın hər bir qütbü onun birqütblü və üçqütblü avtomatik təkrar qoşulmasını həyata keçirə bilən hidrintiqal ilə təchiz olunmuşdur.

Güc açarı 1 kV–dan yuxarı gərginliklər üçün dəyişən cərəyan kommutasiya aparatlarına dair VDE 0670–nin 101÷108 və IEC56 tələblərinə uyğundur. 1600 / 2500 /3150 A nominal cərəyanlı açarın işçi temperatur diapazonu:

- 30°C ÷+46°C;4000 A nominal cərəyan üçün isə
- 30°C ÷+40°C; təşkil edir.

İES – ə uyğun olaraq, açarın izoləedicilik qabiliyyəti cədvəl 8.2-də verilmişdir.

Cədvəl 8.2.

3AQ2Eİ açarının izoləedicilik qabiliyyəti.

Nominal gərginlik	kV	362
50 Hz tezlikli hesabi qısamüddətli dəyişən gərginlik		
-Yerə nəzarən	kV	
-dövrə dəyişmə sahəsi vasitəsilə	kV	
Qütblər arasında	kV	
Hesabi ildırım impuls gərginliyi (1,2/50mksan):		
-Yerə nəzarən	kV	1425
-dövrə dəyişmə sahəsi vasitəsilə	kV	1425+240
-qütblər arasında	kV	1425
Hesabi kommutasiya ifrat gərginliyi		
-Yerə nəzarən	kV	1050
-dövrə dəyişmə sahəsi vasitəsilə	kV	900+345
-qütblər arasında	kV	1575
Boşalma aralığı		
-Yerə nəzarən	mm	1900+1500
-dövrə dəyişmə sahəsi vasitəsilə		2x1600 ≥ 3400
-qütblər arasında		

Havanın izolyasiya qabiliyyəti hündürlük artdıqca azalır. 1000 m- dən yuxarı hündürlükdə quraşdırıldıqda xarici izolyasiyanın gərginliyi U_{hes} / K_a nisbəti ilə təyin olunur:

$$K_a = EXP \left[m \left(\frac{H-1000}{8150} \right) \right]$$

Burada H-quraşdırma hündürlüyü; m-əmsal olub, fazalararası impuls gərginliyi və qismüddətli dəyişən gərginlik üçün $m=1$, uzununa izolyasiya vasitəsilə kommutasiya ifrat gərginliyi impulsu üçün $m=0,75$ qəbul edilir.

3AQ2 Eİ açarının elektrik xarakteristikaları cədvəl 8.3-də kommutasiya müddətləri isə cədvəl 8.4 – də verilmişdir.

Cədvəl 8.3.

3AQ2 Eİ açarının elektrik xarakteristikaları.

Nominal gərginlik	kV	362
Nominal tezlik	H _z	50
Nominal cərəyan	A	3150
Qısaqapanmanın nominal kəsmə cərəyanı	kA	50
Klemlərdə q.q. zamanı bərpa olunan keçid gərginliyi		VDE,BEK-ə uyğun olaraq
Nominal qoşma cərəyanı	kA	2,5xq.q zamanı nominal açma cərəyanı
Qısaqapanmanın nominal davamətmə müddəti	san	3
Nominal kommutasiya ardıcılığı		A-0.3san-QA-3dəq-QA

Cədvəl 8.4.

3AQ2 Eİ açarının kommutasiya müddətləri

Faktorlar		Açma bağlayıcı	
		Nominal standart	RC dövrəli
1	2	3	4
Əmlərin minimal davamətmə müddəti	msan	40	40
Kontaktların qapanmasına qədər olan müddət	msan	95÷5	95÷5
Kontaktların ayrılmasına qədər keçən müddət	msan	36÷3	25÷3

1	2	3	4
Qövsün yanma müddəti	msan	≤21	≤21
“Qoşma-açma vəziyyəti	msan	63÷12	63÷12
Açma müddəti	msan	≤60	≤60
Fasilə müddəti	msan	300	300

Cədvəl 8.5.

Təzyiq sisteminə nəzarət (hidravlika).

İşləmə kəmiyyətləri	Vahidi	Qiymətləri
Qoruyucu klapan	Bar/Mpa	375/37,5
Azot itkisi	Bar/Mpa	355/35,5
Qoşma hidravlik nasosu	Bar/Mpa	320/32,0
ATQ bliklanması	Bar/Mpa	308/30,8
Qoşulmaya bloklanması	Bar/Mpa	273/27,3
İşləmənin bliklanması	Bar/Mpa	253/25,3

Cədvəl 8.6.

Açarın hər bir qütbü üçün SF₆ qazının parametrləri.

Kəmiyyətlər	Vahid	Qiymətlər
Nominal gərginlik	kV	362
Hər açara doldurulan kütlə	kq	28,8
Hər açarın həcmi	dm ³	623
20°C temperaturla nominal təzyiq	Bar/Mpa	6,0/0,6
SF ₆ qazına nəzarət		
20°C temperaturda “SF ₆ itkisi” signalı	Bar/Mpa	5,2/0,52
20°C temperaturda “SF ₆ itkisi”-dən aşağı təzyiqdə işləmənin bloklanması	Bar/Mpa	0,2/0,02
Mexaniki kommutasiyanın yerinə yetirilməsi üçün eleqazın minimum təzyiqi	Bar/Mpa	3,0/0,3

Açarın hər bir qütbü üçün hidrintiqalın parametrləri cədvəl 8.7-də verilmişdir.

Hidrintiqağın parametrləri

Parametrlər	Vahid	Qiymətlər
Hidravlik akkumulyatorun tutumu	dm ³	9
Yağın miqdarı (Aero Shel.Fluid4,Fluid41 və ya EssoUnivs İ 13)	kq	24
20°C – də N ₂ ilə ilkin doldurma təzyiqi	Bar MP _a	200-5 20-0,5
Təzyiq diapazonu	Bar MP _a	250...375 25,0...37,5
Yaddaşa yazılmış kommutasiya ardıcılığı	QA-15san-QA və ya A-0.3san-QA-3dəq-QA	
Yağ nasosu: 300 Bar/30 MP _a təzyiqdə məhsuldarlığı	Dm ³ /dəq	DC-də (sabit cərəyan)-0,9AC-də (dəyişən cərəyan) - 0,7

Hidro-akkumulyator ilkin olaraq N₂ qazı ilə doldurulmuşdur. Texniki qulluq və ya təmir zamanı qazla əlavə olaraq doldurmaq lazım gəldikdə, yalnız 99,99% təmizlikli N₂ - dən istifadə edilməlidir.

Təzyiq sərfiyyatı – boşaltma müddəti

İlkin təzyiq	Üçqütblü komutasiya	Son təzyiq	İşləyən bloklanma	İlkin təzyiq qədər boşaltma müddəti		Akkumulyatorun dolma müddəti	
				Sabit cərəyan	50H _z AC	Sabit Cərəyan	50 H _z AC
Bar/MPa		Bar/MPa		san	san	Dəq	
316/31,6	A	298/29,8	*KU	6	8		
316/31,6	Q	306/30,6	KU	4	6	2.0	3.0
316/31,6	QA	290/29,0	KU	8	11		
305/30,5	AQA	265/26,5	KU-Q				

*KU – çevirici kontakt; KU – Q – KU – qoşma.

Hər bir üçfazlı açarın qızdırıcısı icarəetmə sistemi üçün istilik məhsuldarlığı 30 Vt-dır (intiqaal üçün 45Vt). Kondensasiya rütubətliyinin əmələ gəlməsinin qarşısının alınması üçün qızdırıcılar daimi olaraq qoşulmalıdırlar. Cədvəl 8.9-də köməkçi açarın parametrləri verilmişdir.

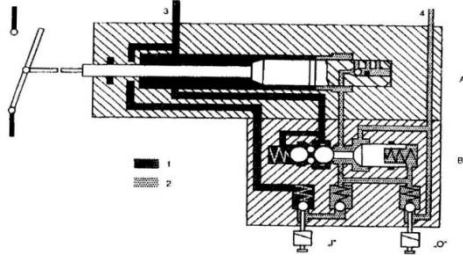
Cədvəl 8.9

Tipi 3 SV 92			
Nominal gərginliyi	Dəyişən cərəyan	V	250
Sabit cərəyan		A	10
Sərbəst kontaktlar	Sürüşən kontakt		9NC+ 9NO
Komutasiya qabiliyyəti	Ayrıran və qapayıcı kontakt	A	2,5
Omik yük:	Müvəqqəti kontakt	A	2,5
Omik-induktiv yük			2
Zaman sabiti “		msan	20

İntiqaalın hidrosisteminin işləmə prinsipi

İntiqaalın hidrosisteminin işləmə prinsipi baş klapan və hidrosilindrlə qarşılıqlı əlaqədə izah olunur. Hidrosistemin şəkildə verilmiş təsvirləri onun faktiki icrasında tam eyni olmasa da, açarın hidravlikasını başa düşməyə imkan verilir.

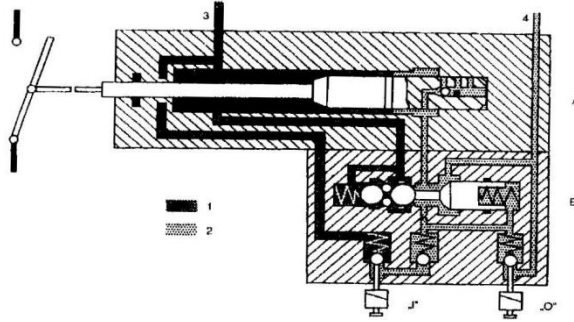
Aşağıdakı təsvirlərdə hidrovlik akkumulyator, yağ çəni nasosu göstərilməyib, belə ki, yalnız mexaniki hissə sadələşdirilmiş, şəkildə verilmişdir.



Şəkil 8.8. "Açılmışdır" kommutasiya vəziyyəti:

- 1 – təzyiq altında yağ; 2 – təzyiqsiz yağ; 3 – hidravlik akkumlyatora;
4 – yağ çəninə; A – hidrosilindr; B – klapanlar bloku.

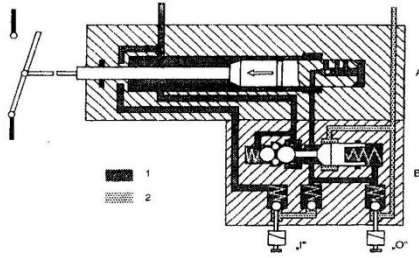
Güc açarı "Açılmışdır" kommutasiya vəziyyətindədir. "Açılmışdır" tərəfdə diferensial porşen yağa təzyiq altında təsir edir. "Qoşulmuşdur" tərəfində yağ təzyiqsiz vəziyyətdədir. Bununla daaçar etibarlı olaraq, "Açılmışdır" kommutasiya vəziyyətində dayanır.



Şəkil 8.9. "Qoşma" əmri: 1-Təzyiq altında yağ;

- 2- təzyiqsiz yağ; A-Hidrosilindr; B- klapanlar bloku

Qoşulma üçün elektromaqnit qoşma klapanına təsir edir, təzyiqli yağ əks klapanı açır və baş klapanın porşeni tərəfə daxil olaraq, onu açır.

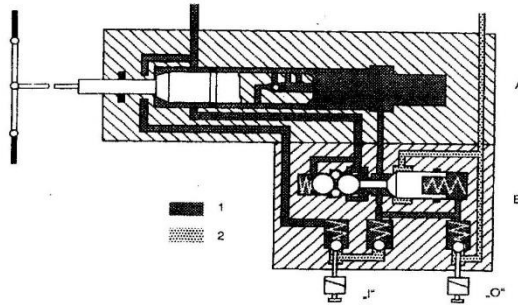


Şəkil

8.10."Qoşma" hərəkətinin başlanğıcı

Bunun hesabına A hidrovlik silindrin diferensial porşenin qoşulması tərəfdən yağ basqısı yaranır.B klapın bloku vasitəsilə daxil olaraq,təzyiqli yağ baş klapının porşenin yanında yerləşir. Beləliklə, baxmayaraq ki,qoşulma komandası yoxdur, o, açıq qalır, paylayıcı qoşma klapını işə bağlıdır. (hidroakkumlyatorla birbaşa əlaqə hesabına hidravlik özünü saxlama). Açılma zamanı baş klapının porşeni sistemin təzyiqsiz hissəsi ilə əlaqəni bloklayır.

"A" hidrosilindrinin qoşulma tərəfi açılma tərəfinə nisbətən böyük səthə malik olduğundan güc açarı qoşulur.Qoşulma əməliyyatı zamanı yağ təzyiq altında diferensial porşenin qoşulma tərəfindən "B" baş klapın vasitəsilə açılma tərəfinə axır;yalnız hidroakkumlyator tərəfindən yağın təzyiqlər fərqi saxlanılır.

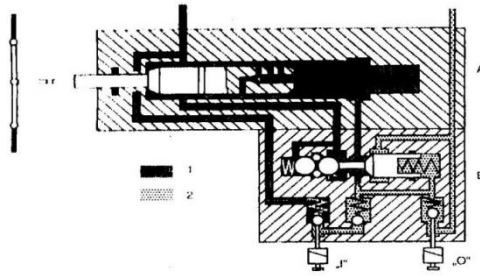


Şəkil 8.11. kommutasiya vəziyyəti: 1 – təzyiq altında yağ; 2-
təzyiqsiz yağ; A- hidrosilindr; B-Klapanlar bloku.

Güc açarı ."Qoşulmuşdur" kommutasiya vəziyyətindədir.

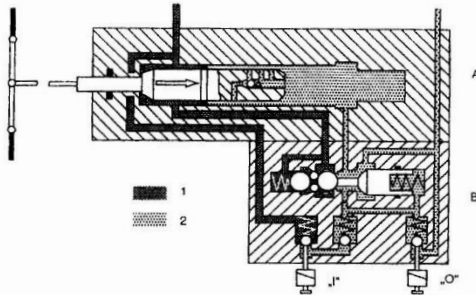
A hidrosilindrinin diferensial porşeninın həm açılma tərəfi, həm də qoşulma tərəfi təzyiq altındadır. Diferensial porşenin qoşulma tərəfində səthin böyük olması nəticəsində bu tərəfin qüvvəsi böyükdür və bunun hesabına da açar Qoşulmuşdur". Komutasiya vəziyyətində etibarlı olaraq qalır.

Hidrosistemdə təzyiqlər rəqsi yaransa belə, bu vəziyyət dəyişilmir. Baş klapın özünü saxlama vəziyyətində qalır.



Şəkil 8.12. "Açılma" əmri: 1-Təzyiq altında yağ 2- Təzyiqsiz yağ A- Hidrosilindr B-Klapınlar bloku.

Açılma üçün qoşma klapını qoşma elektromaqnit vasitəsilə təsir edir. Bununlada, bu ana qədər təzyiq altında yağla bağlı olan yağaçılır (qoşma klapını konusu və baş klapının porşeni arasında).



Şəkil 8.13. "Açılma" hərəkətinin başlanması: 1-Təzyiq altında yağ; 2-Təzyiqsiz yağ; A- Hidrosilindr. B-Klapınlar bloku.

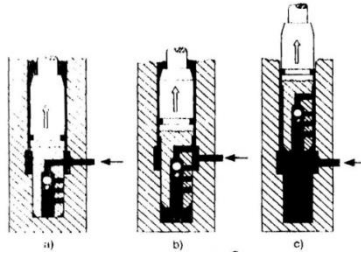
Baş klapın təzyiqli tərəfi bağlayır və təzyiqsiz tərəfi açır. Bununla da təzyiqli altında olan yağın A hidrosilindrinin diferensial porşenin qoşulma tərəfindən yağ çəninə yolu açılır. Yağ təzyiqli altında indi yalnız diferensial porşenin qoşma tərəfinə təsir edir və bunun nəticəsində güc açarı açılır. Açılma hərəkətinin sonunda yenidən şəkil 8.13.-dəki vəziyyət yaranır.

B klapınlar borusunda baş klapın hidrovlik olaraq, özünü saxlayır və bunun nəticəsində :

- əgər minimal əmr müddəti aşağı həddi aşmırsa, güc açarı kommutasiya etmir (klavişlərin basılma etibarlılığı);

- əgər minimal əmr müddəti çatıbsa və ya yuxarı həddi aşarsa, kommutasiya əməliyyatı tamamilə və qayda ilə yerinə yetirilir.

Hidrosilindrin diferensial porşenin hərəkəti mexaniki elementlərin mühafizəsi üçün amortizasiya ilə başlamalı və amortizasiya ilə qurtarılmalıdır. Buna yağın axması zamanı eninə dartılma ilə nail olunur. Bu ardıcılıq şəkil 8.15-də göstərilmişdir.

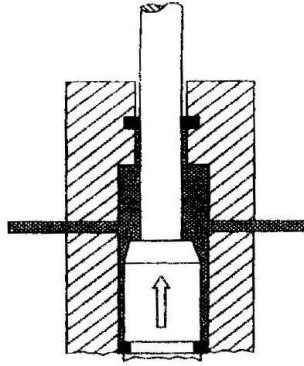


Şəkil 8.14. Qoşulmanın başlanması

a- təzyiqli altında yağ diferensial porşendən aşağıda yerləşən açıq amortizasiyaedici klapın vasitəsilə axır və cəld hərəkəti təmin edir.

b- əlavə olaraq yuxarı deşik azad olur, eninə sahə artır.

c- Açılmanın sonu.

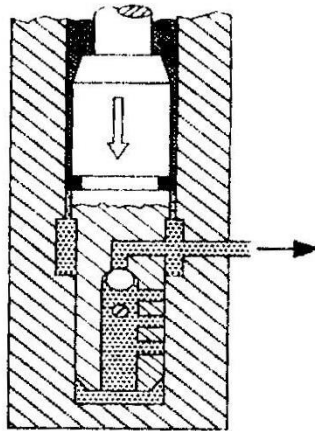


Şəkil

8.15.Qoşulma

zamanı amortizasiya

Burada onu nəzərə almaq lazımdır ki, diferensial porşenin çəpliyi nəticəsində,qoşulmanın sonunda axın sahəsi daima azalır, açılmanın başlanğıcında isə daima artır. Diferensial porşen və silindrin divarı arasındakı dairəvi hava məsafəsi ən kiçik axın sahəsidir.



Şəkil 8.16.Açılma zamanı amortizasiya

Açılmanın sonunda amortizasiya axan yağ üçün eninə kəsik sahəsinin pilləli daraldılması hesabına əldə edilir.

Diferensial porşen silindrə daxil olduqda dairəvi sayılır. Təzyiq altında amortizasiyaedici klapan yağ ilə bağlanır. Yağ yalnız hələlik açıq olan “Fleyta deşikləri” vasitəsilə axa bilər.

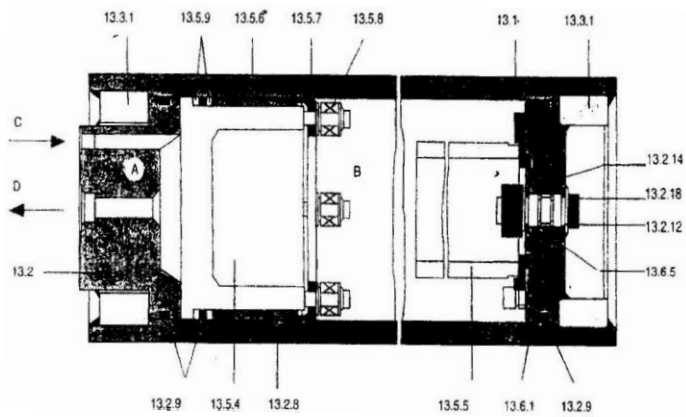
Hidravlik akkumulyator və onun işləmə prinsipi

Hər bir açaristismar üçün zəruri hərəkət enerjisinə malik olan hidroakkumulyatorla (N_2 - nin doldurulması) təchiz olunmuşdur. Hidroakkumulyator yağla nasos vasitəsilə doldurulur. İntiqal akkumulyatorla yüksək təzyiq borusu ilə əlaqələndirilir.

Hidravlik akkumulyator porşenli akkumulyator kimi yerinə yetirilmişdir. Sərbəst hərəkət edən 13.5.4 porşeni (şəkil 8.11- bax).”B” Azot N_2 tərəfini hidravlik yağ tərəfindən ayırır. Porşenin kipləşdirilməsi 13.2.9 arakəsmə həlqəsi və iki 13.5.9 dayaq həlqəsi hesabına həyata keçirilir. Porşenin bu kipləşdirilməsi daimi olaraq, vtulka və sıxac həlqəsi vasitəsilə boşqabvarı yaylarla sıxılır. Bunun nəticəsində tezliyin və temperaturun rəqslərindən asılı olmayaraq, ən səmərəli kipləşməyə nail olunur.

13.5.5 dayaq borusu porşenin gedişini məhdudlaşdırır. 13.6.1 qapayıcı lövhədə 13.2.4 əks klapanı qoyulmuşdur. Doldurma armaturunu qoşarkən o, açılır və hidravlik akkumulyatorun azotla (N_2) dolmasına xidmət edir.

Sonrakı təsvirlər qeyd olunan əməliyyatlar, hidravlik akkumulyatorla porşenin başlanğıc və son vəziyyətləri (a) və müvafiq “ P- V” diaqramları (b) göstərilmişdir.



Şəkil 8.17. Hidravlik akkumlyator.

13.1- akkumlyatorun qubkası

13.2- paylıdırıcı

13.2.8- porşenin istiqamətləndirici həlqəsi

13.2.9- dairəvi en kəsikli həlqə

13.2.12- “ USİT” həlqəsi

13.2.14- əks klapın

13.2.18- tıxac

13.2.1- yivli həlqə

13.5.5. dayaqlı boru

13.5.7- sıxaclı həlqə

13.5.9- dayaq həlqə

13.6.5- kipləşdirici həlqə (mis)

A- yağ

B- N_2 (Azot)

C- nasos

D- intiqal

V	Yağ tərəfdəki həcm
P_0	N_2 əlavə təzyiqi
P_1	Yağ nasosu aqreqatı üçün tezlik vericisinin işləmə təzyiqi
P_2	“ N_2 itkisi” tezliyə nəzarət cihazının işləmə təzyiqi

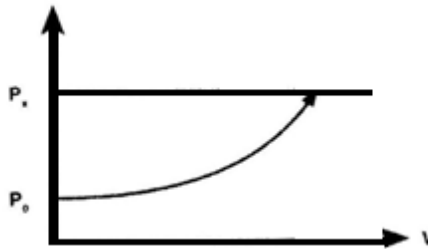
P_3	Qoruyucu klapanın işləmə təzyiqi
P_x	Yağ nasosu aqreqatı açıldıqdan sonra maksimal işçi təzyiq($P_1+\Delta V$)
ΔV	Yağ nasosu aqreqatının sabit minimal verilməsi

Hidravlik akkumlyator aşağıdakı prinsiplə işləyir. Hidroakkumlyator ilkin olaraq, azotla doldurulmuş şəkildə çatdırılır Porşen, silindrin bünövrəsində yağ tərəfdən ilkin dolma P_0 təzyiqinin təsirinə məruz qalır (Şəkil 8.17). Açarın istismarı zamanı yağ nasosu maksimal işçi təzyiqdə (P_x)çatana qədər hidroakkumlyatora yağ vurur.

Yağ porşeni azot tərəfə sıxır və uyğun olaraq ,orada təzyiqi artırır.



Şəkil 8.18. Hidravlik akkumlyatorun cüzi təzyiqlə doldurulması sxemi



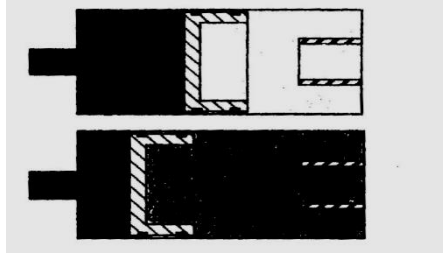
Şəkil 8.19. Hidravlik akkumlyatorun cüzi təzyiqlə doldurulması diaqramı.

Hidravlik akkumlyatorun təzyiği aşağıdakı səbəblərdən azalır:

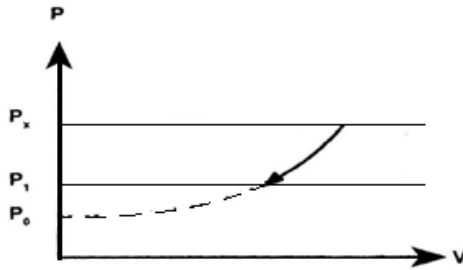
- Kommutasiya;

Daxili sızmlar (güc açarı qoşulu olduqda, yağ açarının müvəqqəti işləməs i üçün hidravlik konturda konstruktiv olaraq nəzərdə tutulmuşdur):

- ətraf mühitin temperaturunun azalması;
- azot itkisi.



Şəkil 8.20. Komutasiya nəticəsində təzyiğin aşağı düşməsinin sxematik təsviri.

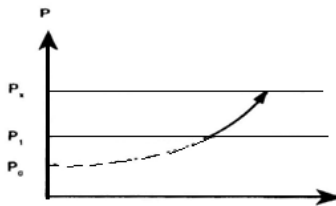


Şəkil 8.21. Komutasiya nəticəsində təzyiğin aşağı düşməsinin diaqramı.

Təzyiği P_1 işləmə təzyiqindən aşağı düşdükdə nasos qoşulur və yağ rezervuarlarından hidroakkumlyatora yağ verir. P_1 təzyiqinə çatdıqdan təqribən 3 san sonra manometrik açarın və ləngidici relenin köməyiylə nasos yenidən açılır.



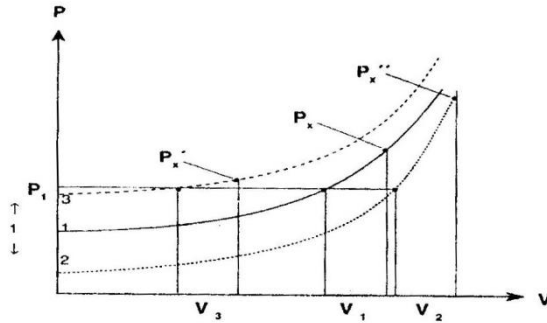
Şəkil 8.22. Hidravlik təzyiqin nasosla çəkilməsi



Şəkil 8.23. Hidravlik təzyiqin nasosla çəkilmə diaqramı

Hidravlik akkumulyatorun işləmə qabiliyyəti (N_2) həcmi x təzyiqi) qoşulma və açılma zamanı akkumulyatora doldurulan azotun miqdarı ilə təyin olunur. Azotun temperaturu və azot itkisi hidravlik akkumulyatorun işləmə qabiliyyətinə təsir edir. (Şəkil 8.24). Beləliklə, azot itkisi (məsələn, kipləşmə, vasitəsilə diffuziya) ətraf mühitin temperaturunun dəyişməsi və 1 əyrisinin 2 əyrisinə yerdəyişməsi, həmçinin işləmə qabiliyyətinin azacıq aşağı düşməsi ilə əlaqədardır. Ətraf mühitin temperaturu çox yüksək olduqda böyük işləmə qabiliyyətinə uyğun olan 3 əyrisi alınır.

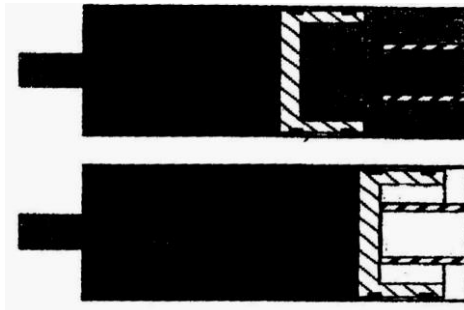
Lənqidici rele ilə məhdudlanmış qiymətinə çatdıqdan sonra bütün nəzərdə tutulan üç vəziyyətdə ΔV məhsuldarlığı bərabərdir. ($\Delta V1 = \Delta V2 = \Delta V3$). Bunun nəticəsində müxtəlif əyrilər üçün P_x təzyiqinin qiyməti müxtəlif olur.



Şəkil 8.24. Azotun miqdarı və ya temperatur dəyişərkən hidravlik akkumulyatorun işləmə qabiliyyətinin dəyişməsi.

Azot itkisi zamanı (təcrübələrə əsasən b çox tədricən və bir neçə il müddətində baş verir) porşenin işçi diapazonu dayaqlı boru istiqamətində yerini dəyişir. Daha qısa zaman aralığında təzyiq P_1 qiymətinə qədər aşağı düşür.

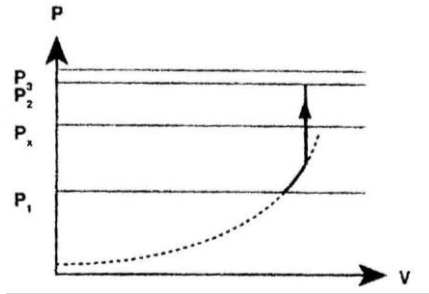
Bununla eyni zamanda sonradan yağ vurarkən təzyiğin qiyməti artır. Bu vahid zamanda nasosun işə salmalarının sayını artmasına gətirir. Azot tamamilə itdikdə hidroakkumlyatorda,porşen dayaqla boruya dirənir.Ləngidici zaman relesinin verilmiş müddətində doldurmaqla təzyiq kəskin olaraq P_2 qiymətinə qədər artır (şəkil 8.24).



Şəkil 8.29.

Əlavə olaraq azotla doldurulma zamanı porşenin təzyiqinin artması

Şəkil 8.25. Əlavə olaraq azotla doldurulma zamanı porşenin təzyiqinin artması.



Şəkil 8.26. Əlavə olaraq azotla doldurulma zamanı porşenin təzyiqinin artması diaqramı

Təzyiq P_2 qiymətinə çatdıqda “itkisi” manometrik açarı işə düşür”:

- zaman relesinin dözmə müddəti keçdikdən sonra yağ nasosu aqreqatının cəld açılması;
- siqnalı;
- dözmə müddətsiz güc açarının qoşulmadan və digər zaman relesi vasitəsilə 3 saat ləngimə ilə açılmadan bloklanması.

Hidroakkumulyator elə qurulmalıdır ki, “ N_2 itkisi” siqnalı yarandıqdan sonra da müəyyən müddət ərzində hidravlik təzyiq açılma prosesi üçün kifayət edir.

İstənilən hal üçün (məsələn, havanın temperaturunun artması) hidrosistemə yol verilməyən yüksək təzyiqin daxil olmasının qarşısının alınması üçün qoruyucu klapən nəzərdə tutulur. O, təzyiqdə işləyir sahəsindən hidrosistemin basqısız sahəsinə istiqamətləndirir (yağ rezervuarı).

İdarəetmə bloku.

İdarəetmə sistemi güc açarının istismarı üçün zəruri olan, paylayıcı şkaf və intiqal şkafında yerləşdirilən bütün ikinci dərəcəli texniki komponentləri əhatə edir. İdarəetmə

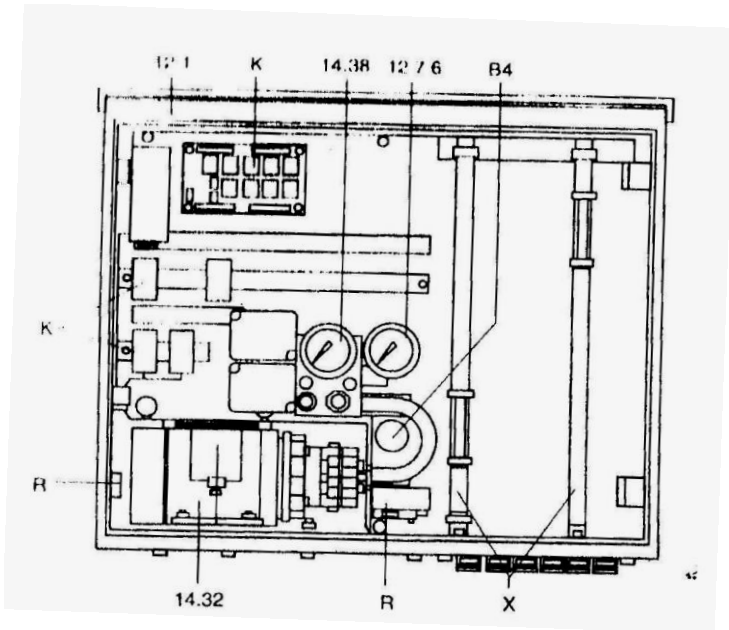
gərginliyini, ayırıcı gərginliyi, elektrik mühərrikinin və közərmə telinin gərginliyini böyük diapazonda seçmək olar.

Güc açarının sənədləşmələrində idarəetmə sisteminin elektrik sxemi verilir. Bu sxem aşağıdakılardan ibarətdir:

- Yerləşmə sxemi.
- Cərəyanların vektor diaqramı.
- Texniki parametrlərlə və cihazların təsnifatı ilə birlikdə avdanlıqların genişləndirilmiş planı.
- Birləşmə sxemi.
- E İ seriyası üçün şteklərin sxemi.

Quruluşu.

Şəkil 8.27-da əsas düyünlərlə birlikdə idarəetmə blokunun baza icrası göstərilmişdir.



Şəkil 8.27. İdarəetmə bloku.

12.1- üfürmə və qızdırıcı ilə birləşmə şkafi

12.7.6- eleqaz manometri

14.32- yağ nasosu aqreqatı

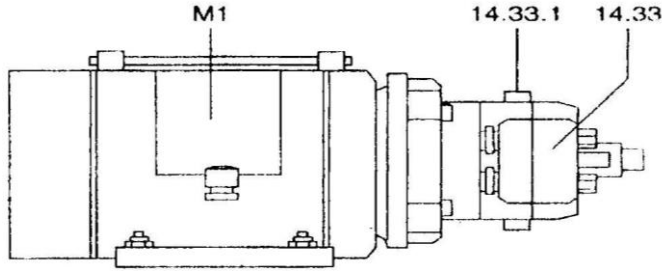
B4- sıxlıq vericisi

K- kontaktorlar, relelər, zaman relesi

R- kondensasiya rütubətinin əmələ gəlməsinin qarşısının alınması üçün qızdırıcı

X- klemmlərin quraşdırılma yeri

Yağ nasosu aqreqatı mühərrikdən və yağ nasosundan ibarətdir. Mühərrik hidravlik nəzarət bloku ilə (kontaktorlar, relelər, zaman relesi) idarə olunur.



Şəkil 8.28. Yağ nasosu aqreqatı: 14.33- yağ nasosu, 14.33.1- satun, M1- mühərrik.

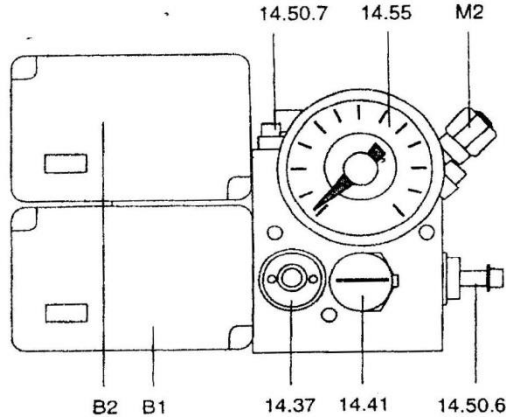
Hidravlik nəzarət bloku yığcam düyün kimi yerinə yetirilmişdir. Ayrı – ayrı modullar yağa nəzarət blokunda aşağıdakılar verilmişdir. Yağa nəzarət blokunda aşağıdakılar qoşuludurlar: plomblanmış qoruyucu klapın, hidravlik aqreqatın təsiri altında olan yağ nasosunun təzyiqini azaltmaq üçün təzyiq buraxıcı klapın və əks klapın.

B1 və B2 manometrik açarları idravlik təzyiqdə nəzarət edir və elektrik kontaktları ilə onu idarə edir.

14.15 manometrində (şəkil 8.28) yağın zəruri işçi təzyiqi göstərilir.

Yağa nəzarət blokunda aşağıdakılar vardır:

- 14.50.6 yağ nasosunun sorma xətti ilə flansı
- 14.50.7 yağ nasosunun yüksək təzyiqli xəttinin flansı
- Nəzarət manometri və əl nasosu (xüsusi komplektdə verilir) üçün M2 flansı.



Şəkil 8.29. Hidravlik nəzarət bloku: 14.37- təzyiq aşağı salan klapın; 14.41- qoruyucu klapın; 14.50.6- yağ nasosunun sorma xətti; 14.50.7- yağ nasosunu təzyiq xətti; 14.55- manometr; B1- manometrik açar; B2- manometrik açar; M2- ölçmə üçün flans (yağ təzyiq altındadır).

Sıxlığa nəzarət B4 cihazı paylayıcı şkaflın arxa divarında yerləşir. Kondensasiya rütubətinin təsirindən mühafizə üçün elektrik girişi paylayıcı şkaflın daxilində yerləşdirilmişdir. 12.7.6. manometrində qazın zəruri təzyiqi göstərilir (şəkil 8.29).

ELEQAZ AÇARININ İSTİSMARA BURAXILMASI ZAMANI NƏZARƏT SINAQLARI

Qazın rütubətliyinin ölçülməsi .

Qaz balonundan doldurulma zamanı bu bəndin yerinə yetirilməsi lazım gəlmir.

İstismara daxil edilməzdən əvvəl qazın qazın rütubətliyi yoxlanılır. Bunun üçün adı kondensasiyan ölçü cihazından

istifadə etmək olar. İşci təzyiqdə maksimal yol verilən kondensasiya temperaturunun (yol verilən rütubətliyə uyğundur) qiymətləri aşağıda verilmişdir.

Rütubətlik	Şeh düşmə nöqtələri	
Rütubətliyin böhran həddi	-5°C	23°F
İstismara buraxılma və istismar zamanı. Yol verilən maksimal rütubətlik	-10°C	+14°F

Əgər istismara buraxılma zamanı şəh düşməsi- 100-dən (+14F), aşağıdırsa, lakin - 15°C -dən (+5 °F) yuxarıdırsa, onda statik süzgəcin işləməsinə yoxlamaq üçün verilmiş ölçünü 2-3 ay keçdikdən sonra yoxlamaq lazımdır. Rütubətliyin azalması müşahidə edilmədikdə, süzgəcləri yenisi ilə əvəz etmək lazımdır.

SF6 qazının tərkibinin ölçülməsi.

Yeni doldurma zamanı və texniki xidmət işləri aparıldıqdan sonra havanın miqdarı 5%- i keçməməlidir. Ölçmələri SF6 qazının faiz miqdarının ölçülməsi üzrə Babenhauzen DİLO D – 8943 firmasının təklif etdiyi 3-027 cihazı ilə aparmaq olar. Lakin bu halda havanın miqdarı deyil (maksimal 5%) SF6 qazının həcmi(minimal 95%) ölçülməsi.

Nasosun ləngidilməsi.

Açar “Açılma” kommutasiya vəziyyətindədir.

“Qoşma” əmri verilir və düymə sıxılı vəziyyətdə saxlanılır (fasiləsiz əmr);

“Açılma” əmri üzrə işləyərkən, “Qoşma” əmri verilir. Açar yalnız qoşmağa icazə verilmir (“Qoşma”) əmrinin təsir etməsinə baxmayaraq). Açar (“Qoşma”) kommutasiya vəziyyətindədir.

“Qoşma” əmri verilir və düymə sıxılı vəziyyətdə saxlanılır (fasiləsiz əmr).

Sonra təqribən 1 san keçdikdən sonra (“Qoşma”) əmrinin təsiri halında

“Açma” əmri verilir:

Açar yalnız açılmaya kommutasiyanı yerinə yetirməlidir.

Məcburi sinxronluq.

Açarın hər üç qütübü qoşulur. Y2 açma qurğusuna əl ilə təsir etməklə, açarın birqütübü açılır. Məcburi sinxronluq zaman relesinin kökləndiyi 1 san keçdikdən sonra, digər iki qütüb də məcburi sinxronluq kontaktorunun işləməsi hesabına qoşulmalıdırlar. Bu sınaq müvafiq formada açarın digər iki qütübü üçün də aparılmalıdır.

Açılmış güc açarında Y1 qoşma qurğusuna əl ilə təsir etməklə bir qütüb qoşulur. Sinxronluq zaman relesinin kökləndiyi müddət keçdikdən sonra qütüb yenidən açılmalıdır. Bu sınaq bütün üç qütüb üçün aparılır.

Kondensasiya nəmliyinin yaranmasının qarşısının alınması.

Kondensasiya nəmliyinin qarşısının alınması üçün xarici isitmə nəzarət sisteminin işini yoxlamaq lazımdır. Əgər isitmə yoxlanılırsa, onda cərəyanın qiyməti və ya uyğun olaraq radiatorların istilik təsiri yoxlanılır.

İsitmə sistemini termostat idarəetməsi olan elektrik qızdırıcı sistemə qoşmağa icazə verilmir, belə ki, o həmişə istismarda olmalıdır.

Qurğulara nəzarət.

Qurğunun elektrik birləşmə sxeminə uyğun olaraq, açarı qurğuya birləşdirmək lazımdır. Bunun əmr və xəbərdarlıq siqnalı yolları yoxlanılır.

Rəngləmə.

Güç açarının quraşdırılması zamanı yerinə yetirilmiş yivli birləşmələr yağdan təmizlənilib, rənglənməlidir. Əvvəldən olan rənglər yoxlanılır və lazım olduqda düzəlişlər edilir.

Açarın istismar qaydaları.

Gərginlik altında olan açar yalnız dispetçer məntəqəsində və ya PQ-nin yerli idarəetmə şkafindakı idarəetmə açarının köməyi ilə qoşula bilər.

Açarın qütblərində SF₆ qazının təzyiqinə nəzarət sıxlığa nəzarət cihazları ilə aparılır, qiyməti isə manometrin göstərişinə əsasən təyin olunur.

Dövrədəyişmə prosesində yaranan təzyiqin öz-özünə, qısamüddətli rəqsləri nəticəsində sıxlığa nəzarət qurğusunun işləməsinin qarşısının alınması üçün, cihazda qaz kəmərinə SİPERM süzgəcindən və 1,5 mm soplodan ibarət drosselləşdirmə sistemi ilkin olaraq qoşulmuşdur.

SF₆ qazının təzyiqinə yol verilməyən azalmaları zamanı "SF₆ itkisi" siqnal işləyir. Bu halda, qaz nəzarəti blokunun W1 yüklənmə girişi vasitəsilə açara nominal təzyiqə çatanadək SF₆ qazı əlavə etmək lazımdır. Bunun üçün açar açılmalıdır. Açar əlavə doldurduğundan sonra yenidən qoşulmalıdır. Əgər müəyyən müddətdən sonra yenidən siqnal işləyirsə, onda qeyri-hermetik yeri tapıb, onu kipləşdirmək lazımdır. Bundan başqa, SİMENS firmasının yaxınlıqdakı nümayəndəliyini bu haqda xəbərdar etmək lazımdır.

Əgər açarda eleqazın təzyiqi qövsün sönməsi təmin olunmayacaq həddə qədər aşağı düşərsə, onda bloklama işə düşərək, istənilən sonrakı kommutasiyanın yerinə yetirilməsinə imkan verilir.

SF₆ qazının təzyiqi 3 Bardan (0,3 MPa/44rsiq) aşağı düşərsə, açarı daha qoşmaq olmaz.

İntiqalın hidravlik sistemində yağın təzyiqinə idarəetmə blokundakı manometrik açarla nəzarət olunur və manometrle təzyiqin qiyməti təyin edilir.

İntiqalın hidrosistemində yağın təzyiqi həddən artıq aşağı düşdükdə siqnal əmələ gəlir və yağın avtomatik verilməsi ilə təzyiqin qoşma və ya açma üçün normallaşmasından bloklanma qurğusu işləyir.

İntiqalın yüksək təzyiqli və təzyiqsiz hissələri arasındakı tələb olunan sızma əmsalı vasitəsilə tədricən təzyiqin aşağı düşməsi baş verir. Bunun nəticəsində yağ nasosu aqreqatı işə düşür və hidrosistemə daimi nəzarət həyata keçirilir.

Yağ nasosu vasitəsilə əlavə yükləməyə iki saat müddətinə qədər yol verilir. 2 saatdan az müddətlər halında yaxınlıqdakı SİMENS firması nümayəndəliyini məlumatlandırmaq lazımdır.

Əgər yağ nasosunun qoşulması daha qısa zaman aralıklarında həyata keçirilirsə, bu müddətlərə nəzarət etmək lazımdır. 2 saatdan aşağı müddətlər xarici və yol verilməyən daxili nasazlıqların olmasını göstərir.

Aşağıda göstərilən işlər yalnız yüksək ixtisaslı heyyyət tərəfindən yerinə yetirilə bilər.

Xarici qeyri – hermetiklik yüksək təzyiqli hissəyə vizual nəzarət etməklə aşkar olunur və aradan qaldırılır, təzyiq aşağı salınır və qeyd olunan dartma momenti ilə yiv birləşmələri dardılır.

Daxili qeyri – hermetiklik hidrosistemin alçaq və yüksək təzyiqli hissələri arasındakı bütün ayırıcı nöqtələrdə məqsədyönlü axtarış keçirməklə, müəyyən olunur. Bunu məsələn, qulaq asmaqla (səs seli), bu nəticə vermədikdə isə, kipləşdirici hissələri məqsədyönlü sökmək və ayrı-ayrı hissələri yoxlamaqla həyata keçirmək olar.

Mümkün yoxlama yerləri aşağıdakılardır:

a) Qoruyucu klapın (klapanın yəhəri və ya dairəvi aralıq həlqə nasazdır;

b) Təzyiqin aşağı salınma klapanı (konus və ya zədələnmişdir);

c) İntiqalın porşeni (porşen kipləşməsi nasazdır). Yalnız açarın “Açılmışdır” kommutasiya vəziyyətində buna nəzarət etmək mümkündür;

d) Baş klapan (klapanın gövdəsi zədələnib, kipləşmə sahəsində yad cisimlər var).

“CK” (çevirici kontakt) relesi məcburi sinxronluq və yağ nasosunun əlavə vurma müddətində siqnalın söndürülməsi relələrinin qoyulduğu tərəfdə quraşdırılır.

Texniki xidmət üzrə ümumi göstərişlər.

Güc açarlarının istismar təhlükəsizliyinin saxlanması üçün onlara düzgün texniki xidmət göstərilmişdir.

Təhlükəsizlik texnikası üzrə hər bir tədbirin öz məqsədi vardır:

- müəyyən hissələrin aşınma dərəcəsinin təyin edilməsi və onların vəziyyətinin qiymətləndirilməsi;
- yaxşı vəziyyətdə olan hissələrin, həmin vəziyyətin saxlanması üçün təmin edilməsi;
- müəyyən hissələrin yenisi ilə əvəz olunması.

Texniki xidmət və nəzarət işlərinin yerinə yetirilməsi üzrə zəruri tədbirlər həcmələrinə görə fərqlənilir.

Təhlükəsizlik tədbirlərinə riayət edilməməsi işçi heyətin həyatını itirməsinə, ağır zədələnməsinə, qiymətli materiallara və ətraf mühitə əhəmiyyətli dərəcədə ziyan vurulmasına səbəb ola bilər.

İstismar prosesində güc açarlarının müəyyən hissələri təhlükəli gərginlik, qaz və yağın təhlükəli təzyiqi altında olurlar. Xüsusən aşağıdakı göstərişlərə əməl etmək lazımdır.:

Texniki xidmət yalnız yüksək ixtisaslı heyət tərəfindən yerinə yetirilmişdir.

İşlərin aparılmasının başlanmasına qədər:

- tam açılma;
- elektrik qurğusunun təkrar qoşulmadan bloklanması;
- gərginliyin olmamasının yoxlanması;
- yerləbirləşdirmə və qısaqapanma;
- gərginlik altında olan qonşu hissələrin örtülməsi və hasarlanması;

Əgər lazımdırsa, yağın və eleqazın təzyiqinin azaldılması;

Texniki xidmət üçün lazımi qurğuların tətbiq olunması. Yalnız istehsalçının icazə verdiyi ehtiyat hissələrdən istifadə etmək olar.

Əvvəlcədən nəzərdə tutulmuş texniki xidmətə müddətləri verilmişdir.

Aşağıdakı cədvəldə texniki xidmətə müddətləri verilmişdir.

Texniki xidmət	Müddəti		Qeyd
	Göstərilən ildən sonra	Aşınmadan sonra	
Nəzarət	12	$I \leq I_{nom}$ halında 3000 mexaniki dövrədəyişmədən sonra	Güc açarı istismardan çıxarılmalı və açılmalıdır. Qaz kameraları açılmır.
Texniki xidmət	25	$I \leq I_{nom}$ halında 6000 mexaniki dövrədəyişmədən sonra	Qaz kameraları açılmır.
Kontakt sistemində nəzarət		Yol verilən kommutasiyaların sayından asılı olaraq	Güc açarı istismardan çıxarılmalı və açılmalıdır. Qaz kameraları açılmır.

Xarici qurğular üçün nəzərdə tutulan və tez-tez kommutasiya əməliyyatı yerinə yetirilən güc açarları təbiidir ki, az əməliyyat aparılan açarlara nisbətən tez aşınmaya məruz qalırlar. Bu halda böyük sayda dövrədəyişmələr zamanı qısaqapanma cərəyanlarının komutasiyası nəticəsindəki aşınmanı fərqləndirmək lazımdır.

Aşınma həddini elə ölçüdə saxlamaq lazımdır ki, əksər hallarda müəyyən zaman intervallarında müxtəlif texniki qulluqlar yerinə yetirmək mümkün olsun. Yalnız bu halda yol verilən kommutasiya dövrləri sayından asılı olaraq, nəzərdə

tutulandan əvvəl texniki xidmətəmə həyata keçirmək mümkündür.

İşçi heyətin istifadə olunması.

Texniki xidmət işləri yalnız yüksək ixtisaslı işçi heyət tərəfindən və ya onun nəzarəti altında aparıla bilər. Ən əlverişlisi isə "Simens" firmasının istismar heyətini bu işlərə cəlb etməkdir. Belə ki, onların güc açarları ilə böyük iş təcrübələri vardır və onların iştirakı ilə zəruri işlər tez bir zamanda, daha keyfiyyətlə yerinə yetirilir.

Firmasının işçi heyəti güc açarı istehlakçısının heyətinə köməklik göstərə bilər. Texniki istismar işlərində "Simens" firması heyətinin iştirakı altında həm də, zəruri alət və vasitələrin, ölçü cihazlarının və s. gətirilməsi, istifadə olunması nəzərdə tutulur. Bundan başqa, texniki nəzarət və xidmətəmə üçün "texniki xidmətəmə" paketinə dair materiallar da (təmizləmə üçün materialları, hidravlik yağ və s.) çatdırılır.

Texniki xidmət üzrə paketlər.

Texniki xidmət üzrə nəzərdə tutulan işlərin yerinə yetirilməsi üçün zəruri ehtiyat hissələrindən ibarət olan texniki xidmət paketləri də vardır. Texniki xidmət üzrə paketlər "Simens" SC tərəfindən haqqı ödənilməklə gətirilir. Texniki xidmət üzrə olan paketləri əvvəlcədən yığıb ehtiyat saxlamaq məsləhət görülmür. Belə ki, bəzi hissələr, məsələn dairəvi kəsikli kipləşdirici həlqələr tez köhnəlirlər, digər hissələr yeni modelə uyğun gəlməyə bilər.

Texniki xidmətin başlanğıc müddəti.

Qeyd edilən tədbirin yerinə yetirilməsi üçün başlanğıc müddət güc açarına süzgəcin qoyulduğu, açarın vakuumləşdirildiyi və eleqazla doldurulduğu tarix hesab olunur. Bir qayda olaraq, bu müddət açarın hazırlanma ilidir. Güc açarının istismarının başlanma müddətini sənədlərlə qeyd etmək və istismar prosesində yerinə yetirilən zəruri mexaniki

kommutasiya dövrlərinə nəzarət etmək məsləhət görülür. Bu, istismar müddətindən və kommutasiya dövrlərinin sayından asılı olaraq, texniki xidmət tədbirlərinin müəyyənləşdirilməsi üçün lazımdır.

Nasazlıqlar.

Hər hansı nasazlıqlar aşkar olunduqda, “Simens” firmasını texniki heyyyətinə müraciət etmək məsləhət görülür. Bundan əlavə nasazlığın növü və həcmi dəqiq göstərməli, görünən zədələnməsi olan hissənin adını düzgün qeyd etmək lazımdır. Müvafiq hissələrin adlarını qeyd edərkən çalışmaq lazımdır ki, onlar açarın ehtiyat hissələri cədvəlindəki adlara uyğun olsun (adlar sözlə yazılsın, açarın zavod nömrəsi, hissənin nömrəsi şəkilə istinad etmə göstərihsin).

Ümumi göstərişlər.

Əgər istismar vəziyyətinin saxlanması üzrə işlərin yerinə yetirilməsi müddətində bolt birləşmələri zəifləyərsə, onda qoruyucu elementləri yeniləri ilə əvəz etmək lazımdır.

İş prosesində istismar vəziyyəti qənaətbəxş olmayan olmayan aralıq qatlar dəyişdirilməlidir. Çirklənmədən mühafizə istismar zamanı açarın üzərinə toz çökməsi böyük əhəmiyyət kəsbetmir. Əgər təkrar qısa qapanma cərəyanlarının açılmasından sonra açarda toz aşkar olunarsa, onda açarın qapağının götürülməsindən və funksional blokların sökülməsindən sonra tozu kənarlaşdırmaq lazımdır. Belə ki, toz havadakı nəmliyi udaraq sıx qat əmələ gətirir.

Açarı təmizləyərkən əlcək geymək lazımdır!

Kommutasiya tozunu əsgilə silmək və ya tozsorandan istifadə etmək lazımdır. Bu zaman çalışmaq lazımdır ki, toz qalxmasın. Əsgilə və kommutasiya tozlarının utilizasiyası zamanı ətraf mühitin yerli mühafizə qaydalarına əməl etmək lazımdır! Zədələnmələr hermetikliyin pozulmasına səbəb ola bilər.

Texniki xidmətətmə planı.

Nəzərət	Texniki xidmət etmə		Texniki xidmətətmə planı
X	X	1	Ümumi müayinə
X	X	1.1 1.2	Kommutasiyaların sayı(sayğac olduqda) və xüsusi hadisələri yazmaq Eleqazın doldurulmasının yoxlanması
	X	2	Eleqazın çəkilib vurulması
		3.1 3.2	Hər fazanın bir qövssöndürmə kamerasını açmaq və kontakt borusunu çıxarmaq.Kontakt sistemində və üfurmə silindirində vizual nəzarət etmək.Coxdəfəli fasiləli kommutasiyalar zamanı 3.2 bəndinə uyğun hərəkət etmək.
	X	3.4	Bütün kontakt kameralarını açmaq və kontakt borusunu çıxarmaq.Kontakt sistemində vəsilindrəvizual nəzarət keçirmək. Süzgəclərin əvəz olunması.
X	X	4	SF ₆ qazı ilə doldurmaq
X	X	6.1	Hidrosistemin hermetikliyində vizual nəzarət
X	X	6.1.1	Hidravlik akkumulyatorda korroziyadan mühafizəyə nəzarət
X	X	6.1.2.	Açıq ayırıcının möhkəmliyə və zədələnməyə nəzarət
X	X	6.2	Yağın səviyyəsinin və onun xarici görünüşünün yoxlanması:zəruri halda yağ əlavə etmək.
		6.3.1	Hidravlik nəzarət bloku və yağ nasosu arasındakı ştanqı dəyişmək.
		6.3.2	Yağ çəninin və klapınlar blokunun qapaqlarında rezin kipləşdiricilərin dəyişdirilməsi.
	X	6.4	Yağı süzmək:sorucu süzgəci təmizləmək və təzə yağ tökmək.
	X	6.5	Hidrosistemdə hava buraxılışını yerinə yetirmək və nominal təzyiqlə çətdırmaq.
X	X	6.6	Azotun təzyiqlini yoxlamaq
X	X	6.7	Qoruyucu klapın işləmə təzyiqlinin və qapanma təzyiqlinin yoxlanması
X	X	6.8	Hər iki kommutasiya vəziyyətində hidrosistemin daxili hermetikliyinin yoxlanması

X	X	7.1	Açarın yağ təzyiqnin işləmə qiymətinin yoxlanması
		7.2	SF ₆ qazının sıxlığına nəzarət cihazının işləmə qiymətinin yoxlanması
	X	8	Eleqaz və işçi yağ üçün manometrik açarın yoxlanması
X	X	9	Qızdırıcının kondensasiya nəmliyinin yaranmasına təsirinin yoxlanması
X	X	10	Nəzarət funksiyaları: Açma dövrəsi, məcburi sinxronlaşdırma, açarın fasiləsiz olaraq avtomatik açılıb qoşulmalarının qarşısının alınması, bloklanmalar
	X	11	İşə hazır vəziyyətdə olan açarda eleqaz sıxmasının axtarılmasını aparmaq
	X	12	Bütün elektrik klem qəliblərinin yoxlanması
	X	13	Antikorroziya örtüyünün yoxlanması və zəruri hallarda bərpa olunması
	X	14.1	Doldurulmuş SF ₆ qazının rütubətliyinin ölçülməsi
	X	14.2	Doldurulmuş SF ₆ qazında havanın miqdarının ölçülməsi Ümumi hidravlik intiqalı tiplər üçün (EK tipləri)
	X	15	İtələyici ştanqlarda quru gilzləri dəyişdirmək.

Kontakt sisteminin yükü qoşulma cərəyanı hesabına yol verilən yükə çatdıqda 3.1 bəndi üzrə hərəkət etmək və açarın açıq qütbünün süzgəc materialını dəyişdirmək lazımdır. $I = I_{nom}$ cərəyanların 3000 açılmalarından sonra da belə edilir.

Texniki xidmətə planına uyğun yerinə yetirilən işlər.

Quraşdırma, texniki xidmət və təmir kimi xarici qurğular üçün güc açarında aparılan işlər yalnız yüksək ixtisaslı mütəxəssislər tərəfindən və ya “Simens” SM-nin yüksək ixtisaslı mütəxəssisinin nəzarəti altında olmalıdır. Xüsusən aşağıdakılara əməl edilməlidir:

- Güc açarında istənilən işi yerinə yetirməzdən əvvəl açar açılmalı, təkrar qoşulmalardan bloklanmalı və torpaqlanmalıdır;
 - Texniki xidmət üzrə müvafiq qurğular tətbiq etməklə yağın və eleqazın təzyiqi azalmalıdır;
 - Yalnız istehsalçının icazə verdiyi ehtiyat hissələrdən istifadə olunmalıdır;
 - Texniki xidmət müddətləri, təmir və müəyyən hissələrin əvəz olunması üzrə göstərişlərə ciddi şəkildə əməl edilməlidir;
 - Komutasiya tozu ilə nəfəs almaq (toz üçün maskadan istifadə etmək), gözə (hermetik qaz mühafizə eynəkləri taxmaq) və dəriyə düşməsinə (xüsusi iş paltarını geymək) yol vermək olmaz;
 - Dəriyə toz düşdükdə, həmin sahəni su ilə yaxşıca təmizləmək və yumaq lazımdır;
 - Komutasiya tozunu havaya qaldırmaq olmaz, tozu tozsoranla yığmaq (<0.5% buraxma əmsalı süzgəc kağızı ilə), zəruri olduqda quru əsgilə silmək lazımdır;
 - Süzgəc, əsgilə və digər materiallardan elə istifadə etmək lazımdır ki, yığılmış toz yenidən ətrafa səpələnməsin. Süzgəc paketlərini açmaq olmaz və 24 saat müddətində 3% -li soda ilə neytrallaşdırmaq və sonra zibil kimi ultizasiya etmək lazımdır;
 - İş fasilələri zamanı, işlər qurtardıqdan sonra sabun və böyük miqdarda su ilə boyunu, əlləri diqqətlə yumaq lazımdır.
- Aşağıda texniki xidmətə planının ayrı-ayrı müddəaları şərh edilir.

Yüksək gərginlikli eleqaz güc açarlarının ultizasiyası.

Açarın istehsalı prosesində aşağıdakı materiallardan istifadə olunur: polad, mis, alüminium, politetraftopetilen (PTFE), tökmə qətran hopdurulmuş parça, yağlama materialları.

Ultizasiyadan əvvəl intiqalın amortizatorlarında istifadə olunan sintetik maye (Anderol BDH 15) buraxılmalıdır. Bu zaman ultizasiya anında mövcud hüquqi norma və qanunverici aktları əldə rəhbər tutmaq lazımdır.

İzolyasiya və qövssöndürücü vasitə kimi istifadə olunan eleqaz ultizasiyasından əvvəl adi avadanlıqların köməyi ilə boşaldılmalıdır və təmizləndikdən sonra istifadə olunmalıdır. Komutasiya əməliyyatları nəticəsində açıq qaz kameralarında parçalanma məhsulları qala bilər. Qaz şəkilli maddələr orada qoyulmuş süzəcərlə udulur. Ona görə də eleqaz tərkibli kommutasiya aparatlarının utilizasiyaları zamanı, xüsusilə süzğəclərə və parçalanma məhsullarına rəğmən təhlükəsizlik tədbirlərini göstərmək lazımdır.

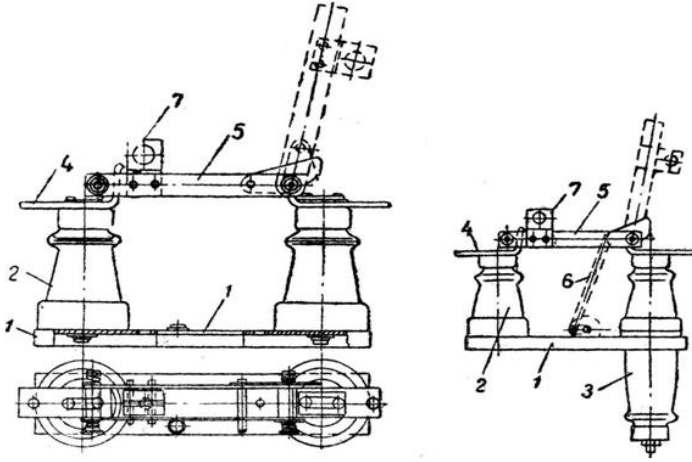
Daxili quruluş ayırıcıların konstruksiyaları.

Müasir ayırıcılarda içeridən bərkidilən dayaq izolyatorları geniş surətdə tətbiq edilir, bununla da elektrik boşalması məsafəsinin saxlanması izolyatorun hündürlüyünün azaldılmasına imkan yaradır. Buna görə bu ayırıcılar kiçik qabaritli adlanır.

PBO, PB və PBΦ tipli ayırıcılar içeridən bərkidilən izolyatorlarla təchiz olunmuşdur. Yeni konstruksiyalı bütün daxili quruluş ayırıcılarının bıçaqları lazım olan sıxıcı qüvvə almaq və xətti kontakt yaratmaq üçün, iki paralel zolaqdan ikiqatlı hazırlanır (600 a-ə qədər). Böyük cərəyanlarda bıçaq 4, 6 və ya 8 zolaqdan ibarət olur. Yaylarla birləşmiş paralel bıçaqlar iti qabırğaları olan hərəkətsiz kontaktı hər iki tərəfdən əhatə edir. Kontakt isə misdən 90° əyilmiş bənd şəklində hazırlanır.

Nominal cərəyanı 3000 A və daha yuxarı olan ayırıcılarda təxminən kvadratın təpələri üzrə fəzada yerləşdirilmiş bıçaqlar tətbiq olunur. Bu zolaqların soyudulması şəraitini yaxşılaşdırır və onların arasında

cərəyanın müntəzəm paylanmasına səbəb olur. Daxili quruluş üçün ayırıcılar yarıq növlü hazırlanır.



Şəkil 8.30. Birqütblü dayaq izolyatorlarında və bir dayaq, bir də keçid izolyator-yerləşən ayırıcı: 1-çərçivə; 2-dayaq izolyatoru; 3-keçid izolyatoru; 4-hərəkətsiz kontaktlar; 5- bıçaq; 6-yırıcıları açıb-bağlamaq üçün mexanizm; 7-kommutasiya ştanqı vasitəsilə bıçağı açıb-bağlamaq üçün qulaqcıq.

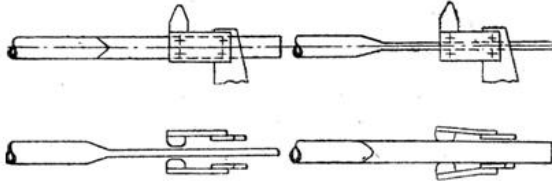
Birqütblü dayaq izolyatorlarında və bir dayaq, bir də keçid izolyatoru üzərində yerləşən ayırıcı şəkildə göstərilmişdir.

Köhnə konstruksiyalı birqütblü ayırıcılarda öz-özünə açılma qorxusunu aradan qaldırmaq üçün ayırıcıyı bağlı vəziyyətdə qıfıllayan xüsusi dilçəklər (qıfıl olur).

Xarici quruluş ayırıcılarının konstruksiyaları

Xarici quruluş ayırıcılarının konstruksiyası çətin məsələ olan buz bağlama ilə mübarizənin həllini tələb edir. Əgər ayırıcı buzla örtülmüş və qapanmış haldadırsa, onda onu açmaq üçün onun bıçağı ilə tərpənməz kontaktlarını tutan buzu mütləq sındırmaq lazımdır.

Bu məqsədlə həm yarıq, həm də dönən növlü ayırıcılarda buz bağlamış ayırıcıların işləməsi üçün tələb olunan qüvvəni ötürü keçən olduqca böyük qüvvə tətbiq etmək lazım gəlir. Belə olduqda intiqalın gücünü xülyli artırmaq tələb olunur və ayırıcının özünün mexaniki möhkəmliyini artırmaq zəruri olur.



Buz bağlama ilə mübarizə aparmaq üçün ayırıcılarda xüsusi konstruktiv quruluşlar qoyulur. Ən yaxşı konstruksiya PJH-35 tipli ayırıcıda quraşdırılmışdır və buna əsasən daha yüksək gərginlikli (110 və 220 kV) ayırıcılar hazırlanmışdır. Bu konstruksiyaların təsirini aydınlaşdıraraq. Bu şəkillərdə a-bıçaq düşmüş, ancaq hələ dönməmişdir; b-bıçaq dönmüş və kontakt yaradılmışdır. Ayırıcının bıçağı, ucları yastılanmış və içərisinə geydirilmiş borudan ibarətdir. İdarə mexanizmi bıçağı aşağı salır və bıçağın yastı ucu buzu qıraraq hərəkətsiz kontaktın barmaqları arasında böyük hava məsafəsinə daxil olur. Bundan sonra çox düzgün işləyən kinematik sxemə malik idarə mexanizmi bıçağı boru oxu ətrafında döndərir və bıçağın yastı ucu horizontal vəziyyət alır. Bıçaq dönərək hərəkətsiz kontaktın barmağının yerini dəyişdirməklə kontakta lazım olan təzyiq əmələ gətirir.

Açılma zamanı bıçaq əvvəlcə boru oxu ətrafında dönrək buzu asanlıqla sındırır, sonra isə yuxarı qalxır.

Yuxarıda göstərdiyimiz kimi, əsasən yarıq dönən və yırtılan növü konstruksiyalardan ibarətdir. Olduqca yüksək gərginliklər üçün “diyirlənən” adlı ayırıcı növü təklif

olunmuşdu, ancaq o çox böyük olduğuna görə geniş yayılmamışdır.

Ayırıcıların intiqalları.

Ayırıcıları idarə etmək üçün aşağıdakı intiqallardan istifadə olunur:

- 1) Dəstəkli əl intiqalı;
- 2) Sonsuz vintli əl intiqalı;
- 3) Elektrik mühərrikləri intiqalı;
- 4) Pnevmatik intiqal.

Nominal cərəyanı 300 A-ə qədər olan ayırıcılarda ən çox yayılmış intiqal növü dəstəkli əl intiqalıdır.

PIP-2 intiqalı 1000 A-lik, PIP-3 və PPM intiqalları 2000 A-lik, PIPB-22P intiqalı 3000 A-lyə qədər olan ayırıcılarda istifadə olunur.

Aşağıdakı şəkildə PIPB-22P tipli intiqal göstərilmişdir. Onun bir-birinə sancaq vasitəsilə dartılan qabıq yastığı (1) və dal yastığı (2) divarın bir-birinə əks tərəflərində yerləşdirilir.

3 oxuna, 5 qolu vasitəsilə valda (7) oturan sektor (6) ilə oynaqlı əlaqələnen dəstək (4) geyindirilir. Ayırıcının valına bərkidilən və qolla əlaqələnen dartı sektora (6) ilişir. O_1, O_2 və O_3 oxlarının yerləşməsini ölü nöqtədən keçmə təyin edilir və ayırıcının öz-özünə açılmasını aradan qaldırılmasına imkan yaradır.

Qabaq yastığın (1) yanağında (8) qoyulmuşdur. Bərkidilən polad barmağı və yayından ibarət olan 8 qeydedici quraşdırılır. Gövdədə qeydedicinin barmağı üçün bir dəlik, dəstəkdə isə iki dəlik vardır. Dəstəkdəki dəliklərdən biri ayırıcının bağlı vəziyyətində 1-gövdəsindəki dəliklə üst-üstə düşür, digəri isə açıq vəziyyətdə üst-üstə düşür.

Əgər gövdədəki və dəstəkdəki dəliklər üst-üstə düşürsə, onda qeydedicinin barmağı dəstəyin dəliyinə keçərək onu bağlayır. Dəstəyi digər vəziyyətə keçirmək üçün çıxmış başlığı

IX FƏSİL

ÖLÇÜ TRANSFORMATORLARI

Ölçü transformatorlarının vəzifələri

Elektrik ölçü cihazlarını avtomatik və rele mühafizəsinin aparatlarını bir qayda olaraq yüksək gərginlikli dəyişən cərəyan dövrələrinə bilavasitə qoşmaq olmaz. Beləki, bu qoşmada izolyasiya və quruluş mürəkkəbləşir, həm cihazlar, həm də onları istismar edən işçilər üçün təhlükə yaranır.

Bundan başqa, dəyişən cərəyan qurğularında cihazların və rele dolaqlarının böyük cərəyanlara bilavasitə qoşulması həmin cihazları cərəyanın böyük qiymətlərinə uyğun qurmağı və onlarda böyük en kəsilişli şinlər tətbiq etməyi tələb edir.

Odur ki, 400 kV gərginliyə qədər olan yüksək, eləcə də alçaq gərginlik quruluşlarında elektrik kəmiyyətlərini (cərəyanı, gərginliyi, gücü, enerjini, tezliyi və s.) ölçmək məqsədilə həmin quruluşlarda rele mühafizəsinin, avtomatikanın və siqnalizasiyanın tətbiqi üçün ölçü transformatorlarından (cərəyan və gərginlik) istifadə edilir. Bu transformatorların birinci tərəfləri yüksək gərginlik dövrəsinə, ikinci tərəfləri isə ölçü cihazlarına (ampermetrə, voltmetrə və s.) relelərə, avtomatika və siqnalizasiya aparatlarına qoşulur.

Beləliklə, ölçü transformatorları müasir elektrik quruluşlarının ayrılmaz bir hissəsini təşkil edir. Qurğunun yaxud sistemin gücü və gərginliyi çox olduqca ölçü transformatorlarının rolu da artır; belə ki, yalnız sənaye müəssisələrinin, yaşayış evlərinin, xəstəxanaların və s. Elektrik enerjisi ilə arası kəsilmədən təmin edilməsi deyil, hətta elektrik stansiya və yarımstansiyalarındakı qiymətli avadanlıqların generator, güc transformator və digər maşın və aparatların da sazlığı bu transformatorların düzgün işləməsindən asılıdır.

Ölçü transformatorları iki qrupa ayrılır:

1. Cərəyan ölçü transformatoru.
2. Gərginlik ölçü transformatoru.

Ölçü transformatorlarının iki vəzifəsi vardır. Bir tərəfdən onlar, ikinci tərəf dolaqlarına bağlanan yüksək gərginlik dövrəsindən etibarlı izolə etmək və ayırmaq yolu ilə xidmətedici işçiləri təhlükəsizliyini təmin etməlidir. Digər tərəfdən onlar, birinci tərəf dövrəsində cərəyan və gərginliyi ölçü cihazlarının və relelərin əlverişli işləmələrini təmin edən qiymətədek (cərəyan üçün 5 və 1, gərginlik üçün 100, $100/\sqrt{3}$ V) alçaltmalıdır.

Ayındır ki, ölçü nəticələrinin dəqiqliyini təmin etmək üçün cərəyan və gərginliklərin çevrilməsində transformatorların yaratdığı xəta mümkün qədər az olmalıdır.

Mütəlif hallarda ölçü transformatorlarının istismarı cəhətdən irəli sürülən tələblərin müxtəlifliyinə və iqtisadi mülahizələrə görə ölçü transformatorları bir neçə dəqiqlik sinfinə malik hazırlanır.

Kiçik 100-200 A cərəyanlı transformatorların dəqiqliyini artırmaq məqsədilə kompensasiyalı transformatorlar hazırlanır. Bu növ transformatorun birinci konstruksiyası MEİ-də S.S. Onun tərəfindən verilmişdir.

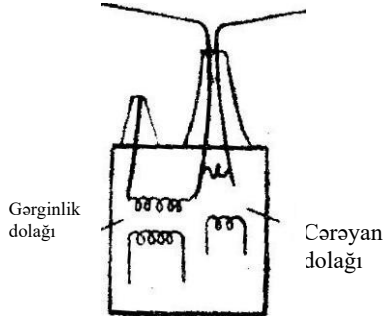
Hazırda elektrik sənayemizin buraxdığı cərəyan və gərginlik transformatorları öz xarakteristikalarına görə xarici markaları ötüb keçmiş və işdə daha etibarlı olduqlarını göstərmişdir.

Ölçü transformatorlarının qiymətini və çəkirlərini azaltmaq məqsədilə, bəzən cərəyan və gərginlik transformatorları ümumi bir örtük içərisində yerləşdirilir. Verilən şəkildə belə bir ölçü transformatorunun prinsipial quruluşu göstərilmişdir.

Burada cərəyan transformatorlarının birinci tərəf başlanğıcı və bir oymaqda yerləşdirilmiş, bir-birindən izolə

edilmişdir. Belə kombinə edilmiş transformatorlar adi transformatorlardan xeyli ucuz başa gəlir və etibarlıdır.

Hazırda birfazlı kombinə edilmiş ölçü transformatorları 20-220 kV gərginlikli xarici quruluşlar üçün tətbiq edilir.



Şəkil 9.1 Cərəyan transformatorunun sxemi.

Cərəyan transformatorlarının iş prinsipi

2-ci şəkildə cərəyanın transformasiya prosesində bilavasitə iştirak edən əsas elementlərin elektrik və maqnit əlaqələri haqqında əyani təsəvvür yaradan prinsipial sxem göstərilmişdir. Həmin elementlərin sırasına birinci tərəf dolağı (1), maqnit keçiricisi (nüvə-2) və ikinci tərəf dolağı (3) daxildir.

Cərəyan transformatorunun hər iki dolağını (1-ci və 2-ci) eyni bir maqnit keçirici birləşdirir, bununla da onların arasında maqnit əlaqəsi yaranmış olur. Dolaqlar arasında maqnit əlaqəsi yoxdur. Cərəyan transformatorunun məhz bu xüsusiyyəti cihazları və xidmətçi işçiləri birinci tərəf dolağına verilən yüksək gərginlikdən izolə etməyə imkan verir.

Həmin sxemdən görünür ki, transformatorun birinci dolağı cərəyanı ölçülün xəttin fazasına birləşdirilmişdir. Beləliklə, cərəyan transformatorundan həmişə xəttin tam

cərəyanı axır. Transformatorun ikinci dolağına isə ölçü cihazları və ya relelər qoşulur.

Deşilmə zamanı birinci tərəf dolağından yüksək gərginlik ikinci tərəfə keçdikdə, xidmətçi işçilərin təhlükəsizliyini təmin etmək məqsədilə cərəyan transformatorunun ikinci dolağının uclarından biri torpaqlanır.

Cihazları cərəyan transformatorunun ikinci dolağına birləşdirən məftillərin en kəsilişi adətən $2,5 \div 10 \text{ mm}^2$ götürülür. Bu ölçü cihazlarını və releləri ölçü aparılan dövrdən xeyli uzaqda quraşdırmağa imkan verir.

Yuxarıda göstəriləyi kimi, cərəyan transformatorunun ikinci tərəf cərəyanı 5A olur. Bu qiymət beynəlmiləl standartdır, ancaq axır zamanlar ikinci tərəf nominal cərəyanı 1 A olan cərəyan transformatorları meydana çıxmışdır.

Bu cərəyan transformatorlarından, əsasetibarilə idarəedici məntəqə yarımstansiyasının açıq hissəsindən xeyli uzaq olduğu hallarda istifadə edilir. Bu halda ikinci tərəf cərəyanı transformatorlarından istifadə etdikdə birləşdirici məftillərdə güc itkisi xeyli böyük olur, Məs.; birləşdirici məftilin uzunluğu 300 m və en kəsilişi 4 mm^2 olduqda, onun müqaviməti

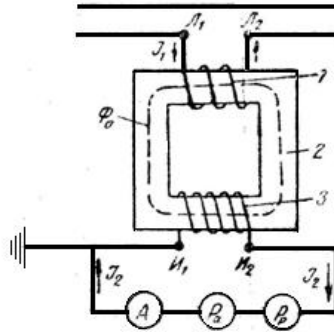
$$R = \frac{300}{4 \cdot 50} = 1,52$$

Güç itkisi isə $p = I \cdot R = 5^2 \cdot 1,5 = 37,5 \text{ Vt}$ olar. İkinci tərəf cərəyanı 1A olan transformator şəraitində isə itki $p = 1^2 \cdot 1,5 = 1,5 \text{ Vt}$ yəni 25 dəfə az olar.

Bundan əlavə 1A-li cərəyan transformatorları şəraitində birləşdirici məftillərin en kəsilişini azaltmaq mümkündür.

Göstərilən cərəyan transformatorlarından başqa mühafizə sxemlərində işlədilən və ikinci tərəf cərəyanı 10 A olan cərəyan transformatorları da hazırlanır. Standart cərəyan transformatorlarının birinci tərəf dolaqları uyğun olaraq 5-15000A nominal cərəyanlar şkalasına görə hazırlanır. Cərəyan transformatorunun birinci tərəf dolağının başlanğıc, L_1 və L_2 ,

ikinci tərəf dolağının başlanğıc və uyğun olaraq I_1 və I_2 hərfləri ilə işarə edilir, belə ki, birinci tərəfdə cərəyanın istiqaməti L_1 -dən L_2 -yə doğru olduqda, ikinci tərəfə qoşulmuş xarici dövrədə də cərəyan I_1 -dən I_2 -yə doğru olmalıdır.



Şəkil 9.2. Cərəyan transformatorunun dövrəyə qoşulma sxemi.

Cərəyn transformatorunun iş prinsipi aşağıdakılardan ibarətdir. İkinci dolağın cərəyanından yaradılan maqnit seli birinci dolaq cərəyanının yaratdığı maqnit selinin istiqamətinə qarşı yönələrək, ona əks təsir edir. Bu iki selin həndəsi toplanması nəticəsində kiçik, əsas etibarilə polad nüvədə qapanan və həm birinci, həm də ikinci dolağı əhatə edən Φ_0 maqnit seli yaranır.

Maqnit seli dəyişmə prosesində dolağın sarğılarını kəsərək birinci dolaqda əks elektrik hərəkət qüvvəsi E_1 , ikinci dolaqda isə elektrik hərəkət qüvvəsi E_2 əmələ gətirir.

Bu e.h.q. təsiri altında qapalı ikinci dolaq dövrəsində I_2 cərəyanı yaranır. Beləliklə Φ_0 maqnit seli verici bənd olur. Bunun vasitəsilə cərəyanın transformasiyası prosesində enerji birinci dolaqdan ikinci dolağa verilir. Belə halda nüvədəki maqnit induksiyası 800-1000 Qs-dan çox olmur.

Cərəyan transformatorunun əsasparametrləri arasındakı nisbətləri aşkara çıxarmaq üçün idel transformatorun, yəni cərəyanın transformasiyası prosesində dolağın misində və

nüvəsinin materialında heç bir enerji itkisi yaratmayan transformatorun işinə baxaq.

İdeal cərəyan transformatoru olduqda məlum bərabərlik üzrə

$$I_1 W_1 = I_2 W_2 \quad \text{və ya} \quad A W_1 = A W_2$$

burada $A W_1$ - birinci tərəf amper sarğıları adlanan $I_1 W_1$ hasilinin şərti işarəsi;

$A W_2$ - ikinci tərəf amper sarğıları adlanan $I_2 W_2$ hasilinin şərti işarəsidir.

Bu bərabərliklərdən görünür ki, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{W_2}{W_1}$ yəni cərəyan

transformatorundakı cərəyanların nisbəti onun dolağındakı sarğıların sayı nisbətilə tərs proporsionaldır.

$\frac{I_1}{I_2}$ və ya $\frac{W_2}{W_1}$ nisbəti cərəyan transformatorunun

transformasiya koeffisienti adını dağdır. $\frac{W_2}{W_1}$ nisbəti verilmiş

transformator üçün sabit kəmiyyət olduğundan, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{W_2}{W_1}$

ifadəsi cərəyan transformatorunun birinci və ikinci tərəf cərəyanları arasında mütənasib asılılıq olduğunu göstərir. Bu asılılıq cərəyan transformatorunun xüsusiyyətini təşkil edir.

$I_1 W_1 = I_2 W_2$ bərabərliyindən $I_1 = I_2 \frac{W_2}{W_1}$ nisbəti

alınır. Bu ifadə belə izah olunur: cihaz vasitəsilə ölçülən birinci tərəf cərəyanı ikinci tərəf cərəyanı (I_2) ilə cərəyan transformatorunun transformasiya koeffisienti hasilinə bərabərdir.

Həqiqətdə isə birinci və ikinci tərəf cərəyanları, beləliklə də uyğun amper sarğıları zamana görə bir-birinə nisbətən 180 elektrik dərəcəsi qədər sürüşmüş olur. Bunun nəticəsində isə birinci və ikinci tərəf amper sarğıları arasındakı əlaqə hesabi deyil, həndəsi bərabərliklə ifadə edilir.

Birinci və ikinci tərəf ampersarğıları arasındakı əlaməti xarakterizə edən həndəsi bərabərlik ampersarğılar tənliyi adlanır və aşağıdakı kimi yazılır:

$$\overline{AW}_1 = -\overline{AW}_2.$$

Cərəyanın transformasiya prosesini müşayət edən bu enerji itkiləri $I_1 W_1 = I_2 W_2$ və $\overline{AW}_1 = -\overline{AW}_2$ ampersarğı bərabərliklərini pozur. Real cərəyan transformatoru olduqda birinci tərəf ampersarğıları, ideal cərəyan transformatorunda olduğu kimi, yalnız tələb olunan ikinci tərəf ampersarğılarının yaranmasına təmin etmək deyil, eləcə də nüvənin maqnitlənməsini və digər enerji itkilərini ödəyən əlavə ampersarğılar yaranmasını təmin etməlidir.

Buna görə də real cərəyan transformatoru üçün aşağıdakı ampersarğılar tənliyi doğrudur:

$$\overline{AW}_1 = -\overline{AW}_2 + \overline{AW}_0 \text{ və ya } \bar{I}_1 = -\bar{I}_2 \frac{W_2}{W_1} + \bar{I}_0 = -\bar{I}_2^1 + \bar{I}_0$$

burada \overline{AW}_0 - nüvənin maqnitlənməsi, onun qızması və histerezisə sərf olunan tam maqnitlənmə ampersarğıları və ya uyğun olaraq, I_0 tam maqnitləndirmə cərəyanı adlanır.

Cərəyan transformatorunun layihəsi zamanı enerji itkilərini azaltmaq üçün görülən tədbirlər ifadələrdəki \overline{AW}_0 (və ya I_0) ampersarğılarının kəskin azalması ilə nəticələnir, bununla da ideal cərəyan transformatoru üçün çıxarılmış $\frac{I_1}{I_2} = \frac{W_2}{W_1}$ və

$I_1 = I_2 \frac{W_2}{W_1}$ nisbətləri real cərəyan transformatorları üçün də öz qiymətini saxlayır. Buna baxmayaraq cərəyanın

transformasiyası zamanı müşahidə olunan enerji itkiləri transformatorun işinə təsir edir. Xüsusilə bu itkilər cərəyan transformatorlarında onun işinin dəqiqliyini azaldan xətanın yaranmasına səbəb olur.

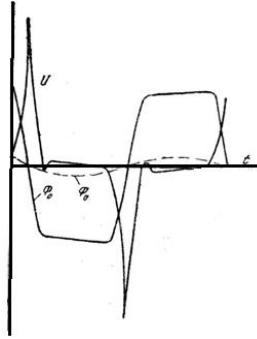
Cərəyan transformatorları həmişə ikinci tərəf dolağının qapalı halında işləməlidir. Əgər iş zamanı bu və ya digər səbəbə görə ikinci tərəf dövrəsini açmaq, məsələn, ikinci tərəf dolağını qapayan cihazı açmaq lazım gələrsə, onda bu dolağı əvvəlcədən qısa bağlamaq lazımdır.

Bu şərt yerinə yetirilməzsə, yəni ikinci tərəf dolağı cərəyan altında açılsa və ya ikinci tərəf dolağının açıq vəziyyətində cərəyan transformatorunun birinci tərəf dolağı işə qoşularsa, aşağıda göstərilən səbəblərə görə ağır nəticələr yarana bilər:

1. Cərəyan transformatorunun birinci tərəf dolağından nominal cərəyan axdıqda, ikinci tərəf dolağının açıq uclarında çox hallarda xidmətçi işçilər və dolağın izolyasiyası üçün qorxulu olan yüksək gərginlik yaranır.

İkinci tərəf dolağının açıq uclarında yüksək gərginlik maqnitizləşmə təsiri göstərən AW_2 ampersarğıların yox olmasının nəticəsində yaranır. Bu isə Φ_0 maqnit selinin kəskin artmasına səbəb olur (uyğun olaraq nüvədə induksiya kəskin artır və normal rejimdə olan 800-4000 Qs müqabilində 14000-18000 Qs çatır). Bunun nəticəsində selin hər bir artmasında nüvə doyar və selin dəyişmə əyrisi sinusoidal formadan trapesial formaya keçər.

Şəkil 9.3-də normal iş rejimində Φ_0 maqnit selinin, habelə ikinci tərəf dolağı açıq olduqda Φ_0 maqnit selinin və U gərginliyinin dəyişməsi göstərilmişdir. Bu şəkildən görüldüyü kimi, ikinci tərəf dolağının açılması nəticəsində yaranan Φ_0 maqnit seli, ikinci zaman ərzində nominal qiyməti bir çox dəfə ötürüb keçən qiymətə dək artır, bundan sonra demək olar ki, bir yarım period ərzində praktiki olaraq, dəyişməz qalır və nəhayət, həmin zaman ərzində də tez azalır.



Şəkil 9.3. Cərəyan transformatorunun yüksüz iş rejiminin xarakteristikası.

İkinci tərəf dolağının e.h.q.-si (E_2) selin dəyişmə sürətinə mütənasib olduğundan, selin tez artması və azalması nəticəsində ikinci dolaqda e.h.q.-si induksiyanır. İkinci dolağın açıq uclarında gərginlik zirvəsinin qiyməti bəzi cərəyan transformatorlarında onlarca kilovata çatır.

2. Maqnit seli (induksiya) artaraq nüvəni çox qızdırır ki, bunun da nəticəsində cərəyan transformatoru zədələnmə bilər.

3. Maqnit selinin həddindən artıq artması nəticəsində nüvədə qalıcı maqnitizm yaranıb, cərəyan transformatorunun xətasını artırır. Bu transformatorun əvvəlki vəziyyətini bərpa etmək üçün onun nüvəsini tamamilə maqnitsizləşdirmək lazımdır.

Nüvə aşağıdakı qaydada maqnitsizləşdirilir. Transformatorun ikinci tərəf dolağı, ikinci tərəf yükünün 15-20 qat qiymətinə bərabər aktiv müqavimətə bağlanır. Transformatorun birinci dolağına sıfırdan $1,2 I_{1 \text{ nom}}$ -dək səlis artan dəyişən cərəyan verilir, sonra isə sıfıradək səlis azaldılır. Bu tsikl, iki-üç dəfə təkrar edilir.

Cərəyan transformatorunu güc transformatorundan fərqləndirən əsas xüsusiyyət, cərəyan transformatorlarının qısaqapanma rejiminə yaxın rejimdə işləməsidir. Beləki,

onların ikinci tərəf dolaqlarının, eləcə də qoşulmuş cihaz və relelərin müqavimətləri olduqca kiçikdir.

Cərəyan transformatorunun birinci dolağındakı cərəyanın qiyməti onun qoşulduğu dövrənin yükündən asılıdır.

Vəzifələrinə görə cərəyan transformatorları iki qrupa ayrılır: ölçü Cərəyan transformatorları və rele mühafizəsi üçün-mühafizə Cərəyan transformatorları.

Elektrik stansiya və yarımstansiyalarının istismar şəraitinə görə bu transformatorlara olan tələblər də müxtəlifdir. Məsələn, ölçü cihazlarını qoşmaq üçün istifadə edilən Cərəyan transformatorlarının ikinci tərəf dolağı şəbəkədə qısaqapanma zamanı yaranan böyük cərəyanların təsirindən qorunmalıdır. Bunun üçün birinci tərəf cərəyanının kifayət qədər artması zamanı ikinci tərəf cərəyanı birinci tərəf cərəyanına nisbətən yavaş dəyişilməli və müəyyən qiymətə çatandan sonra birinci tərəf cərəyanının sonrakı artmasında praktiki olaraq dəyişməz qalmalıdır.

Mümkün olan ən böyük ikinci tərəf cərəyanının ikinci tərəfin nominal cərəyanına olan nisbəti, ikinci tərəf cərəyanının ən böyük dəfəliyi adlanır. Dıgər müvafiq şəraitdə dəfəlik az olduqca nominal cərəyan zamanı nüvədəki induksiya da böyük olur. Buna görə bu tələbi ödəyən ölçü cərəyan transformatorlarının nüvələri kiçik en kəsilişinə malik olmalıdır. Bu isə böyük cərəyanlarda onun doymasına səbəb olur. Yəni q.q. zamanı 1-ci və 2-ci cərəyanlar arasındakı mütənasiblik pozulur.

Mühafizə cərəyan transformatorlarının iş şəraiti ölçü cərəyan transformatorlarından çox fərqlənir, mühafizə transformatorlarının çoxusu üçün faydalı iş, xətdə həddən artıq yüksəlmə və q.q. cərəyanı ilə xarakterizə olunan qəza vəziyyəti yarandığı andan başlayır.

Beləliklə, bəzi mühafizə transformatorlarına olan əsas tələb birinci tərəf cərəyanının mümkün olan böyük

hədlərdə dəyişməsi şəraitində, 1-ci və 2-ci cərəyanlar arasında mütənəsibliyin saxlanması hesab olunur.

Elektrik stansiya və yarımstansiyalarının çoxusunda eyni zamanda rele mühafizəsi cihazları və ölçü cihazları haqqında müxtəlif tələblər irəli sürüldüyünə görə bu cihazların 2-ci dövrlərini ayırmaq lazım gəlir. Çoxlu miqdarda cərəyan transformatorları işlətməmək və bununla da paylayıcı quruluşu bahalaşdırmamaq üçün ümumi birinci tərəf dolağı və iki, ya üç asılı olmayan ikinci tərəf dolağı olan iki və hətta üç nüvəli transformatorlar tətbiq edilir.

Gərginlik transformatorları

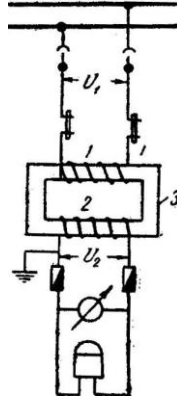
Gərginlik transformatorlarının iş prinsipi və xətası

Öz konstruksiyalarına və iş şəraitinə görə gərginlik transformatorları güc transformatorlarına daha yaxındırlar. Gərginlik transformatorları güc transformatorlarından əsas etibarilə yüksüz işləmə şəraitinə yaxın bir şəraitdə işləmələri ilə fərqlənirlər. Onların nominal gücləri istiliklə təmin edilən sərhəd qiymətindən xeyli azdır. Belə ki, dəqiqlik 0,5 olduqda standart gərginlik transformatorlarının nominal gücü sərhəd gücündən 8 dəfə, dəqiqlik sinfi 1 olduqda 5 dəfə, dəqiqlik sinfi 3 olduqda isə 2 dəfə az olur.

Verilmiş şəkil 9.4-də gərginliyin transformasiya prosesində bilavasitə iştirak edən əsas elementlər də elektrik və maqnit əlaqələrinin xarakteri haqqında əyani təsəvvür yaradan gərginlik transformatorunun prinsipial sxemi göstərilmişdir.

Bu elementlər sırasına: birinci dolaq (1), nüvə (3) və ikincisi dolaq (2) daxildir. Prinsipial sxemdən, gərginlik transformatorunun hər iki dolağının (1-ci və 2-ci) eyni nüvəni əhatə etdiyi görünür. Bununla da onlar maqnit əlaqəli olur. Gərginlik transformatorunun bu xüsusiyyəti cihazları və xidmətdə iştirakçı işçiləri 1-ci dolağa verilən gərginlikdən izolə etməyə imkan yaradır.

Birinci tərəf dolağı (1) 35 kB-a qədər yüksək gərginlikli elektrik dövrəsinə ayırıcı və qoruyucular (PIRT tipli) vasitəsilə bağlanır. Əgər verilmiş qurğu üçün qoruyucunun açma gücü kifayət etməzsə, onda qoruyucu ilə ardıcıl olaraq cərəyan məhdudlaşdırıcı aktiv müqavimət qoşurlar. 110 kV və daha yüksək gərginlik transformatorları dayanıqlı olduqları üçün şəbəkəyə qoruyucusuz qoşulurlar. Bu halda gərginlik transformatorunda zədələnmələrin baş verməsi, qoşulduğu şəbəkənin açılması ilə nəticələnir.



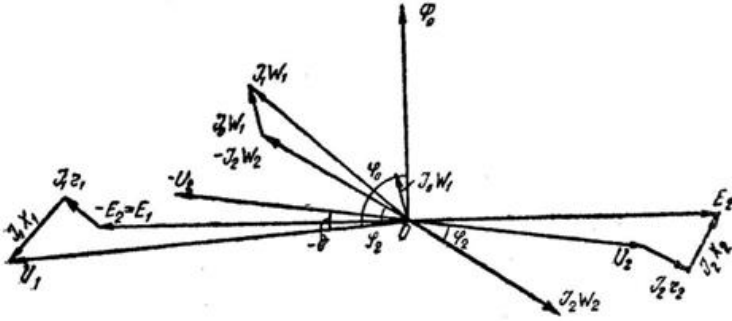
Şəkil 9.4. Gərginlik transformatorunun dövrəyə qoşulma sxemi.

İkinci tərəf dolağına (2) voltmetr, vatmetrin gərginlik dolağı, sarğsclar, rele və başqa cihazlar bağlanır. İkinci tərəf dövrəsində və ya cihazlarda qısaqapanmadan qorunmaq məqsədilə gərginlik transformatorunun alçaq tərəfinə qoruyucu bağlanır.

Ölçü cihazları və relələrdə işlədikdə təhlükəsizliyi təmin etmək məqsədilə, gərginlik transformatorunun ikinci tərəf dolağı torpaqlanır. Bu halda yüksək və alçaq tərəf dolaqları arasında izolyasiya deşilərsə, yüksək gərginlik bilavasitə yerə keçmiş olur.

Gərginlik transformatorunun ikinci tərəf dolağının nominal gərginliyi 100 V-a bərabərdir. Birinci tərəf nominal gərginlik şkalası 400 kV-a qədər olan bütün standart yüksək gərginlikləri əhatə edir. Bəzi hallarda, məsələn sıfır rele mühafizəsində, gərginlik transformatoru üç dolaqlı hazırlanır, üçüncü dolağın gərginliyi 100; $100/\sqrt{3}$ və ya 100/3 V-a bərabər olur. Bir sıra hallarda siqnal lampalarını bəsləmək, kiçik yarım stansiyaların işıqlandırılması və ya avtomatika tel idarə qurğularında kiçik elektrik mühərriklərini bəsləmək üçün gərginlik transformatorlarından istifadə etmək olar.

Gərginlik transformatorunun işini təhlil etmək üçün aşağıda göstərilmiş vektor diaqramına baxaq. Burada gərginlik transformatorunun parametrlərinin eyni sarğılar sayına köçürüldüyü fərz edilir.



Bu diaqramdan görünür ki,

$$\bar{E}_1 = -\bar{E}_2 = -(\bar{U}_2 + \bar{I}_2 r_2 + \bar{I}_2 x_2)$$

Sonra

$$\bar{U}_1 = \bar{E}_1 + \bar{I}_1 r_1 + \bar{I}_1 x_1 = -\bar{U}_2 - \bar{I}_2 r_2 - \bar{I}_2 x_2 + \bar{I}_1 r_1 + \bar{I}_1 x_1.$$

I_1 cərəyanı I_0 və I_2 cərəyanlarının həndəsi cəmidir. Odur

ki,

$$\Delta U = \frac{k_H U_2 - U_1}{U_1} = \frac{k_H}{k} - 1$$

k-nın qiyməti vahiddən az fərqlənir. Buna görə yazıla bilər:

$$k = 1 + \Delta$$

burada $\Delta \ll 1$. Onda

$$\Delta U = \frac{k_H}{k} - 1 = \frac{k_H}{1 + \Delta} - 1 \approx k_H (1 - \Delta) - 1 = k_H - 1 - k_H \Delta.$$

Gərginlik transformatorunda bucaq xətasının cərəyan transformatorunda bucaq xətasına nisbətən yüksüz işləmə cərəyanından az asılı olması bu ifadədən görünür. Gərginlik xətası kimi, bucaq xətası da müəyyən şəraitdə sıfıra bərabər ola bilər.

Yüksüz iş cərəyanının gərginlik transformatorunun xətasına az təsir etməsi halı gərginlik transformatorunda daha yüksək induksiya istifadə etməyə imkan verir. Əgər cərəyan transformatorunda normal cərəyanda induksiya 1000 Hc-dən çox olursa, gərginlik transformatorunda o adətən 10000 Hs-a yaxın götürülür. Xətanı azaltmaq üçün bu müqavimətləri azaltmaq lazımdır. Buna görə gərginlik transformatorunun dolaqlarındakı cərəyanın sıxlığı çox kiçik (təqribən 0,1 A/mm² qəbul edilir.

Eyni bir gərginlik transformatoru onun nominal ikinci tərəf yükünü uyğun olaraq dəyişməklə müxtəlif dəqiqlik siniflərində tətbiq edilə bilər. Ondan birinci dəqiqlik sinfində istifadə etdikdə nominal gücü 80 VA-dək, 0,5 dəqiqlik sinfində isə 50 VA olur. Gərginlik transformatorunun mis itkisi onun nominal gücünün kiçik hissəsini təşkil edir. Əksinə polad itkiləri kifayət qədər çoxdur. 35 kV-a qədər gərginliklərdə onlar maksimal gücün 5,1-8,7 % hədlərində olur. 110 kV gərginliklərdə onlar 27,5 %, 220 kV gərginliklərdə isə hətta 55 %-ə çatır.

110 kV və 220 kV-luq gərginlik transformatorunun poladındakı itkilərin belə çox faiz təşkil etməsi onların

konstruksiyaları (kaskad) gərginlik transformatoru ilə əlaqədardır.

Gərginlik transformatorlarının konstruksiyaları

Normal ölçülü gərginlik transformatorunun konstruksiyası güc transformatorunun konstruksiyasına oxşardır. Buna görə onları quru və yağlı hazırlayırlar.

110 kV və yuxarı gərginliklərdə işləyən adi yağlı gərginlik transformatorları çox nəhəng və baha başa gəlir. Buna görə bu gərginliklərdə gərginlik transformatorları kaskad növlü hazırlanır.

Dolaqların sayına görə gərginlik transformatorları:

- a) bir ədəd ikinci tərəf dolağı olan ikidolaqlı;
- b) iki ədəd ikinci tərəf, yəni əsas və əlavə dolağı olan üçdolaqlı hazırlanır.

Çubuqların sayına görə üçfazlı gərginlik transformatorları:

- a) üççubuqlu və b) beş və dörçubuqlu hazırlanır.

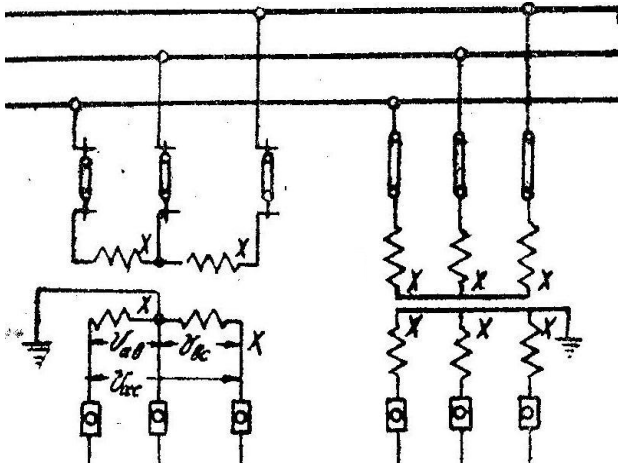
Quru gərginlik transformatorları. Quru gərginlik transformatorları yalnız nisbətən alçaq gərginlikdə (3-6 kV) hazırlanır. Quru gərginlik transformatorlarının yalnız quru qapalı paylayıcı quruluşlarda tətbiq edirlər. Onların əsasüstün cəhətləri – kiçik çəkiyə malik olması, yangın və partlayış qorxusunun olmamasıdır.

Yağlı gərginlik transformatorları. 3-35kV gərginlikdə normal konstruksiyalı gərginlik transformatorlarından HOM tipli birfazlı (yağlı gərginlik transformatoru), HTMK və HTMИ tipli üçfazlı üççubuqlu (K kompensasiyalı), büşçubuqlu üçfazlı gərginlik transformatorları vardır.

Daha yüksək gərginlikdə və böyüdülmüş əsas ölçülərdə gərginlik transformatorunun bakındakı həcmi böyüyür, onun izolyasiya xassəsinə olan tələb daha da artır. Bununla əlaqədar

olaraq gərginlik transformatorları yağ genişləndiriciləri ilə təchiz edilir. HOM-35 tipli gərginlik transformatorunun yüksək gərginlik dolaqlarının impuls möhkəmliyini artırmaq üçün halqalı ekranlardan istifadə edilir.

Üçfazlı üçcubuqlu gərginlik transformatorunun üç dənə birfazlı gərginlik transformatoru komplektindən üstün cəhətləri əsas ölçülərinin və çəkisinin az olmasındadır. Ancaq çox vaxt üçfazlı şəbəkələrdə gərginliyi ölçmək və vatmetrləri, hesablayıcıları və relləri qoşmaq üçün açıq üçbucaq sxemi üzrə birləşdirilmiş iki fazlı gərginlik transformatorundan istifadə edilir.



Şəkil 9.5. Gərginlik transformatorunun dövrəyi qoşulma sxemi.

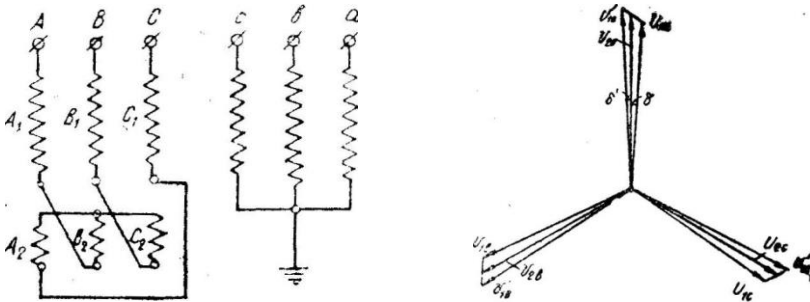
Praktiki olaraq belə sistem üçfazlı gərginlik transformatoruna bərabərdir, ancaq o faza gərginliklərini ölçməyə imkan vermir. Üçcubuqlu gərginlik transformatorundan istifadə etdikdə onun bütün fazalarında yükün bərabər paylanmasına fikir vermək lazımdır, əks halda onun xətası artır. Üçfazlı yağlı gərginlik transformatoru 110 kV-dan yuxarı gərginliklərə hazırlanmış,

bunlar neytralı torpaqlanmış və ya kompensasiya edilmiş şəbəkələrdə tətbiq edilir (şəkil 9.5).

Neytralı torpaqlanmamış və ya kompensasiya edilmiş şəbəkələrdə şəbəkənin izolyasiyasını kontrol etmək üçün gərginlik transformatorundan istifadə etmək məsləhət görülür. Həqiqətən də, əgər belə gərginlik transformatorunun birinci tərəf dolağının neytralı torpaqlansa, onda şəbəkənin hər hansı bir fazasının yerə birləşməsi zamanı ondan sıfır ardıcılıqlı cərəyan axar.

HTMK tipli üçfazlı üççubuqlu gərginlik transformatorlarında bucaq xətasını azaltmağa imkan verən xüsusi sxem tətbiq edilir.

Bu sxem aşağıda göstərilmişdir (şəkil 9.6). Hər bir fazanın birinci dolağı iki hissəyə ayrılmışdır: A_1 və A_2 ; B_1 və B_2 ; C_1 və C_2 indeksi olan hissələrin sarğılar sayı azdır. Sxemin işini aşağıdakı vektor diaqramı izah edir (şəkil 9.6). Diaqramdan görünür ki, dolağın əlavə hissəsi birinci və ikinci tərəf gərginlikləri arasında sürüşmə bucağı δ -ni çox az dəyişdirir. İkinci tərəf induktiv yükü zamanı δ bucağı müsbətdir. Əlavə sarğıları seçməklə bucağı sıfıra qədər azaltmaq olar.



Şəkil 9.6. Gərginlik ölçü transformatorunun bucaq xətasını azaltmaq sxemi.

Kaskad gərginlik transformatorları. 110 kV gərginlik üçün yuxarıda göstərilən yağlı gərginlik transformatorları adətən nəhəng və baha başa gəlirlər. Kaskad transformatorlarının əsas üstünlükləri adi yağlı gərginlik transformatorlarına nisbətən onların izolyasiyalarının xeyli yüksəldilməsidir. Belə ki, dolaqlar polad bak əvəzində çini örtük altında yerləşdirilmişdir. 110 kV və daha yüksək gərginlik transformatorunun izolyasiyası onların nisbətən bahalı hissəsini təşkil edir.

X FƏSİL

QISAQAPANMA CƏRƏYANININ HESABLANMASI

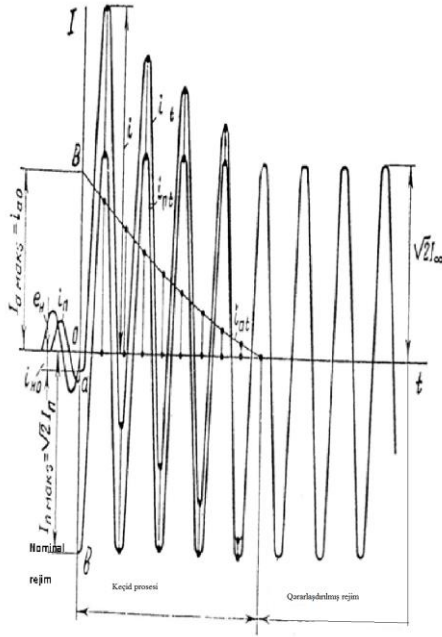
Ümumi məlumat

Elektrik təchizat sisteminin normal iş rejiminin əsas səbəbi izolyasiyanın zədələnməsi, yaxud persionalının səhvi nəticəsində şəbəkədə və ya elektrik avadanlıqlarında baş vermiş qısaqapanmalardır. Qısaqapanma cərəyanları axarkən elektrik avadanlıqlarının sıradan çıxması nəticəsində dəyən zərəri qiymətləndirmək həmçinin elektrik təchizatı sisteminin normal iş rejimini bərpa etmək üçün qısaqapanma cərəyanlarını düzgün təyin etmək və bu qiymətlərə əsasən elektrik avadanlıqlarının mühafizə aparatlarını və qısaqapanma cərəyanlarını məhdudlaşdıran vəzifələri seçmək lazımdır.

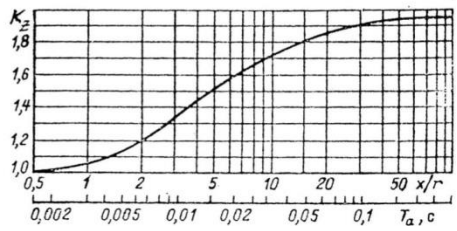
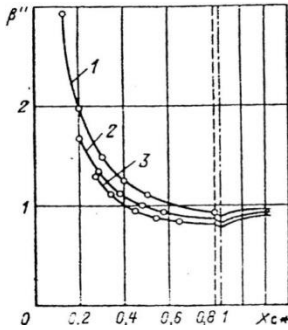
Qısaqapanmanın baş verməsi zamanı elektrik təchizat sisteminin fazalarında yaxud elektrik qurğularındakı cərəyanların qiymətləri normal rejimdəki müvafiq qiymətlərindən bir neçə dəfə çox olar. Bu da öz növbəsində sistemdəki gərginliyin düşməsinə səbəb olur: Qısaqapanma nöqtəsi yaxınlığında bu azalma xüsusilə böyük olur.

Üçfazlı şəbəkələrdə qısaqapanmaların aşağıdakı növlərini fərqləndirirlər: üçfazlı, ikifazlı, birfazlı və ikifazlı yerlə qapanmalar.

Üçfazlı qısaqapanmalar simmetrik adlanır, çünki bu halda bütün fazalar eyni şəraitdə olur. Digər növ qısaqapanmaların hamısı qeyri simmetrik adlanır, belə ki, onların hər birində fazalar müxtəlif olur, cərəyan və gərginliklərin qiymətləri bu və ya digər dərəcədə fərqlənirlər.



Şəkil 10.1. Qısaqapanma zamanı cərəyanın dəyişmə əyriləri



Şəkil 10.2. β'' -nin hesabı 1.
turbogenerator üçün; 2.
Sakitləşdirici dolaqları olan
hidrogeneratorlar üçün; 3.
Sakitləşdirici dolaqları olmayan
hidrogeneratorlar
üçün $\beta'' = I'' / I_\infty$.

Şəkil 10.3. Zərbə
cərəyanının əmsalının (K_3)
zaman sabitindən asılılığı
 $T_a = X / r$

Aqrar sənayedə müəssisələrinin elektrik təchizat sistemləri üçün sonsuz güclü mənbədən bəslənmə halı daha səciyyəvidir. Bu halda belə hesab etmək olar ki, qısaqapanma nöqtəsində qısaqapanma cərəyanının periodik mürəkkəbəsinin amplitudu zamana görə dəyişmir və nəticədə bütün qısaqapanma prosesi ərzində onun təsiredici (effektiv) qiyməti də dəyişməz qalır, yəni $I_{po} = I_{pt} = I_{\infty}$.

Əgər müəssisədə məxsusi bəsləyici mənbə olarsa, yaxud bəslənmə müəssisənin yaxınlığındakı mənbələrdən həyata keçirilərsə, onda $I_{po} \neq I_{pt} \neq I_{\infty}$ və

Qısaqapanma cərəyanının periodik mürəkkəbəsinin zaman anındakı qiyməti hesabat əyrilərindən tapılmalıdır.

1 kV-dan yuxarı gərginlikli şəbəkələrdə qısaqapanma cərəyanının hesabını fərqləndirən xüsusiyyətlər aşağıdakılardan ibarətdir. Əgər $r < 0,3X_i$ şərti ödənilərsə, onda elektrik təchizatı sistemi elementlərinin aktiv müqavimətləri qısaqapanma cərəyanının hesabında nəzərə alınmır, burada: r_k ; X_k elektrik təchizat sistemi elementlərinin qısaqapanma nöqtəsindəki cəm aktiv və reaktiv müqavimətləridir:

- qısaqapanma cərəyanları təyin olunan zaman yüksək gərginlikli mühərriklərin göndərdikləri cərəyanlar da nəzərə alınır.

Qısaqapanma cərəyanının hesabını aparmaq üçün elektrik təchizat sisteminin hesabat sxemi və onun əsasında əvəz sxemi tərtib edilir. Hesabat sxemi sadə bixətli sxem olub, üzərində elektrik təchizat sisteminin qısaqapanma cərəyanına təsir göstərən bütün elementləri və onların parametrləri göstərilir.

Elə buradaca qısaqapanma cərəyanının təyin olunması tələb olunan nöqtələr göstərilir. Əvəz sxemi isə hesabat sxeminə uyğun elektrik sxemi olub, bütün maqnit əlaqələri elektriki əlaqə ilə əvəz edilmiş və elektrik təchizat sxeminin

bütün elementləri müqavimətlərlə ifadə edilmişdir. Qısaqapanma cərəyanının hesabı adlı yaxud nisbi vahidlərdə yerinə yetirilə bilər. Əgər hesabat adı vahidlərdə yerinə yetirilirsə, onda qısaqapanma cərəyanını təyin etmək üçün bütün elektrik kəmiyyətlərini qısaqapanma yerinə uyğun pillənin gərginliyinə gətirmək lazımdır. Gətirmə düsturları aşağıdakı kimidir:

$$E_{\xi} = E(K_{T1}; K_{T2}; K_{T3} \dots K_{Tn})$$

$$U_{\xi} = U(K_{T1}; K_{T2}; K_{T3} \dots K_{Tn})$$

$$I_{\xi} = I(1/K_{T1}; K_{T2}; K_{T3} \dots K_{Tn})$$

$$Z_{\xi} = Z(K_{T1}; K_{T2}; K_{T3} \dots K_{Tn})$$

$$X_{\xi} = X(K_{T1}; K_{T2}; K_{T3} \dots K_{Tn})$$

$$r_{\xi} = r(K_{T1}; K_{T2}; K_{T3} \dots K_{Tn})$$

Burada E, U, I, Z, X, L – uyğun olaraq qısaqapanma nöqtəsinin yerləşdiyi gərginlik pilləsinə gətirilərək e.h.q., gərginlik, cərəyan, tam induktiv və aktiv müqavimətlərdir. $K_{T1}; K_{T2}; K_{T3} \dots K_{Tn}$ mənəbdən qısaqapanma nöqtəsinə doğru istiqamətdə ardıcıl qoşulmuş transformatorların transformasiya əmsallarıdır. Qısaqapanma cərəyanlarının praktik hesabatlarında adətən nominal gərginliklər əvəzinə onların orta qiymətlərindən istifadə olunur. Əgər hesabat nisbi vahidlərdə yerinə yetirilsə, onda bütün kəmiyyətlər bazis qiymətlərlə müqayisə olunur. Bazis kəmiyyətləri ilaraq bazis güc S_b və bazis gərginlik U_b qəbul edilir. Bazis gücü olaraq BAY-in transformatorlarından birinin gücü, yaxud şərti güc vahidi, məsələn 100 yaxud 1000 mV.A. götürülür. Bazis gərginliyi ilaraq qısaqapanma nöqtəsinin yerləşdiyi pillənin orta gərginlikləri qəbul edilir ($U=6,3; 10,5; 21; 37; 115; 230$ kV). Elektrik təchizat sisteminin elementlərinin müqavimətləri bazis şəraitinə gətirilir. Müxtəlif elementlərin

müqavimətlərinin bazis şəraitinə gətirilmə düsturları cədvəldə verilmişdir.

İşlədisi sonsuz güclü sistemdən qidalandırılan zaman qısaqapanma cərəyanının hesabına baxaq. Adətən bəsləyici sistemin gücü və müqaviməti məlum olmur. Mu halda ilkin verilənlər kimi aşağıdakı şərtlərdən biri qəbul edilir:

- hesab olunur ki, sistemin gücü qeyri məhduddu. ($S = \infty$) qısaqapanma nöqtəsi bəsləyici mənbədən xeyli uzaqdadır və sistemin tələbatçılarının birləşdirilmə nöqtəsinədək olan müqaviməti sıfıra bərabərdir ($X_s = 0$);

- əgər tələbediciləri bəsləyən yarımstansiyanın şinlərində qısaqapanma cərəyanının qərarlaşmış və ifrat keçid qiymətləri məlumdursa, onda sistemin qısaqapanma nöqtəsinədək müqaviməti bu cərəyanlara görə təyin edilir;

- əgər tələbediciləri bəsləyən yarımstansiyada qoyulmuş açarların tipləri məlumdursa, onda yarımstansiyanın şinlərində ifrat keçid cərəyanının qiymətini açarın açma cərəyanına bərabər qəbul edir və bu cərəyana görə sistemin müqaviməti təyin edilir.

Sistemin müqaviməti X_{S*} nisbi vahidlərdə I_∞ və I'' cərəyanları məlum olduqda verilmiş hesabat əyrilərinə görə $\beta'' = \frac{I''}{I_\infty}$ parametrlərindən asılı olaraq təyin edilir.

Əgər tələbedicini bəsləyən yarımstansiyada qoyulmuş açarların texniki göstəriciləri məlumdursa, onda qeyri-məhdud güclü mənbə ilə yarımstansiya arasındakı müqavimət açarın nominal açma cərəyanını $I_{nom.aç}$ görə yaxud da açarın gücünə

$S_{a.q.}$ görə təyin edilir:

$$X_{S*} = I_b / I_{nom.aç};$$

$$X_{S*} = S_b / S_{nom.aç}.$$

burada $I_b = S_b / \sqrt{3}U_b$ - bazis cərəyanıdır.

Bazis qiymətləri ilə elektrik təchizatı sisteminin elementlərinin müqavimətlərinin təyini üçün düsturlar

Elektrik təchizatı sistemlərinin enerjiləri	Giriş parametrləri	Nisbi qiymətlərlə elementlərin müqavimətləri
1	2	3
Generator	$X_{d.nom}'' S_{nom.g}, MVA$	$X_* = X_{d.nom}'' \frac{S_b}{S_{nom.g}}$
	$X''d\% S_{nom.g}, MVA$	$X_* = \frac{X''d}{100} \frac{S_b}{S_{nom.g}}$
Elektrik sistemləri	S_k, MVA	$X_* = S_b / S_n$
	$I_{n.aç}$	$X_* = S_b / \sqrt{3} I_{nom.aç} U_b$
	$X_{*S.nom.}; S_{nom.S}, MVA$	$X_* = X_{*S.nom.} S_b / S_{nom.S}$
İkidolaqlı transformatorlar	$U_K \%; S_{nom.tr.}, MVA$	$X_* = \frac{U_k}{100} \frac{S_b}{S_{nom.tr.}}$
	$U_k = y \cdot t \%$	$X_{y*} = \frac{1}{200} (U_{k.y.o} + U_{k.y.a} - U_{k.a.a.}) \frac{S_b}{S_{nom.tr.}}$

Avtotransformator və üçdolaqlı transformatorlar	$U_k = y \cdot a \quad \%$	$\left[X_{o*} = \frac{1}{200} (U_{k.y.o} + U_{k.o.a} - U_{k.y.a}) \frac{S_b}{S_{nom.tr.}} \right]$
	$U_k = 0 \cdot a \quad \% \quad S_{nom.tr}$	$X_{o*} = \frac{1}{200} (U_{k.y.o} + U_{k.o.a} - U_{k.y.o}) \frac{S_b}{S_{nom.tr.}}$
Aşağı gərginlikli paylayıcı dolaqlı transformator	$U_{k(y.a.)} \quad \%$	$X_{y*} = \left(\frac{U_{k.y.a.}}{100} - 0,5 \frac{U_{k.a.i.; a_2}}{100} \right) \frac{S_b}{S_{nom}}$
	$S_{nom.tr}; MVA$	$X_{1*} = X_{2*} = \frac{2U_{k.y.a.}}{100} \cdot \frac{S_b}{S_{nom.tr.}}$
Reaktor	$X_2 \%; U_{nom.2}; I_{nom.2}$	$X_* = \frac{X_2 \%}{100} \cdot \frac{I_b U_{nom.2}}{I_{nom.2} U_b}$
Elektrik ötürücüləri	$X_0; Om / km \cdot \ell_{km}$	$X_* = X_0 \cdot \ell \frac{S_b}{U_b^2}$
Sinxron və asinxron elektrik mühərrikləri, kompensatorlar	$X_d''; S_{nom.d}; MVA$	$X_d'' = X_d'' \frac{S_b}{S_{nom.d}}$

Qısaqapanma cərəyanlarını hesablamaq üçün hesabat sxemində bu cərəyanların maksimal qiymətlərə malik xarakterik qısaqapanma nöqtələri qeyd edilir. Bir qayda olaraq belə nöqtələr üçün BAY, PQ, PM yaxud bəsləyici xətlərin başlanğıcı götürülür. Qısaqapanma nöqtələri yüksək pillədən başlayaraq onların nömrələnmə ardıcılığı üzrə baxılır. Hesabat sxemi əsasında əvəz sxemi tərtib edilir ki, bu da müqavimətləri ardıcıl və paralel toplamaq, müqavimətlərin ulduz birləşməsindən üçbucağa və ya əksinə keçməklə sadə şəkllə gətirilir. Baxılan nöqtədə qısaqapanma cərəyanı aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$I_{q.q.}^{(3)} = I_S / \sum X; \quad I_{qq}^{(3)} = \frac{I_b}{\sum X_*}$$

burada: I_b – qısaqapanma cərəyanının baxıldığı pillədəki bazis cərəyanı;

$\sum X_*$ - bəsləyici mənbədən qısaqapanma nöqtəsinədək cəm gətirilmiş induktiv müqavimətdir. (Əgər aktiv müqavimət nəzərə alınarsa, onda düsturda $\sum X_*$ əvəzinə $\sum Z_*$ bəsləyici mənbədən qısaqapanma nöqtəsinədək cəm gətirilmiş tam müqavimət yazılmalıdır).

Elektrik avadanlıqlarının elektrodinamiki davamlılıq şərtinə görə yoxlanması və seçilməsi üçün qısaqapanma cərəyanının mümkün ən böyük ani qiymətini bilmək lazım gəlir ki, bu da zərbə cərəyanı adlanır və aşağıdakı düsturla təyin olunur:

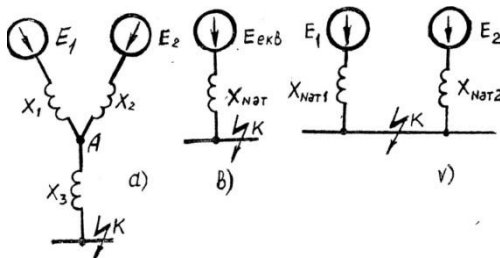
$$i_z = \sqrt{2} I_{p.o.} K_2$$

burada $I_{p.o.}$ -başlanğıc anda qısaqapanma cərəyanının periodik mürəkkəbəsinin qiyməti (əgər sonsuz güclü sistemə baxılırsa, onda $I_{po} = I_{or}$);

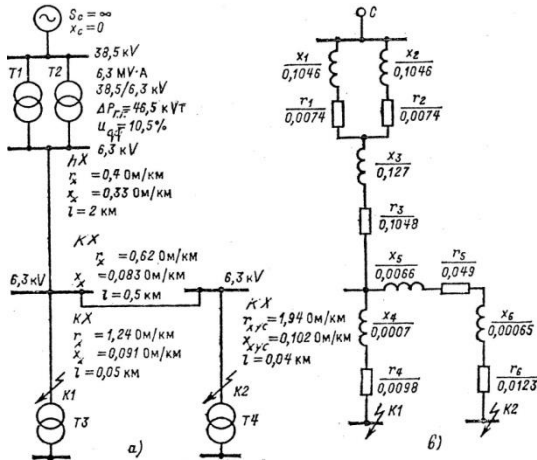
K_z – zərbə əmsalı olub qısaqapanma cərəyanının aperiodik mürəkkəbəsinin zaman sabitindən T_a asılıdır;

$T_a = X_k / 314r_k; X_k; r_k$ - qısaqapanma dövrəsinin uyğun olaraq induktiv və aktiv müqavimətləridir. Generatorun uzaq nöqtələrdə baş verən qısaqapanma cərəyanlarının hesabı zamanı zərbə əmsalını $K_z = f(T_a)$ asılılığından təyin edirlər. Zərbə əmsalının qiymətləri cədvəl şəklində də verilir.

Əgər tələbedicini bəsləyici mənbəyinə sonsuz güclü sistemdən əlavə generatorlarda daxil olarsa, bu böyük xəttə səbəb olar. Başlanğıc zaman anında qısaqapanma cərəyanı ilə $t=0$ anında generatorların göndərdikləri qısaqapanma cərəyanının mürəkkəbəsinin cəmi şəklində tapılır.



Şəkil 10.4. Əlaqəli dövrələrin əvəz sxemlərinin çevrilməsi



Şəkil 10.5. Elektrik sisteminin əvəz sxemi.

Qısaqapanma nöqtəsinə nəzərən çevrilmiş əvəz sxemi ümumi halda istənilən sayda budaqlara malik ola bilər ki, bunların da miqdarı bəsləyici mənbələrin sayı ilə təyin olunur. İki və daha artıq bəsləyici mənbənin (yaxud generasiyaedici budaqların – qısaqapanma rejimində yüksək gərginlikli mühərriklərin) olması halında onların ekvivalent mənbə ilə əvəz edilməsi o zaman mümkündür ki, bu mənbələr qısaqapanma yerinə nəzərən təqribən eyni şəraitdə olmuş olsun. Eyniadlı bəsləyici mənbələrin birləşdirilməsinə aşağıdakı şərt ödəndikdə icazə verilir:

$$\frac{S_1 \cdot X_{1*}}{S_2 \cdot X_{2*}} = 0,4 \pm 2,5\%$$

burada S_1, S_2 - 1-ci və 2-ci bəsləyici mənbənin gücü;

X_{1*}, X_{2*} - bəsləyici mənbələrdən qısaqapanma nöqtəsinədək olan bazis gücünə gətirilmiş müvafiq müqavimətlərdir.

Əgər mənbələrin e.h.q.-ləri bərabər deyilsə, onda əvəz sxeminin iki budağı üçün ekvivalent e.h.q. aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$E_{ekv*} = \frac{E_{1*} Y_{1*} + E_{2*} Y_{2*}}{Y_{1*} + Y_{2*}}$$

burada $Y_{1*} = \frac{1}{X_{1*}}; Y_{2*} = \frac{1}{X_{2*}}; E_{1*} = E_{2*}$ olduqda

aydındır ki, $E = E_{1*} = E_{2*}$.

Hər bir bəsləyici mənbənin göndərdiyi cərəyanı təyin etmək paylanma əmsalından istifadə edilir. (şəkil 10.5 a) İlkin sxem ardıcıl olaraq şüa şəklinə (şəkil 10.5 b) gətirilir. Baxılan qısaqapanma nöqtəsində cərəyanın periodik mürəkkəbəsinin qiymətini vahid qəbul edir və paylanma əmsalı K_{pay} tapılır ki, bu da hər bir bəsləyici mənbənin qısaqapanma cərəyanındakı payını müəyyən edir. Baxılan iki budaqlı hal üçün

$K_{pay.1} + K_{pay.2} = 1$. Bəsləyici mənbənin ümumi A nöqtəsinə nəzərən ekvivalent müqavimətini K_{ekv} . Nəzərə alaraq paylanma əmsallarını aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$K_{pay.1} = I_{p.1*} = X_{ekv*} / X_{1*}$$

$$K_{pay.2} = I_{p.2*} = X_{ekv*} / X_{2*}$$

burada $X_{ekv*} = X_{1*} \cdot X_{2*} / X_{1*} + X_{2*}$

Sxemin çevrilməsindən sonra bəsləyici mənbədən qısaqapanma nöqtəsinədək olan nəticəvi müqavimət:

$$X_{ne*} = X_{ekv.m} + X_{3m}$$

Budaqlarda cərəyanların paylanması sxeminin çevrilməsindən əvvəl və sonra dəyişməz qalmalıdır, odur ki, aşağıdakı bərabərliklər doğrudur:

$$X_{ne1*} = X_{net1*} LK_{pay.1}$$

$$X_{ne2*} = X_{net2*} LK_{pay.2}$$

Baxılan qısaqapanma nöqtəsində cərəyanın periodik mürəkkəbəsi aşağıdakı düsturdan tapılır:

$$I_b = E'' I_b / X_{net.*}$$

burada E'' - nisbi vahidlərdə mənbənin e.h.q.-si;

$X_{net.*}$ - qısaqapanma dövrəsinin bazis şəraitinə gətirilmiş nəticəvi müqaviməti;

I_b – qısaqapanma pilləsindəki bazis cərəyanıdır.

Nəhayət əvəz sxeminin budaqlarındakı cərəyanlar təyin olunur:

$$I_{pay.1} = I_p K_{p.1}$$

$$I_{pay.2} = I_p K_{p.2}$$

Misal 1. Sxemin (şək.10.6. a) K 1 və K2 nöqtələrində üçfazlı qısaqapanma cərəyanını təyin etməli. Tələbatçıların bəslənməsi sonsuz güclü sistemdən həyata keçirilir. Hesabat

üçün lazım olan parametrlər şəkildə göstərilmişdir. Hesabatı nisbi vahidlərdə yerinə yetirməli.

Həlli:

1. Bazis qiymətləri olaraq transformatorun nominal gücünü $S_b = S_{nom.tr.} = 6,3 \text{ MVA}$ və qısaqapanma nöqtəsinin yerləşdiyi pillənin orta gərginliyini $U_b = U_{or} = 6,3 \text{ kV}$ qəbul edirik. Bazis cərəyanını təyin edirik:

$$I_b = \frac{S_b}{\sqrt{3}U_b} = \frac{6,3}{1,73 \cdot 6,3} = 0,578 \text{ kA}$$

2. Əvəz sxemini tərtib edib və onun elementlərini onların sonsuz güclü sistemdən qısaqapanma nöqtələrinə doğru yerləşmə ardıcılığı üzrə nömrələyirik.

3. Əvəz sxemi elementlərinin müqavimətlərini bazis vahidlərində hesablayırıq:

T1 və T2 transformatorları:

$$r_{1*} = r_{2*} = \frac{\Delta P_{q.q.}}{S_{nom.t}} \cdot \frac{S_b}{S_{nom.tr.}} = \frac{46,5 \cdot 10^{-3}}{6,3} \cdot \frac{6,3}{6,3} = 0,0074$$

$$X_{1*} = X_{2*} = \sqrt{\left(\frac{U_k}{100}\right)^2 - r_{1*}^2} \cdot \frac{S_b}{S_{nom.tr.}} = \sqrt{\left(\frac{10,5}{100}\right)^2 - (0,0074)^2} \cdot \frac{6,3}{6,3} = 0,10$$

Hava xətti:

$$X_{3*} = X_{xüs} L \frac{S_b}{U_b^2} = 0,4 \cdot 2 \cdot \frac{6,3}{6,3^2} = 0,127$$

$$r_{3*} = r_{xüs} L \frac{S_b}{U_b^2} = 0,33 \cdot \frac{6,3}{6,3^2} = 0,1048$$

Kabel xətləri:

$$X_{4*} = X_{xüs} L \frac{S_b}{U_b^2} = 0,91 \cdot 0,05 \cdot \frac{6,3}{6,3^2} = 0,0007$$

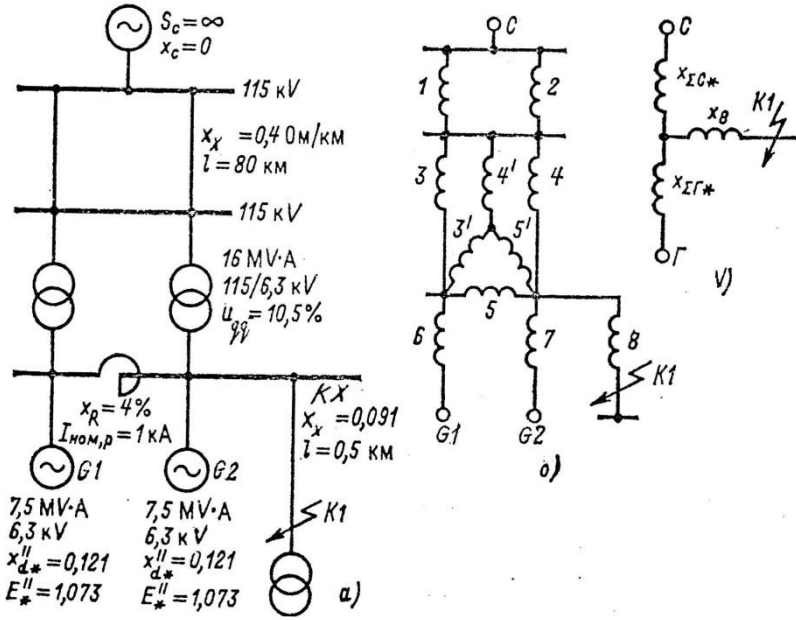
$$X_{3*} = X_{xüs} L \frac{S_b}{U_b^2} = 0,083 \cdot 0,5 \cdot \frac{6,3}{6,3^2} = 0,0066$$

$$r_{4*} = r_{xüs} L \frac{S_b}{U_b^2} = 0,083 \cdot 0,05 \cdot \frac{6,3}{6,3^2} = 0,0098$$

$$r_{5*} = r_{xüs} L \frac{S_b}{U_b^2} = 0,62 \cdot 0,5 \cdot \frac{6,3}{6,3^2} = 0,049$$

$$X_{6*} = X_{xüs} L \frac{S_b}{U_b^2} = 0,102 \cdot 0,04 \cdot \frac{6,3}{6,3^2} = 0,00065$$

$$r_{6*} = r_{xüs} L \frac{S_b}{U_b^2} = 1,94 \cdot 0,04 \cdot \frac{6,3}{6,3^2} = 0,0123$$



Şəkil 10.6. İlk (a), əvəz (b) və çevrilmiş əvəz (v) sxemləri.
 K1 nöqtəsinə qədər cəm müqavimət:

$$X_{x1*} = X_{1*} // X_{2*} + X_{3*} + X_{4*} = 0,0523 + 0,127 + 0,0007 = 0,18$$

$$r_{r1*} = r_{1*} // r_{2*} + r_{3*} + r_{4*} = 0,0037 + 0,1048 + 0,0098 = 0,1183$$

K2 nöqtəsinə qədər cəm müqavimət:

$$X_{x2*} = X_{1*} // X_{2*} + X_{3*} + X_{5*} + X_{6*} = 0,0523 + 0,127 + 0,0066 + 0,00065 = 0,187$$

$$r_{r2*} = r_{1*} // r_{2*} + r_{3*} + r_{5*} + r_{6*} = 0,0037 + 0,1048 + 0,049 + 0,0123 = 0,17$$

$r_{\Sigma} < X_{\Sigma} / 3$ şərti ödənmir, odur ki, hər iki halda hesabatlarda aktiv müqavimətlər nəzərə alınmalıdır.

4. Baxılan nöqtələrdə qısaqapanma cərəyanlarını hesablayırıq:

$$I_{K1} = \frac{I_b}{Z_{\Sigma 1*}} = \frac{0,578}{\sqrt{0,18^2 + 0,1183^2}} = 2,69 \text{ kA}$$

$$I_{K2} = \frac{I_b}{Z_{\Sigma 2*}} = \frac{0,578}{\sqrt{0,187^2 + 0,17^2}} = 2,28 \text{ kA}$$

5. K1 və K2 nöqtələrində zərbə cərəyanını hesablayırıq. Bunun üçün əvvəlcə zaman sabiti T_a -nı təyin edirik və bu qiymətə görə əyriyədən K_3 -ni hesablayırıq.

K1 nöqtəsi üçün:

$$T_{a1} = \frac{X_{\Sigma 1*}}{r_{\Sigma 1*}} = \frac{0,18}{0,1183} = 1,52; \quad K_{Z1} = 1,1$$

K2 nöqtəsi üçün:

$$T_{a2} = \frac{X_{\Sigma 2*}}{r_{\Sigma 2*}} = \frac{0,187}{0,17} = 1,1; \quad K_{Z2} = 1,05$$

Nəhayət qısaqapanma nöqtələrindəki zərbə cərəyanlarını təyin edirik:

$$i_{Z1} = K_3 = \sqrt{2} I_{K1} = 1,1 \cdot 1,41 \cdot 2,69 = 4,17 \text{ kA}$$

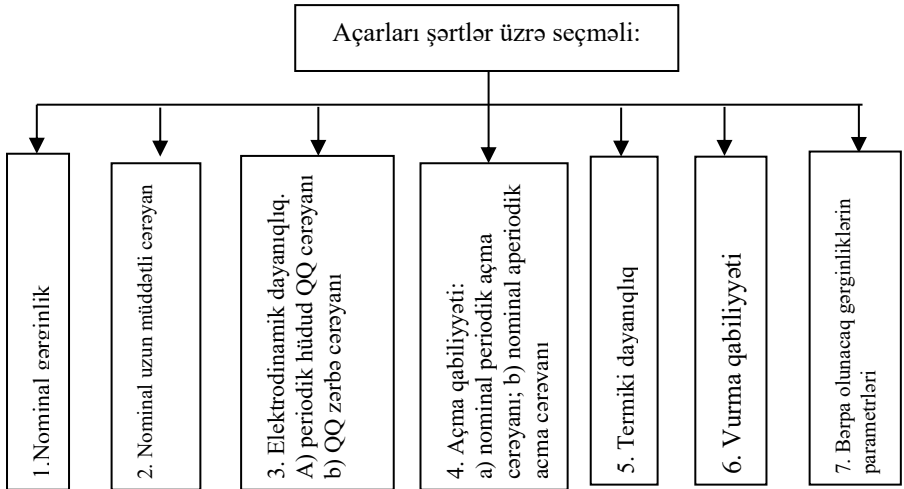
$$i_{Z2} = K_3 = \sqrt{2} I_{K2} = 1,05 \cdot 1,41 \cdot 2,28 = 3,38 \text{ kA} .$$

XI FƏSİL

Paylayıcı qurğuların yüksək gərginlikli elektrik aparatlarının seçilməsi

Yüksək gərginlikli elektrik aparatları uzun müddətli iş rejimi şərtlərinə görə seçilir və qısaqapanma şərtlərinə görə yoxlanılırlar. Bu zaman bütün aparatlar üçün yerinə yetirilir: 1) gərginliyə görə seçilmə; 2) uzun müddətli cərəyanlarda qızmaya görə seçmə; 3) elektrodinamik dayanıqlığa yoxlama (EQQ qaydalarına əsasən, nominal cərəyanı 60 A-ə qədər olan əriyən qoruyucularla mühafizə olunmuş aparatlar və cərəyan daşıyıcıları yoxlanılır); 4) termiki dayanıqlıyoxlama (EQQ qaydalarına əsasən, əriyən qoruyucu ilə mühafizə olunan aparatlar və cərəyan daşıyıcıları yoxlanılır); 5) yerinə yetirilmə formasına görə seçmə (xarici və ya daxili qurğular üçün).

Aşağıda ayrı-ayrı aparatların seçilmə şərtləri və onlara dair qısa izahatlar verilmişdir.



Ən yüksək qısa qapanma cərəyanı K-1 nöqtəsində alındığından açarların seçilməsi həm transformatorun I və II

tərəfləri üçün aşağıdakı kimi aparılır:

Yüksək gərginlikli açarların seçilmə şərtləri aşağıdakı ardıcılıqla verilir:

1. Açar quraşdırılacaq şəbəkənin nominal gərginliyi:

$$U_{\text{ş.nom.}} \leq U_{\text{nom.}}$$

Burada U_{nom} - açarın (aparatın) nominal gərginliyi.

Yüksək gərginlikli açarların, digər aparatların və şəbəkələrin nominal gərginliklərinin şkalası ümumdür və sorğu materiallarında və kitablarında cədvəl halında verilir.

2. Açar (aparat) quraşdırılacaq dövrənin uzun müddətli rejimdə hesabat cərəyanı,

$$I_{\text{hes}} \leq I_{\text{nom}}$$

burada I_{nom} - açarın uzun müddətli nominal cərəyanıdır.

Hesabat cərəyanı I_{hes} ən ağır istismar rejimindən seçilir. Məsələn, iki paralel xəttin olması zamanı onu xətlərdən birinin açılmasına görə təyin edirlər, yəni

$$I_{\text{hes}} = 2I_{\text{iş}} \quad (I_{\text{iş}} - \text{xəttin uzun müddətli işçi cərəyanıdır}).$$

Transformatorların dövrləri üçün buraxıla bilən 1,5 dəfəlik artıq yükləməni nəzərə almaqla $I_{\text{hes}} = 1,5I_{\text{tr.nom}}$ ($I_{\text{tr.nom}}$ – transformatorun nominal cərəyanıdır). Generator dövrləri üçün cərəyan nominal gücdə işləmə zamanı və gərginliyin 5 % azalması şərtinə görə təyin edirlər: $I_{\text{hes}} = 1,05I_{\text{g.nom}}$ ($I_{\text{g.nom}}$ – generatorun nominal cərəyanıdır). Yığma şinlər, həmçinin seksiya dövrləri və şin birləşdirici açarlar üçün təmir şərtlərini nəzərə alaraq, I_{hes} cərəyanı bu şinə qoşulmuş ən güclü generatorun və ya transformatorun uzun müddətli işləmə cərəyanı kimi götürülür.

3.a. Açarda başlanğıc üçfazlı periodik ali keçid QQ cərəyanı $I''^{(3)}$, nisbi vahidlərlə hesablama metodu ilə aşağıdakı düsturla

$$I''^{(3)} = \frac{I_b}{Z_{*n.b.}};$$

və ya, əgər aktiv müqavimət nəzərə alınmazsa, aşağıdakı düsturla hesablanır,

$$I''^{(3)} = \frac{I_b}{X_{*n.b.}};$$

Burada $Z_{*n.b.}$ - bazis gücünə gətirilmiş nəticə tam müqavimətin nisbi qiyməti;

$X_{*n.b.}$ - induktiv müqavimətin bazis gücünə gətirilmiş nisbi qiymətidir.

Bundan sonra açar aşağıdakı şərtə əsasən yoxlanılır:

$$I''^{(3)} \leq I_{hüd}$$

burada $I_{hüd}$ - baxılan açar üçün buraxıla bilən birbaşa hüdud cərəyanı (periodik mürəkkəbənin təsiredici qiymətidir.

3.b. Açar quraşdırılan dövrdə QQ-nın zərbə cərəyanı,

$$i_{z.} = \sqrt{2} K_{zər} I''^{(3)} \leq i_{b.b.hüd.}$$

burada $i_{b.b.hüd.}$ - açarın elektrodinamiki dayanıqlığının nominal cərəyanıdır (baxılan aparat üçün hüdud tam cərəyanın buraxıla bilən amplitud qiyməti); $K_{zər}$ -zərbə əmsalıdır.

Zərbə əmsalı

$$K_{zər} = 1 + e^{-\frac{0,01}{T_a}};$$

burada $T_a = \frac{X_{\Sigma}''}{\omega R_{\Sigma}}$ - aperiodik sönməsinin zaman sabitidir.

Sxemin ekvivalent induktiv müqavimətini X_{Σ}'' təyin edərkən, sxemin aktiv müqavimətinin sıfıra bərabər olduğunu, ekvivalent aktiv müqavimətini R_{Σ} - təyin etdikdə isə bütün

induktiv müqavimətlərinin sifra bərabər olduğunu fərz etmək lazımdır.

4.a. QQ cərəyanının simmetrik (periodik), qısa qapanmanın hesabat aşılma zamanına τ müvafiq mürəkkəbəsi,

$$I_{p\tau} \leq I_{a\zeta.nom}$$

$I_{p\tau}$ - qısa qapanma cərəyanının qərarlaşmış cərəyanına bərabər olur.

$$I_{p\tau} = 0,220 \text{ kA}$$

Burada - $I_{a\zeta.nom}$ - açarın simmetrik nominal açma cərəyanıdır.

4.b. QQ cərəyanının, açarın qövssöndürücü kontaktlarının aralanma momentinə qədərki zamana τ uyğun gələn, aperiodik mürəkkəbəsi götürülür.

$$I_{a\tau} \leq i_{a.nom.} = \sqrt{2}\beta_{nom} I_{a\zeta.nom}$$

$$i_{a\tau} = 0,545 \text{ kA}$$

Burada $i_{a.nom.}$ -açarın aperiodik nominal açma cərəyanıdır; β_{nom} - τ zamanı üçün açma cərəyanının aperiodik mürəkkəbəsinin nominal nisbi tərkibidir.

Hesabat zamanı

$$\tau = t_{m.min.} + t_{x.a\zeta}$$

Burada $t_{m.min.}$ -rele mühafizəsinin minimal təsir müddətidir (təxminən 0,01 san.); $t_{x.a\zeta}$ -açarın xüsusi açma müddətidir.

Əgər $I_{p\tau} \leq I_{a\zeta.nom}$; $I_{\phi\tau} > I_{a\zeta.nom}$ olarsa, aşağıdakı şərt buraxıla bilər.

$$i_{k\tau} = \sqrt{2}I_{p\tau} + i_{a\tau} \leq i_{a\zeta.nom.} = \sqrt{2}I_{a\zeta.nom} (1 + \beta_{nom}).$$

5. Qısaqapanma müddətində aparatda ayrılan istiliyin miqdarını xarakterizə edən, $\text{kA}^2.\text{san}$, QQ cərəyanının Coul inteqralı

$$B_k \leq I_{hüd.t}^2 t_t$$

Burada $I_{hüd.t}$ – termiki dayanıqlığın hüdud müddəti t_t ərzində verilmiş aparat zədələnmədən davam gətirə biləcəyi hüdud termiki dayanıqlıq cərəyanıdır.

QQ cərəyanının tam Coul inteqralı cərəyanın periodik ($B_{k.P}$) və aperiodik ($B_{k.a.}$) mürəkkəbələrinin təsirinin nəticəsidir:

$$B_k = B_{k.P} + B_{k.a.}$$

Tam Coul inteqralının B_k təyin metodu qısaqapanma nöqtəsinin baxılan sxemdəki yerləşmə yerindən asılıdır.

Uzaqda yaranmış qısaqapanma zamanı, qq cərəyanının periodik mürəkkəbəsi zamana görə dəyişmədikdə,

$$B_k = B_{k.P} + B_{k.a.} = I_p^2 t_{aç} + I_p^2 T_a (1 - e^{-\frac{2t_{aç}}{T_a}}) =$$

$$= I_p^2 \left[t_{aç} + T_a (1 - e^{-\frac{2t_{aç}}{T_a}}) \right];$$

Burada I_p – QQ cərəyanının periodik mürəkkəbəsinin təsiredici qiymətidir ($I''^{(3)}$ cərəyanına bərabər götürmək olar), kA; $t_{aç} = t_m + t_{açar}$ - qq-nın başlanğıcından onun açılmasına qədər olan müddətdir, san; t_m -rele mühafizəsinin təsir müddətidir, san; $t_{açar}$ -intiqaalla açarın tam açılma müddətidir (kataloqlardan və ya pasportlardan götürülür), san.

Əgər $t_{aç}/T_a = 1 \dots 2$ olarsa, onda nisbətən çox sadə ifadədən istifadə etmək olar:

$$B_k = I_p^2 (t_{aç} + T_a)$$

İki digər xarakterik hallarda – generatorun yaxınlığında və mühərriklər qrupunun yaxınlığında baş verən qısaqapanmalarda, cərəyanın periodik mürəkkəbəsi zamana görə nəzərə çarpacaq dərəcədə dəyişdiyindən, qq cərəyanından Coul inteqralının təyininin öz xüsusiyyətləri vardır.

6. Vurma qabiliyyətinə görə yoxlanma:

$$I^{n(3)} \leq I_{vur.nom}; \quad i_{z\acute{e}r} \leq i_{vur.nom};$$

Burada $I_{vur.nom}$ –vurma cərəyanının periodik mürəkkəbəsinin nominal təsiredici qiymətidir; $i_{vur.nom}$ – vurmanın tam cərəyanının nominal amplitud (ani) qiymətidir.

Adətən, açarların nominal vurma cərəyanları nominal açma cərəyanlarına uyğun gəldiyindən, bu şərtə görə yoxlama aparılmır (faktiki olaraq yoxlama 3 bəndində təmin olunur).

7. Açarın kontaktlarında bərpa olunan gərginliyə görə yoxlamayı (bərpa sürətinə, tezliyə, amplitudanın aşma əmsalına) yalnız hava açarları üçün aparırlar. Kurs və diplom layihələndirməsi zamanı bu yoxlamayı adətən yerinə yetirmirlər, belə ki, əksər energetik sistemlər üçün gərginliyin bərpa olunmasının real şərtləri açarın sınağındakılara nisbətən yüngüldür.

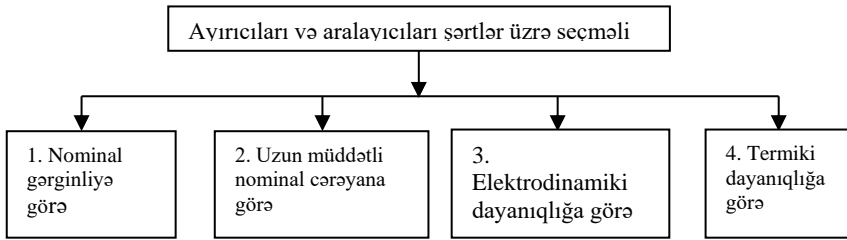
Ayırıcılar, aralayıcıların və qısa qapayıcıların seçilməsi

Ayırıcıların, aralayıcıların və qısaqapayıcıların nominal parametrləri kataloqlarda, sorğu kitablarında və onların pasportlarında göstərilir.

1, 2 və 4 bəndləri üzrə seçim analoji olaraq açarların seçimi kimi aparılır (uyğun olaraq 1,2 və 5 bəndləri üzrə şəkil 11.1-dəki kimi).

3 bəndi üzrə yoxlamayı yalnız qq-nın zərbə cərəyanına görə aparmaq kifayətdir (3 b bəndi üzrə şəkil 11.1).

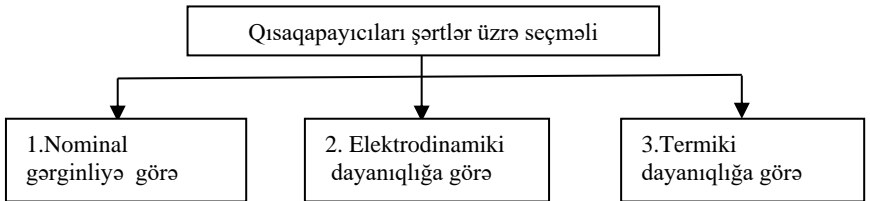
Ayırıcıları və aralayıcıları aşağıdakı struktur sxem üzrə seçilirlər.



Şəkil 11.1. Ayrııcı və aralayıcıların seçilməsinin struktur sxemi:

Hesabatın nəticələri və aparatın nominal parametrləri adətən, aşağıdakı kimi bir cədvələ yerləşdirilir .

QQ-nın seçilməsi aşağıdakı struktur sxemi üzrə aparılır:

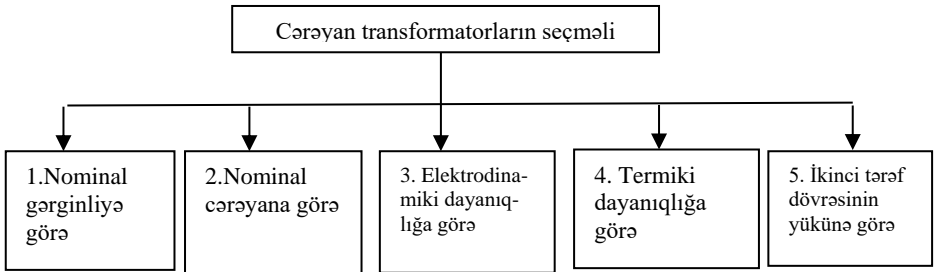


Şəkil 11.2 . Qısaqapayıcıların seçilməsinin struktur sxemi.

Cərəyan transformatorlarının seçilməsi

Cərəyan transformatorlarının (CT) nominal parametrləri kataloqlardakı, sorğu kitablarındakı cədvəllərdə verilir.

Cərəyan transformatorlarının seçilməsinin struktur sxemi göstərilmişdir:



Şəkil 5.27 . Cərəyan transformatorunun seçilməsinin struktur sxemi

1. Gərginliyə görə seçmə açarların seçilməsi ilə analojidir.

2. CT qoşulacaq dövrənin uzunmüddətli işçi cərəyanı

$$I_{hes} \leq I_{1nom.}$$

burada $I_{1nom.}$ - CT-nun birinci dövrəsinin (tərəfinin) nominal cərəyanıdır.

Onun qiyməti mümkün qədər $I_{i\dot{s}.u.m}$ qiymətinə yaxın seçilir, belə ki, birinci tərəf dolağının az yüklənməsi xətanın artmasına səbəb olur.

3. Qısaqapanmanın zərbə cərəyanı

Burada K_{din} – elektrodinamiki dayanıqlığın dəfəliyidir.

4. Coul inteqralı

$$B_k \leq (K_t I_{1nom})^2 t_t$$

Burada K_t – termiki dayanıqlığın dəfəliyidir.

5. İkinci tərəfin yükü

$$i_{z\ddot{e}r} \leq \sqrt{2} K_{din} I_{1nom}$$

$$Z_2 \leq Z_{2nom}$$

burada Z_{2nom} – buraxıla bilən nominal yük (verilmiş

dəqiqlik sinfində), Om.

İkinci tərəf yükünü təxmini təyin etmək buraxıla bilər:

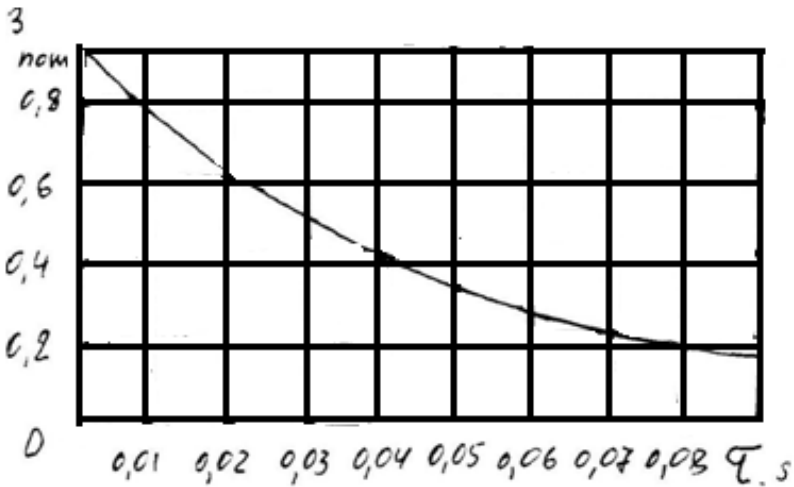
$$Z_2 = Z_{cih.} + R_{naq.} + R_k$$

Burada $Z_{cih.}$ – ardıcıl qoşulmuş cihazların cərəyan dolaqlarının müqavimətidir; $R_{naq.}$ – birləşdirici naqillərin müqavimətidir; R_k – kontaktların keçid müqavimətidir.

1 və 3 bəndləri üzrə süçüm açarların seçilməsi ilə analogi yerinə yetirilir.

2 bəndi üzrə yoxlama aparılır.

Aperiodik mürəkkəbənin nisbi nominal tərkibi β_{nom} aşağıdakı asılılıqdan təyin edilir (şəkil 11.3).



Şək. 11.3. Aperiodik mürəkkəbənin nisbi nominal tərkibinin β_{nom} qısa qapanmanın hesabataçılma zamanından τ asılılığı.

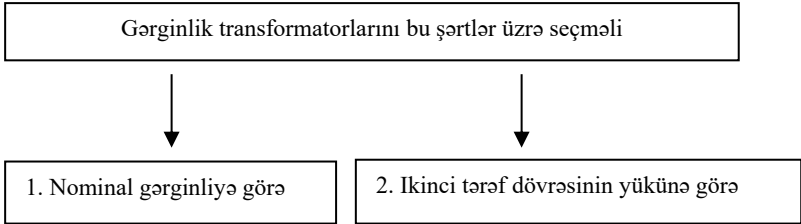
Yüksək gərginlik aparatlarının seçilməsi üzrə ümumi cədvəl

Seçmə şərtləri	Şəbəkənin hesabat məlumatları	Kataloq məlumatları		
		Açar BMK-110-2000-20VI БП intiqalı ilə	ШПOM intiqalı OD-110 M/630 aralayıcısı	ШПKM intiqalı qısaqapayıcı K3-110 M
$U_{\xi, nom} \leq U_{nom}$	$U_{\xi, nom} = 110kV$	$U_{\xi, nom} = 110kV$	$U_{\xi, nom} = 110kV$	$U_{\xi, nom} = 110kV$
$I_{hes} \leq I_{nom}$	$I_{hes} = 420A$ $I_{hes} = 120A$	$I_{nom} = 2000A$ -	- $I_{nom} = 630A$	- -
$I^{(3)} \leq I_{hüd}$	$I^{(3)} = 5,9kA$	$I_{hüd} = 20kA$	-	-
$I_z \leq I_{hüd}$	$I_z = 15kA$	$I_{hüd} = 51kA$	$I_{hüd} = 80kA$	$I_{hüd} = 34kA$
$I_{p\tau} \leq I_{aç, nom}$	$I_{p\tau} = 5,7kA$	$I_{aç, nom} = 20kA$	-	-
$\sqrt{2}I_{p\tau} + i_{a,\tau} \leq \sqrt{2}I_{aç, nom} (1 + \beta_{nom})$	$\sqrt{2}I_{p\tau} + i_{a,\tau} = \sqrt{2} \cdot 5,7 + 2,5 = 10,6kA$	$\sqrt{2}I_{aç, nom} \cdot x(1 + \beta_{nom}) = \sqrt{2} \cdot 20 \cdot x(1 + 0,24) = 35,2kA$	-	-
$B_k \leq I_{hüd, t}^2 \cdot t_t$	$B_k = 24,5kA^2 \cdot san$	$I_{hüd, t}^2 \cdot t_t = I_{hüd, t}^2 \cdot t_t = 20^2 \cdot 3 = 1200kA^2 \cdot san$	$I_{hüd, t}^2 \cdot t_t = 22^2 \cdot 3 = 1450kA^2 \cdot san$	$I_{hüd, t}^2 \cdot t_t = 13,3^2 \times 3 = 530kA^2 \cdot san$

Gərginlik transformatorlarının seçilməsi

Gərginlik transformatorlarının (GT) nominal parametrləri kataloqlardakı və sorğu kitablarındakı cədvəllərdə verilir.

Gərginlik transformatorları aşağıdakı struktur sxemində əsasən seçilir.



Şək. 11.4 . Gərginlik transformatorlarının seçilməsinin struktur sxemi

1. Şəbəkənin nominal gərginliyi və GT-nun nominal gərginliyi eynidir:

$$U_{\text{ş.nom}} = U_{\text{nom.}}$$

2. İkinci tərəf dövrəsinin tam hesabət yükü:

$$S_2 \leq S_{2\text{nom.}}$$

burada $S_{2\text{nom}}$ – ikinci tərəfin nominal gücüdür (verilmiş dəqiqlik sinfində), V.A.

Tam yükün dəqiq hesabətı GT-larının və cihazların qoşulma sxemini nəzərə almaqla ən çox yüklənmiş faza üçün yerinə yetirilir.

Təxmini hesablama zamanı tam yük, cihazların qoşulma sxemini və onların fazalar üzrə bölünməsinə nəzərə almadan, GT-nun bütün fazalarındakı yüklərin cəmi kimi təyin edilir:

$$S_2 = \sqrt{(\sum P_{\text{cih.}})^2 + (\sum Q_{\text{cih.}})^2} = \sqrt{(\sum S_{\text{cih.}} \cos \varphi_{\text{cih.}})^2 + (\sum S_{\text{cih.}} \sin \varphi_{\text{cih.}})^2}$$

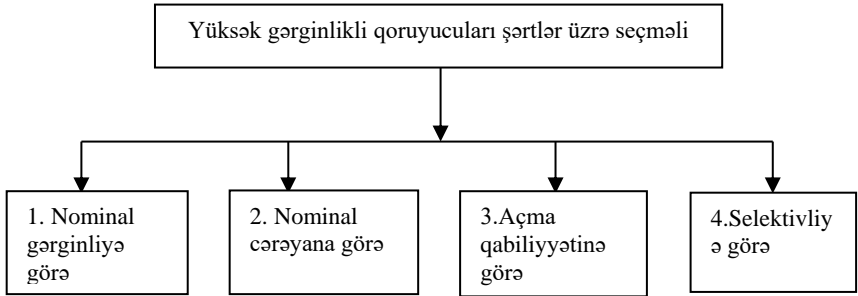
burada $S_{\text{cih.}}$ – bütün cihazların gərginlik dolaqlarının tələb

etdiyi tam gücdür, VA (kataloqdan götürülür); $\cos \varphi_{cih.}$ - cihazların güc əmsalidir (voltmetrlər, vatmetrlər və tezlik ölçmələr üçün vahidə bərabər, sayğaclar üçün isə $0,38(\sin \varphi_{cih.} = 0,925)$ götürülür.

Qoruyucuların seçilməsi

Qoruyucuların nominal parametrləri kataloqlarda və sorğu kitablarındakı cədvəllərdə verilir.

Yüksək gərginlikli qoruyucular aşağıdakı struktur sxeminə görə seçilir.



Şək.11.5. Yüksək gərginlikli qoruyucuların seçilməsinin struktur sxemi:

1. Şəbəkənin və aparatın nominal gərginliyi eyni olmalıdır.

2. Əriyən içliyin nominal cərəyanı ($I_{əz.nom}$) və transformatoru yüksək gərginlik tərəfdən mühafizə edən qoruyucunun gülləsinin nominal cərəyanı ($I_{pat.nom.}$) şərti ödəməlidir.

$$I_{ər.nom.} = K_{et} \cdot I_{tr.nom.} \leq I_{pat.nom.}$$

Burada K_{et} – transformator qoşulan zaman maqnitlənmiş cərəyanının sıçrayışlarına nizamlamaq üçün etibarlıq əmsalidir ($S_{tr.nom.} > 160kVA$ olduqda $K_{et} = 1,5...2$).

GT-na gedən dövrlərdə qoruyucuların nominal cərəyanı seçilmir.

3. Qoruyucunun arxasında baş verən qısaqapanma zamanı cərəyanın periodik mürəkkəbəsinin başlanğıc qiyməti:

$$I''^{(3)} \leq I_{açma}$$

Burada $I_{açma}$ –qoruyucunun gülləsinin simmetrik hüddud açma cərəyanıdır.

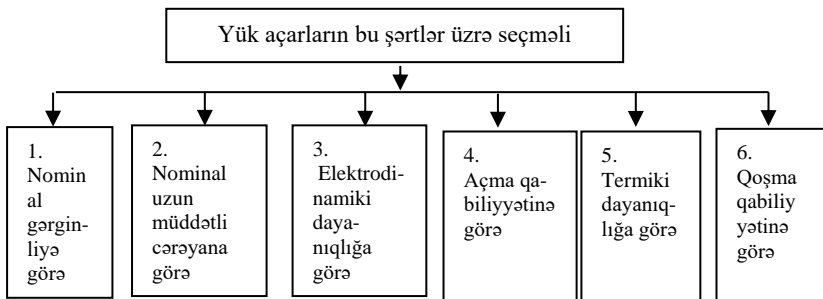
Bir sıra cərəyan məhdudlaşdırıcı PIKT və PIKTY tipli qoruyucular üçün açma qabiliyyəti məhdudlaşdırılmamışdır.

4. Şəbəkənin qonşu elementlərinin mühafizəsi ilə qoruyucuların selektivlik işi qoruyucunun mühafizə xarakteristikasının (cərəyan-zaman) ayrılan və qidalandıran xətlərin mühafizə xarakteristikaları ilə müqayisə yolu ilə yoxlanılır. Qida mənbəyinin yaxınlığında yerləşən mühafizənin xarakteristikası tələbədinin yaxınlığında yerləşən mühafizənin xarakteristikasından yüksək olmalıdır.

Yük açarlarının seçilməsi

Yük açarlarının nominal parametrləri kataloqlarda və sorğu kitablarında cədvəl şəklində verilir.

Yük açarlarının seçilməsi şək.11.6-da verilmiş struktur sxemi üzrə aparılır.



Şək.11.6. Yük açarlarının seçilməsinin struktur sxemi

Yük açarlarının 1,2 və 5 bəndləri üzrə seçilməsi açarların seçilməsi ilə analojidir.

Cərəyan məhdudlaşdırıcı qoruyucunun mövcudluğu zamanı zərbə cərəyanı i_z qoruyucunun cərəyan məhdudlaşdırma qabiliyyətini nəzərə almaqla təyin edilir.

4 bəndinə görə yoxlama, ardıcıl qoşulmuş qoruyucu olmadığı halda, bu şərt üzrə aparılır:

$$I_{hes.} \leq I_{açma.nom.}$$

burada I_{hes} – iş rejimində ən böyük mümkün cərəyandır;
 $I_{aç.nom}$ – qövs söndürücü kontaktlarda hüdud açma cərəyanıdır.

Ardıcıl qoşulmuş qoruyucu olduqda

$$I''^{(3)} \leq I_{açma}$$

burada $I_{açma}$ qoruyucunun patronunun simmetrik hüdud açma cərəyanıdır.

6 bəndinə görə yoxlama, ardıcıl qoşulmuş qoruyucu olmadıqda aparılır:

$$I_{vur.hes.} \leq I_{vur.nom.}$$

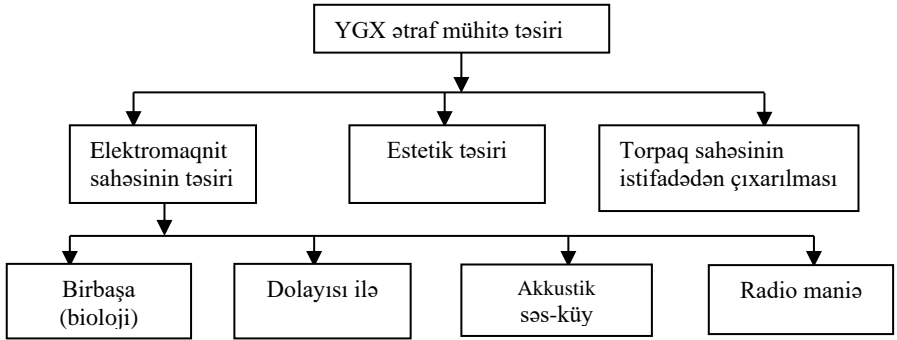
burada $I_{vur.hes.}$ – vurma momentində qq cərəyanının periodik mürəkkəbəsidir;

$I_{vur.nom}$ – vurma cərəyanının periodik mürəkkəbəsinin nominal təsiredici qiymətidir.

Elektrik veriliş xətlərinin ekoloji təsiri

Çox yüksək gərginlikli (ÇYG) 500...750 kV elektrik şəbəkələrinin inkişafı və ultra yüksək gərginlikli (UYG) 1150 kV və yuxarı gərginlikli şəbəkələrin istifadə edilməsi ilə əlaqədar yüksək gərginlikli elektrik veriliş xətlərinin (YGX) ekoloji təsir məsələləri xüsusi aktualıq kəsb edir.

Yüksək gərginlikli xətlərin ətraf mühitə təsiri son dərəcə müxtəlifdir (şək. 11.7). Ona ətraflı baxaq.



Şək. 11.7. Yüksək gərginlikli elektrik veriliş xətlərinin ekoloji təsir faktorları.

XII FƏSİL

ELEKTRİK QURĞULARININ İSTİSMARINDA TƏHLÜKƏSİZLİK

Ümumi məlumat

Təqdim olunan qaydalarda elektrik qurğularında işləri aparan heyyyətə aid tələblər verilmiş, işlərin icrası zamanı qarşıya çıxan qayda və şərtlər müəyyən edilmiş, gərginliyin bütün səviyyələri üçün işlərin, sınaq və ölçmələrin aparılmasını təmin edən təşkilatı və texniki tədbirlərə baxılmışdır.

Qaydalar mülkiyyət, təşkilat formalarından, hüquqi və ya fiziki şəxslərə mənsubiyyətindən asılı olmayaraq bütün elektrik qurğularının texniki xidməti ilə məşğul olan, onlarla əməliyyat çevrilmələri yerinə yetirən, inşaat, quraşdırma, sazlama və təmir işlərini, sınaq və ölçmələri təşkil edən və aparan təşkilatların işçilərini öz dairəsində əhatə edir.

Əmək mühafizəsi, təhlükəsizlik qaydaları və elektrik qurğularının istismarında istifadə olunan ixtisarlar və terminlər:

İxtisarlar və terminlər	İzahı
İ X T İ S A R L A R	
QPQ	Qapalı paylayıcı qurğu
APQ	Açıq paylayıcı qurğu
HX	Hava xətti
KX, RKX	Kabel xətti, Rəbitə kabel xətti
KPQ	Daxildə və xaricdə qoyulmuş koplekt paylaşdırıcı qurğu
PQ	Paylaşdırıcı qurğu
İAÖ	İstilik avtomatı və ölçmələri
DTİV	Dispetçer texnoloji idarəetmə vasitələri
TN və Q	Tikinti normaları və qaydaları
V, kV	Volt, kiloVolt
Hs	Hers (tezlik ölçüsü)

Cəd	Cədvəl
m, sm	Metr, santimetr
İİQ	İş icrası qaydaları
RHX	Rabitə hava xətti
KTM	Komplekt transformator məntəqəsi
DS	Dövlət Standartları
SSA	Sahə söndürən avtomat
Eq	Elektroliz qurğusu
Pa	Pasqal (təzyiq ölçüsü)
EQQQ	Elektrik qurğularının quruluş qaydaları
ƏTSS	Əmək təhlükəsizliyinin standartlar sistemi
TERMINLƏR	
Briqada (naryad yaxud sərəncam üzrə)	İş icraçısı, və yaxud nəzarətçi də daxil olmaqla tərkibi iki və bundan artıq olan işçi heyət
Hava elektrik veriliş xətti (HX)	Açıq havada yerləşən, izolyator və armatur vasitəsilə dayaqalara, yaxud mühəndis qurğularının (körpü, yolkeçirici və s.) kronteyşlərinə bərkidilən məftillə elektrik enerjisini verən qurğu. HX-nin əvvəli və sonu olaraq PQ-da yerləşən xətt portalı, yaxud xətt girişi, budağlamanın əvvəli və sonu olaraq ayrıcı, dayaq və xətt portalı və ya PQ-da yerləşən xətt girişi qəbul olunur. Bu halda xətt portalında xətt tərəfindən qoyulmuş izoləedici dartma asıçı, həmçinin HX məftilində bərkidilmiş bütün sıxaclar HX-nə aid olunur. Xətt portalı ondan yarımstansiya tərəfə asılmış izoləedici dartıcı asıçı, həmən partalda olan ilkək, HX məftilindən cürbəcür avadanlığa enişlər (kommutasiya aparatı, boşaldıcı, rabitə kondensatoru və s.), həmçinin yüksək tezlik qurğusu hava xəttinə aid deyil .
İnduksiyalanmış gərginlik altında olan hava xətti	Bütün boyu və ya ümumi uzunluğu 2 km-dən az olmamaq şərti ilə ayrı-ayrı hissələrə boyu gərginliyin 110 kV və yüksək olan digər HX-nin oxundan aşağıda göstərilən məsafədə yerləşən HX və RHX: -gərginliyi 110 kV olan HX üçün 100 m. -gərginliyi 150,220 kV olan HX üçün 150m. - gərginliyi 330-500 kV olan HX üçün 200m. -gərginliyi 750-1150 kV olan HX üçün 250 m.

İkinci (köməkçi) dövrə	Elektrik stansiyasının (yarımstansiyanın) idarəetmə ölçü, mühafizə və siqnalizasiya cihaz və tərtibatlarını birləşdirən sıxac cərgəsi və elektrik məfillərinin cəmi.
İki dəfə işə buraxma	Naryad yaxud sərəncam üzrə aparılan işlərə ilk buraxılış
Təkrar işə buraxma	Eyni naryad üzrə əvvəllər iş aparılmış yerə təkrar buraxılış
Elektrik sahəsinin təsiri olan zona	Elektrik sahəsinin gərginliyi 5 kV/m-dən yüksək olan sahə
Ekranlama zonası	Gərginliyi 5 kV/m-dən aşağı olan elektrik sahəsində yerləşən bina və qurğular, həmçinin torpaqlanmış dəmir konstruksiya, avadanlıq, güc transformatoru və iri ölçülü obyektin özülü yanında olan sahə
Kommutasiya aparatı	Elektrik dövrəsinin kommutasiya və cərəyan keçirmək vəzifəsini yerinə yetirən elektrik aparatı (açar, yük açarı, ayırıcı, avtomat, kəsən açar və s.
Yüqəldirən maşınlar	“Yüqəldirən kranların quruluşu və təhlükəsiz istismar qaydaları” üzrə yük və adam qaldırmaq üçün bütün tipli kranlar, ekskavator-kranlar (kanatdan asılmış qarmaqla işləyən ekskavator), tallar, bucurqadlar
Mexaniki qıfıl	Açarla, çıxarılan dəstəklə bağlanan və sairə qıfıllar
Təhrif edilməmiş elektrik sahəsinin gərginliyi	Adamın olması ilə təhrif edilməmiş, gələcək iş yeri zonasında təyin olan elektrik sahəsinin gərginliyi
Naryad-buraxılış(naryad)	İş həcmi, yeri, başlama və qurtarma vaxtı, lazımı təhlükəsizlik tədbirləri, briqadanın tərkibi və işi təhlükəsiz aparmaq üçün məsuliyyət daşıyan şəxsləri müəyyən edən blankda yazılmış təhlükəsiz işin təşgili üçün olan sərəncam
Elektrik verilişi hava xətlərinin və rabitə hava xətlərinin zonası	1.Xəttin hər iki tərəfində kənar məfillərin əyilməz vəziyyətində şaquli müstəvilərlə məhdudlaşan, aşağıda göstərilən məsafədə xətt boyu zonada yerləşən torpaq sahəsi və fəza: - gərginliyi 1 kVqədər olan HX və RHX üçün - 2m - 1-20kV HX üçün - 10m - 35kV HX üçün - 15m - 110kV HX üçün - 20m

	<ul style="list-style-type: none"> - 150, 220kV HX üçün - 25m - 330, 500 HX üçün - 30m - 750kV HX üçün - 40m - 1150kV HX üçün - 55m <p>2. HX-nin su sədlərindən (çaylar, kanallar, göllər və s.) keçidi boyu su səthi üzərində şaquli müstəvilərlə məhdudlaşan, xəttin hər iki tərəfində kənar məftillərin əyilməz vəziyyətində hava boşluğu olan zona; gəmiüzən su anbarları üçün-100m, gəmi üzməyin su anbarları üçün-quruda olan hava xətti boyu qoruq zonası üçün nəzərdə tutulmuş məsafə qədər təyin olunur</p>
Elektrik veriliş kabel və rabitə kabel xətlərinin qoruq zonası	<p>Yeraltı KX boyu şaquli müstəvilərlə məhdudlaşan xəttin hər iki tərəfində kənar kabellərdən başlayan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - KX üçün-1m - RKX-ləri üçün 2m məsafədəki torpaq sahəsidir. <p>Sualtı KX və RKX boyu üzrə şaquli müstəvilərlə məhdudlaşan xəttin kənar kabellərində başlayan 100m məsafədə suyun səthindən dibinə qədər olan su səthi.</p>
İnzibati-texniki personal	<p>Rayon enerji idarəsi (birlik), müəssisə, sex, laboratoriya, şəbəkə rayonu və sahəsinin rəhbərləri, xidmət və şöbə rəisləri, göstərilən şəxslərin müavinləri, həmçinin inzibati hüququ olan mühəndis, texnik və ustalar</p>
Növbətçi personal (növbətçi)	<p>Opertiv idarəetmə və əməliyyatlara buraxılış növbədə olan aşağıdakı personal: dispedçer, növbətçi mühəndis və texniklər, növbə rəisi, evdə və idarə edən lövhədə xidmətçi növbətçilər, operativ-səyyar briqada üzvləri. Qaydaların mətnində onları ayırmaq tələb olunmayan halda, yalnız “növbətçi” termini istifadə olunur</p>
Operativ-təmir personalı	<p>Onlara həvalə olunmuş elektrik qurğusunda təsdiq edilən həcmdə operativ xidmət üçün xüsusi oyrədilmiş və hazırlanmış təmir personalı</p>
Təmir personalı	<p>Elektrik stansiyası və yarımstansiya avdanlığının, HX, KX, RHX, RKX rele mehafizəsi, avtomatika, ölçü cihazı ildırımndan mühafizə və izolyasiya, dispedçer və texnoloji idarə vasitələrinin istismar-təmir xidməti ilə məşğul olan mühəndis, texnik, usta, fəhlə, elektrik laboratoriya personalı</p>

İş yerinin hazırlanması	İş yerində işin təhlükəsiz aparılmasını təmin etmək üçün texniki tədbirlərin yerinə yetirilməsi
Birləşmə	Elektrik stansiya, yarımstansiya, daxilindəki PQ, generator, lövhə, yığın şininə birləşmiş eyni məqsədli, adlı və gərginlikli elektrik dövrəsi (avadanlıq və şin). Müxtəlif gərginliyi olan bir güc transformatorunun (dolaq sayından asılı olmayaraq), ikisürətli bir elektrik mühərrikinin elektrik dövrəsi bir birləşmə hesab olunur. Çoxkünlü, bir yırım və s. sxemi olan PQ-un xəttini və transformatorunu sxemə birləşdirən kommutasiya aparatı və şinlər onların birləşmələrinə aid edilir
Gərginlik altında aparılan işlər	Gərginlik altında olan cərəyandaşıyan hissələrə toxunmaq, yaxud həməən cərəyan daşıyan hissələrə qədər yolverildəndən az məsafədə olmaq şərtilə aparılan işlər
Yüksəklikdə aparılan işlər	Torpaq səviyyəsi, örtük, yaxud döşəməsindən 5m və ondan yüksək olan hündürlükdə quraşdırıcı ləvazimat, bilavasitə konstruksiya elementi avadanlıq,maşın və mexanizmlər üstündə aparılan işlər. Bu hallarda iş görülmə və hərəkət edən vaxt fəhləni hündür yerdən yığılmadan əsas vasitə qoruyucu kəmərlər lazımdır
İş yeri (naryad və sərəncamla aparılan iş aid olunur).	İş aparmaq üçün personalın buraxıldığı elektrik qurğusunun sahəsi
Sərəncam	İşin məzmunu, yerini, vaxtını, təhlükəsizlik tədbirlərini (onlar tələb olunarsa) və iş aparan şəxsləri müəyyən edən və işi təhlükəsiz icra etmək üçün verilən şifahi tapşırıq
Müəssisə rəhbərliyi	Direktor və onun müavinləri
Cərəyan daşıyan hissə	Nomal halda gərginlik altında olan elektrik qurğusunun hissəsi. Qəza rejimində gərginlik altına düşə bilən elektrik qurğusunun hissəsi; məsələn, elektrik maşınının gövdəsi
Elektrik qurğusu	Elektrik enerjisini istehsal edən, çevirən paylayan, istehlak edən qurğu

Yerli personalı olmayan elektrik qurğusu	Operativ-səyyar briqada, yaxud operativ-təmir personalı vasitəsi ilə xidmət olunan elektrik qurğusu, HX və KX
Fəaliyyətdə olan elektrik qurğusu	Gərginlik altında olan, yaxud kommutasiya aparatını qoşmaqla gərginlik vermə imkanı olan elektrik qurğusu ya da onun hissəsi
1000 Volta qədər və ondan yüksək olan elektrik qurğusu	Gərginliyi 1000 Volta qədər və ondan yüksək olan elektrik qurğusu (işçi gərginliyinin ölçüsünə görə)
Sadə və əyani sxemli elektrik qurğusu	Gərginliyi 1000 Voltndan yüksək seksiyalanmış, yaxud seksiyalanmamış, dolayı şin sistemi olmayan, tək şin sistemi PQ bütün HX və KX, gərginliyi 1000 Volta qədər olan bütün elektrik qurğuları.

Ümumi tələblər

1.1. Elektrik qurğularının istismarı zamanı təqdim olunan təhlükəsizlik Qaydaları mülkiyyətin və hüquq təşkilat formalarından və digər fiziki şəxslərdən asılı olmayan elektrik qurğularının xidmətilə məşğul olan, orada operativ açılmaları aparan, inşaat. quraşdırma, sazlama və təmir işlərini, sınaq və ölçmələri təşkil edən və yerinə yetirən işçilərini əhatə edir.

1.2. İş rəhbərliyi şəraitdən asılı olaraq əməyin təhlükəsizliyini təmin edən və bu Qaydalara zidd olmayan əlavə tədbirlərin görülməsinə nəzərə ala bilər. Bu təhlükəsizlik tədbirləri uyğun əmək mühafizəsi təlimatlarına daxil etməli və sərəncam, göstəriş və təlimat şəklində heyətə çatdırılmalıdır.

1.3. Elektrik qurğuları texniki baxımdan nöqsansız vəziyyətdə olmalı və təhlükəsiz iş şəraitini təmin etməlidirlər.

1.4. Elektrik qurğuları sınaqdan keçirilmiş, istifadəyə hazır olan mühafizə vasitələri ilə. həmçinin qüvvədə olan qayda və normalara uyğun olaraq ilkin tibbi yardımını göstərmə vasitələri ilə təmin olunmalıdır.

1.5. Təşkilatlarda bu Qaydalara riayət edilməsinə, əmək mühafizəsi təlimatları tələblərinin yerinə yetirilməsinə,

təlimatların aparılmasına nəzarət olunmalıdır. Təşkilatda əmək mühafizəsinin vəziyyətinə görə məsuliyyəti iş rəhbəri daşır.

1.6. Bu qaydalara zidd olan göstəriş və tapşırıqların yerinə yetirilməsinə yol verilmir.

1.7. Əmək mühafizəsinə aid qanunvericiliyini pozan işçilər, müəyyən olunan qaydada məsuliyyətə cəlb olunurlar.

Personala verilən tələblər

İşçilərin hazırlığının və biliyinin yoxlanması “Energetika istehsalatı müəssisələri və idarələrində heyətlə işin təşkili qaydaları”na müvafiq aparılmalıdır. İşçi heyətinin səhəti Azərbaycan Respublikası Səhiyyə Nazirliyi tərəfindən müəyyən edilmiş qaydada işə qəbul edildikdə və dövrü olaraq yoxlanılır. Elektrik qurğularına xidmət edən işçilər, 2-ci əlavəyə uyğun elektrik təhlükəsizliyi üzrə qrupa malik olmalı və bu Qaydaları, tutduğu vəzifə, yaxud peşəsi dairəsində bilməlidirlər. Qaydaları öyrənəndən sonra, yoxlamadan keçən işçiyə qəbul olunmuş formalı vəsiqə verilir ki, o işdə olarkən vəsiqəni yanında gəzdirməlidir. İşçi heyət əməyin mühafizəsi təlimatlarının və bu Qaydaların tələblərinə riayət etməlidir.

Təhlükəsizlik üzrə əlavə tələblər verilən işləri (**xüsusi işlər**) icra etmək ixtiyarı olan işçilərin vəsiqələrində bu barədə qeydlər edilməlidir.

Belə işlər aşağıdakılardır:

- yüksəkdə görülən işlər;
- cərəyan daşıyan hissələrdə gərginlik altında aparılan işlər; izolyatorların silinməsi, yuyulması və dəyişdirilməsi, məftillərin təmiri, ölçü ştanqı ilə izolyator və birləşdirici sıxaqlara nəzarətin edilməsi, trosaların yağlanması;
- təzyiq altında işləyən qablara xidmət etmək;
- yüksəldilmiş gərginliklə avadanlığın sınılanması (meqaometrle aparılan işlərdən başqa).

Yerli şəraitdən asılı olaraq müəssisə rəhbərliyinin sərəncamı ilə xüsusi işlər siyahısına əlavələr edilə bilər. 3 saylı

əlavədəki işlərə yaşı 18-dən az olan şəxsləri buraxmaq qadağandır.

Bu Qaydaları pozan işçilər qüvvədə olan qanunlara əsasən məsuliyyət (intizam, inzibati və cinayət məsuliyyəti) daşıyırlar. Belə işçilərin elektrik təhlükəsizliyi qrupu müəssisə rəhbərliyi tərəfindən azaldıla bilər. Hər bir işçi bu Qaydaların tələblərinin pozulmasının qarşısını ala bilmədiyi halda dərhal mövcud olan təhlükə barəsində öz rəhbərliyinə məlumat verməlidir.

Operativ xidmət və işlərin icrası

Operativ xidmət

Operativ açılmalar təşkilat rəhbərinin nizamlayıcı sənədi əsasında operativ və ya operativ-təmir heyyyəti tərəfindən aparılmalıdır. Naryad-buraxılışla və sərəncamla işə buraxan şəxs operativ açılmaların aparılması hüququna malik olmalıdır. Gərginliyi 1000 V yuxarı olan elektrik qurğularında təkliddə xidmət edən növbətçi operativ-təmir işçiləri, habelə növbətçi rəhbər elektrik təhlükəsizliyi üzrə IV qrupa, qalan işçilər isə III qrupa malik olmalıdırlar. Gərginliyi 1000 V qədər olan elektrik qurğularında təkliddə xidmət edən növbətçi operativ-təmir işçiləri, habelə növbəsi rəhbəri elektrik təhlükəsizliyi üzrə III qrupa malik olmalıdırlar.

Elektrik qurğularında adamların, mexanizim və yükqaldıran maşınların gərginlik altında olan çəpərlənmiş cərəyandaşıyan hissələrə 3.1 cədvəlində göstəriləndən az olan məsafəyə yaxınlaşması qadağandır. Elektrik stansiyası və yarımstansiyalarında elektrik qurğularına baxışı III qrupa məsub bir nəfər növbətçi və ya operativ-təmir personalı, yaxud V qrupa məsub inzibati-texniki işçisi və ya müəssəsinin rəhbərliyi keçirə bilər. Elektrik stansiyaları və yarımstansiyalarının elektrik qurğularına qeyri-texnik işçilərin baxış keçirməsi və ekskursiyaların təşkilinə müəssisə

rəhbərliyinin icazəsi ilə təkbaşına baxış keçirməsinə ixtiyarı olan IV qrupa mənsub işçinin müşayiəti ilə aparıla bilər.

Cədvəl 12.1.

Gərginlik altında olan cərəyan daşıyah hissələrə dək yol verilən məsafə (m)

Gərginlik, kV	Adamlardan və onların istifadə etdiyi alət və ləvazimatlardan, müvəqqəti çəpərlənmədən cərəyandaşıyan hissələrə dək olan məsafə	Mexanizmlərdən, yükqaldıran maşınların, iş və nəqliyyat vəziyyətlərində trosdan, yük tutan ləvazimat və yüklərdən olan məsafə
1 kV qədər:		
- HX-də	0.6	1,0
- digər ekektirik qurğularında	normalaşdırılmır (toxunmamaq sərt ilə)	1,0
- 6-35	0,6	1,5
- 110	1,0	2,0
- 150	1,5	2,5
- 220	2,0	3,5
- 330	2,5	4,5
- 400-500	3,5	6,0
- 750	5,0	4,5
- 800 (sabit cərəyan)	3,5	10,0
- 1150	8,0	

Qeyd: Burada və bundan sonra bu qaydalarda gərginliyi 3 kV olan elektrik qurğuları 6 kV-luq elektrik qurğusuna, gərginliyi 20 kV olanlar- 35kV və 60 kV olanlar isə 110 kV-a bərabər sayılır.

Xidmət etmədikləri elektrik qurğularına işçilər, növbətçi və ya operativ-təmir personalı işçisinin, yaxud təklidə baxışa

ixtiyarı olan şəxsin müşayiətilə daxil ola bilərlər. Müşayiət edən şəxs elektrik qurğusuna daxil olmuş adamların təhlükəsizliyinə nəzarət yetirməli, cərəyan daşıyan hissələrə yaxınlaşmağın qadağan olduğu barədə xəbərdarlıq etməlidir. 1000V yüksək olan elektrik qurğularında baxış vaxtı cərəyandaşıyan hissələrə 3.1 cədvəlində göstərilən məsafədən çox yanaşmağa imkan verməyən çəpərləri olmayan maneyəsiz otağa və kameraya daxil olmaq qadağandır. Qapıları açmaq, çəpərləmə manelərin arxa tərəfinə keçmək qadağandır. 1000 V qədər olan elektrik qurğularında baxış vaxtı lövhələrinin, idarə pultlarının, yığımlarının və digər qurğuların qapılarını açmaq qadağandır. Baxış vaxtı başqa hər hansı bir işin görülməsi də qadağandır.

6-35 kV elektrik qurğularında yerlə qapanma vaxtı aşkar olan qapanma yerinə QPQ-də 4 metrədən az, APQ və HX-də isə 8 metrədən az məsafəyə yalnız operativ əməliyyat çevirmələri aparmaq və gərginlik altına düşən adamları xilas etmək üçün yanaşmaq olar. Belə hallarda elektrik mühafizə vasitələrindən istifadə edilməlidir. 1000 V yüksək gərginlikli, əl intiqalı olan ayrıcı və açıcı açarların açılıb-bağlama əməliyyatları dielektrik əlcəklərdə aparılmalıdır. Qoruyucuların qoyulub-çıxarılması gərginlik çıxarıldıqdan sonra yerinə yetirilməlidir. Gərginlik altında, lakin yüksüz hallarda qoruyucuların qoyulub çıxarılmasına, sxem gərginlik kəsən kommutasiya aparatı olmayan birləşmələrdə icazə verilir. Gərginlik və yük altında olan hallarda yalnız ikinci dövrlərdəki, işıq şəbəkələrindəki və gərginlik transformatorlarındakı qoruyucuları dəyişməyə icazə verilir.

Gərginlik altında qoruyucuları çıxararkən və ya yerinə qoyarkən:

-1000 V yüksək elektrik qurğusunda - dielektrik əlcəklər tətbiq etməklə izolə edici kəlpətin, ştanq və mühafizə eynəyindən; -1000 V qədər elektrik qurğusunda - izoləedici

kəlpətinnən, ya da dielektrik əlcək və mühafizə eynəyindən istifadə etmək lazımdır.

Kommutasiya aparatı olmayan 1000 V qədər olan lövhə və yığımlarda qoruyucular şaquli vəziyyətdə yerləşdiriliblərsə (fazaların vəziyyətində görə) qoruyucuları yük altında çıxarıb-qoymağa icazə verilir. Bu halda gözü mühafizə əvəzinə özü mühafizə edən vasitədən istifadə etmək məsləhət görülür. İş aparılan kameralardan başqa, elektrik qurğularının, kamera və lövhə yığımlarının qapıları qıfilla bağlı olmalıdır. 1000V yüksək gərginlikli elektrik qurğularının (QPQ, APQ, KPQ kamerabinalarının) həmçinin 1000 V yüksək gərginlikli elektrik qurğularının xaricində yerləşən 1000V qədər gərginlikli paylaşdırıcı lövhə və yığımların açarları növbətçi personalın qeydiyyatında olmalıdır. Yerli növbətçi heyyyəti olmayan elektrik qurğularının açarları inzibati-texniki heyətin qeydiyyatında saxlanıla bilər. Açarlar nömrələnməlidir. Bir komplekt açar ehtiyatda saxlanılmalıdır.

Açarlar aşağıdakı şəxslərə imzası alınmaqla verilməlidir:

- təkliddə baxışa ixtiyarı olan işçiyə - bütün binalardan;
- işə buraxarkən operativ-təmir personaldan olan iş buraxan şəxsə, iş

Rəhbərinə, iş icrasına və nəzarətçiyə (işlərin təhlükəsizliyinə cavabdeh şəxsə) binanın açarı verilməlidir. Baxış və ya iş qurtarandan sonra həmin gün açarlar qaytarılmalıdır. Yerli növbətçi personalı olmayan elektrik qurğularında iş aparılarkən açarlar baxışı ya işi qurtarandan sonrakı o biri iş günündən gec olmayaraq qaytarılmalıdır. Elektrik şəbəkəsinin paylaşdırıcı qurğusunda (PQ) operativ əməliyyat aparma hüquqi olan istehlakçı personala, həmçinin təkliddə baxışa ixtiyarı olan operativ və inzibati-texniki personalına açarların uzun müddətə verilməsinin vacibliyi müəssisəsinin baş mühəndisi tərəfindən müəyyən edilir. Açarların verilməsi və qaytarılması açarların verilməsi jurnalında ya da operativ iş jurnalında qeyd olunmalıdır.

Bədbəxt hadisələr vaxtı elektrik cərəyanının təsirinə məruz qalanı xilas etmək üçün gərginliyi icazəsiz olaraq yubanmadan kəsmək lazımdır.

İşlərin icrası

Fəaliyyətdə olan elektrik qurğularında görülən işlər, 4-cü əlavədə göstərilən forma qayda ilə doldurulmuş naryad üzrə aparılmalıdır. Bu Qaydalarda nəzərdə tutulan hallarda işin icrasını sərəncam üzrə aparmağa icazə verilir. Naryad yaxud sərəncamla müəyyən edilmiş iş yerinə və tapşırığın genişləndirmək, həcmnin özbaşına iş aparmaq qadağandır. Elektrik qurğularının digər bir naryad fəaliyyət göstərdiyi zonasında hər hansı işin görülməsi həmin naryadın iş icraçısı ilə (işin rəhbəri ilə) razılaşdırılmalıdır. Razılıq, iş yerini hazırlanmaqdan əvvəl, naryadın kənarında (2-ci cədvəlin yanında) “razılaşdırılıb” sözü yazılmaqla və qazılıq verən şəxsin imzası ilə rəsmiləşdirilir.

1000V yüksək olan elektrik qurğularında və gərginlikdən asılı olmayaraq HX-də əsaslı təmir texnoloji xəritələr, yaxud iş icrası qaydası (İİQ) üzrə aparılmalıdır. Elektrik stansiyaları və yarımstansiyalarının 1000V qədər olan elektrik qurğu və kabel xətlərində gərginlik altında iş apararkən aşağıdakı tədbirləri yerinə yetirmək lazımdır:

- iş yerinin yaxınlığında yerləşən, gərginlik altında olan, təsadüfən toxunmaq ehtimalı olan digər cərəyan daşıyan hissələr çəpərlənməlidir;

- işləyərkən dielektrik qaloş geymək, yaxud izoləedici altlıq və ya dielektrik rezin üzərində dayanmaq lazımdır;

- əltutan yeri izolə edilmiş alətlərdən (vintaçanın bundan başqa tiyəsində izolə edilməlidir), belə alətlər olamasa, onda dielektrik əlcəkdən istifadə edilməlidir;

- yiyədən, dəmir mişardan, dəmir metrədən və s. istifadə etmək, həmçinin qısa qollu və ya qolu qatlanmış paltarda işləmək qadağandır.

Ayağa duranda cərəyandaşıyan hissələrə qədər 3.1. cədvəlində göstərilən məsafədən az məsafə qalırsa, belə elektrik qurğularında əyilmiş, yaxud çöməlmiş vəziyyətdə işləmək qadağandır; Elektrik stansiyası və yarım-stansiyalarının 6-110kV elektrik qurğularında işləyərkən yaxınlığındakı çəpərlənməmiş cərəyandaşıyan hissələrin işçinin arxası, yaxud iki yanı tərəflərində yerləşməsi qadağandır. Elektrik mühafizə vasitələrindən istifadə etmədən gərginlik altında olan avadanlığın izalyatorlarına toxunmaq qadağandır.

HX və RHX-də elektrik cərəyanı ilə əlaqəsi olan hissələri (məfilləri, trosları) ayırmaqdan və ya birləşdirməkdən əvvəl onların potensiallarını bərabərləşdir-mək lazımdır. Potensialların bərabərləşməsini həmin hissələri bir naqıl vasitəsi ilə birləşdirmək, yaxud hər iki tərəfi bir torpaqlayıcıya və ya torpaqlanmış qurğuya birləşdirmək yolu ilə etmək lazımdır.

Elektrik mühafizə vasitələrindən (izoləedici ştanqı və ya kəlbətini, elektrik ölçmə ştanqı və ya kəlbətin, gərginlik göstəricisi) istifadə etməklə işləyərkən cərəyandaşıyan hissələrə adamın yaxınlaşması məsafəsi həmin vasitələrin izoləolunmuş hissəsinin uzunluğu müəyyən olunur. Personal yadda saxlamalıdır ki, elektrik qurğusunda gərginlik kəsiləndən sonra xəbər edilmədən ona yenidən gərginlik verilə bilər. Sutkanın qaranlıq vaxtı iş sahəsi və yerləri, keçid və yollar işıqlandırılmalıdır. Işıq bir bərabərdə olmalı və işləyənlərin gözlərini qamaşdırmamalıdır. Işıq olmayan yerdə iş aparmaq qadağandır. Tufanın yaxınlaşması zamanı HX, RHX və APQ-da bilavasitə HX-nin çıxışına qoşulmuş elektrik rabitə qurğularında, rabitə hava qovşağı binasının içində və RHX-nin girişlərində görülən işlər dayandırılmalıdır. Elektrik stansiyası və yarımstansiyada fəaliyyətdə olan enerji avadanlığı yerləşən

binada (idarəetmə lövhəsi, rele mühafizəsi və sairə lövhələrdən başqa), APQ və QPQ-da, quyu, tunel və xəndəklərdə, həmçinin HX-nin əsaslı təmiri və xidmətində iştirak edən bütün personal mühafizə kaskasından istifadə etməlidir. Kompresor qurğusuna və havayığıcıya, akkumulyator batareyası və doldurma qurğusuna xidmət edən işçilərin III qrupu olmalıdır. Növbətçinin icazəsi ilə idarəetmə lövhəsində və PQ-dakı sayğacların və başqa ölçü cihazlarının göstəricilərini müəssisənin, yaxud digər təşkilatın (ezamiyyə hüquqlu personalı) personalından olan işçiyə təkliddə yazmağa icazə verilir. Yerli personal varsa, həmin işçi II qrupa, yerli personal yoxdursa III qrupa malik olmalıdır. Torpaq işləri görülən zaman TN və Q “Tikintidə təhlükəsizlik texnikası”nın (9-cu bölmə) tələblərinə riayət edilməlidir.

Təşkilatı tədbirlər Ümumi tələblər

İşlərin təhlükəsiz icra olunması üçün məsuliyyət daşıyan şəxslər, onların hüquq və vəzifələri

İşlərin təhlükəsiz icra etmək üçün aşağıdakı təşkilatı tədbirlər yerinə yetirilməlidir:

- işlərin təhlükəsiz aparılması üçün məsuliyyət daşıyan şəxslərin təyin olunması;
 - naryad və ya sərəncamın verilməsi;
 - iş yerinin hazırlanmasına icazə və işə buraxma icazəsinin verilməsi;
 - iş yerinin hazırlanması və işə buraxma;
 - işlərin icrası vaxtı nəzarət aparılması;
 - digər iş yerinə keçirmək;
 - iş vaxtı fasilələrin və işin qurtarmasının qeyd olunması;
- İşin təhlükəsiz icrası üçün aşağıdakı şəxslər məsuliyyət daşıyırlar:
- naryad və ya sərəncam verən şəxslər;

- işlərin rəhbəri;
- iş yerinin hazırlanmasına və işə buraxmaq icazəsi verən şəxslər;
- iş yerini hazırlayan şəxs;
- işə buraxan şəxs (iş yerini hazırlayan və işə buraxan şəxs eyni işçi ola bilər)
- iş icraçısı;
- nəzarətçi;
- briqada üzvü;

Naryad və sərəncam verən şəxs işin təhlükəsiz icra olunması imkanını təyin edir. O, naryadda göstərilən təhlükəsizlik tədbirlərinin kifayət və tam olması, briqada tərkibinin sayı və keyfiyyəti, məsul şəxslərin təyin olunması, həmçinin naryadda göstərilən işçilərin elektrik təhlükəsizliyi üzrə qrupunun görülməli işlərə uyğun olması üçün **məsuliyyət daşıyır**.

Naryad və sərəncam vermək hüququ müəssisənin və onun struktur bölmələrinin inzibati-texniki personalından V qrupu olan işçilərə verilir.

Naryad vermək hüququ olan inzibati-texniki personal yoxdursa, təcili işlər görmək üçün həmin elektrik qurğusunun IV qrupu olan **növbətçi personalına naryad və sərəncam vermək icazəsi verilməlidir**. Bu halda növbətçi personala həvalə olunan naryad vermə hüququ rəhbərliyinin yazılı göstərişi ilə rəsmiləşdirilməlidir.

Naryadda göstərilən bütün təhlükəsizlik tədbirlərinin kifayət dərəcədə olmasına və yerinə yetirilməsinə, işə buraxan şəxs və iş icrasının briqada ilə aparıldığı təlimatın tam və keyfiyyətli olmasına, həmçinin işin icrasının təhlükəsiz təşkil olunmasına **iş rəhbəri cavabdehdir**.

İş rəhbəri V qrupu olan mühəndis-texnik işçilərdən təyin olunmalıdır. İşin ayrı-ayrı mərhələlərini bilavasitə iş rəhbərinin nəzarəti və rəhbərliyi ilə aparmaq zəruri olarsa, naryadı verən

şəxs bu barədə naryadın “Müxtəlif göstərişlər”sətrində qeyd etməlidir.

İşin icrası üçün nəzərdə tutulmuş avadanlığı açmaq və torpaqlamaq tədbirlərinin kifayət dərəcədə olması və bunları yerinə yetirmək imkanının yaradılması, həmçinin işə buraxılan briqadaların iş vaxtının və yerinin əlaqələndirilməsi üçün məsuliyyəti **iş yerini hazırlamaq və işə buraxmaq icazəsini verən şəxs daşıyır.**

İş yerini hazırlamağa və işə buraxmağa icazə verən şəxs avadanlığı açmaq və torpaqlamaq üzrə əvvəlcədən görülmüş əməliyyatlar barədə iş yerini hazırlayan növbətçi, yaxud operativ-təmir personalından olan şəxsə xəbər verməyə borcludur.

İş yerini hazırlamaq və işə buraxmaq üçün icazəni IV qrupu olan növbətçi personal vəzifə təlimatına uyğun olaraq və müəssisə üzrə göstərişlə təyin olunmuş inzibati-texniki personalından olan işçilər verə bilirlər.

Naryadda göstərilən və işin şəraiti uyğun tələb olunan tədbirlərin (lövhələrin asılması, çəpərlənmənin qoyulması, bəzi yerlərin qıfıllanması və s.) düzgün və dəqiq yerinə yetirilməsinə **iş yerini hazırlayan şəxs cavabdehdir.**

İş yerini hazırlamağa həmin elektrik qurğusunda operativ əməliyyat aparmağa icazəsi olan növbətçi və ya operativ-təmir personalından olan işçinin hüququ vardır. Yerinə yetirilmiş təhlükəsizlik tədbirlərinin düzgün və kifayət olmasına, onların naryadda göstərilən tədbirlərə, işin və iş yerinin xarakterinə uyğun olmasına, işə düzgün buraxmağa, həmçinin apardığı təlimatın tam və keyfiyyətli olmasına **işə buraxan şəxs cavabdehdir.**

HX-də işə buraxmaq istisna edilməklə, işə buraxan şəxslər 4.1.13-cü bənddə göstərilənləri yerinə yetirmək şərti ilə növbətçi, yaxud operativ-təmir personalından təyin olunmalıdır. 1000V yüksək olan elektrik qurğularında işə

buraxan şəxs IV qrupa, 1000V qədər olan elektrik qurğularında isə III qrupa malik olmalıdır.

İş icraçısı aşağıdakılara cavabdehdir:

- hazırlanmış iş yerinin naryadın göstərişinə uyğun olmasına:

- briqada üzvləri ilə tam və düzgün təlimat aparılmasına:

- lazımı mühafizə vasitələrinin, alət, avadanlıq və ləvazimatların əldə olmasına, sazlığına və düzgün istifadə edilməsinə:

- iş yerində çəpərlərin, təhlükəsizlik lövhələri və nişanlarının, bağlayıcı tərtibatların saxlanılmasına:

- işlərin təhlükəsiz aparılmasına və bu Qaydalara riayət olunmasına:

İş icraçısı briqada üzvlərinə daim nəzarət etməli, sərxoş vəziyyətdə olan briqada üzvlərini işdən kənar etməlidir.

1000V yüksək olan elektrik qurğularında naryad üzrə aparılan işlərin iş icraçısı IV qrupa, 1000V qədər olan elektrik qurğusunda isə III qrupa malik olmalıdır. Ziyanlı qaz əmələ gəlməsi ehtimalı olan yeraltı qurğularda və gərginlik altında aparılan işlərdə iş icraçısının IV qrupu olmalıdır. Elektrik qurğularında müstəqil iş aparmaq hüququ olmayan işçilərin briqadasına nəzarət etmək üçün nəzarətçi təyin olunmalıdır.

Nəzarətçi aşağıdakılara cavabdehdir:

- hazırlanmış iş yerinin naryad göstərişinə uyğun olmasına:

- iş yerində torpaqlama, çəpərlənmə, təhlükəsizlik üzrə lövhə və nişanların, intiqalı bağlayıcı tərtibatın olmasına və saxlanılmasına:

- biri qada üzvlərinin elektrik cərəyanından zədələnmə təhlükəsizliyinə.

İşin texnoloji xassəsi ilə əlaqədar olan təhlükəsizliyi üçün məsuliyyəti briqadaya rəhbərlik edən şəxs daşıyır. Bu

şəxs briqadanın heyətinə daxildir və həmişə iş yerində olmalıdır. Onun soyadı naryadın “Müxtəlif göstərişlər” sətrində yazılır;

III qrupu olan işçilər nəzarətçi təyin edilə bilərlər.

Bu Qaydaları, işə buraxılan və iş vaxtı onunla aparılan təlimatın göstərişlərini, həmçinin əmək mühafizəsi üzrə yerli təlimatın tələblərini yerinə yetirmək briqadanın hər bir üzvünün borcudur.

İşçilərə həvalə edilən naryad və sərəncam vermək, iş rəhbəri, və iş icraçısı olmaq, işə buraxmaq (operativ-təmir personalı işçilərinə) hüququ , həmçinin elektrik qurğusunda təklidə baxış aparmaq hüququ müəssisə rəhbərliyinin yazılı göstərişi ilə rəsmiləşdirilməlidir.

12.2 cədvəlində göstərilən məsul şəxslərin vəzifələrindən ancaq birinin birləşdirilməsinə yol verilə bilər.

HX-də işləyərkən iş yerini hazırlamaq üçün kommutasiya aparatlarından istifadə etmədən yalnız gərginliyin olmamasını yoxlamaq və iş yerində səyyar torpaqlama qoymaq tələb olunarsa, onda operativ təmir personalından olan iş rəhbərinə yaxud iş icrasına işə buraxma vəzifəsini yerinə yetirmək icazəsi verilə bilər.

Cədvəl 12.2.

Məsul şəxslərin vəzifələrinin birləşdirilməsi

Məsul şəxs	Birləşdirilən vəzifələr
Naryad verən	-İş rəhbəri -Yerli növbətçi personalı olmayan elektrik qurğularında işə buraxan
İş rəhbəri	-İş icraçısı
Operativ təmir personalından olan iş rəhbəri	-Yerli növbətçi personalı olmayan elektrik qurğularında işə buraxan
Operativ təmir personalında olan iş icraçısı	

IV qruplu iş icraçısı	-Sadə və əyani sxemli elektrik qurğularında işə buraxan
Operativ-təmir personalından olan işə buraxan	-4.11.18 bəndində nəzərdə tutulan hallarda işə buraxan
	-Briqada üzvü

Naryad və sərəncam verilməsi

Naryad iki nüsxədə, telefon və radio vasitəsilə veriləndə isə üç nüsxədə yazılır. Son halda naryad verən şəxs bir nüsxəni yazır, naryadın mətnini telefoqram şəklində qəbul edən şəxs isə naryadı iki nüsxədə doldurur, təkrar yoxlayandan sonra naryad verənin imzası olan yerdə onun soyadını, adını göstərir və naryadın düz yazılmasını öz imzası ilə təsdiqləyir. İş icraçısı eyni zamanda işə buraxan vəzifəsinə təyin olunarsa, naryadın verilmə üsulundan asılı olmayaraq, naryad 2 nüsxədə yazılır və onun biri naryad verən şəxsə qalır.

Yerli şəraitdən asılı olaraq (dispedçer məntəqəsinin yerləşməsindən) naryadın bir nüsxəsi iş yerini hazırlamağa və işə buraxmağa icazə verən şəxsə (dipədçerdə) qala bilər.

Bir iş rəhbərinə verilən naryadların sayını naryad verən müəyyən edir. İşə buraxan şəxsə və iş icraçısına (nəzarətçiyə) naryad və sərəncam üzrə növbə ilə işə buraxmaq və iş aparmaq üçün bir neçə naryad bir dəfəyə verilə bilər. İşə başlayan günün də nəzərə alınması şərti ilə, naryadı 15 təqvim günü müddətinə verilməsinə icazə verilir. Naryadın davametmə müddəti bir dəfə, uzadılma günü də hesaba alınmaqla, 15 təqvim günündən artıq olmamaq şərti ilə uzadıla bilər. İşdə fasilələr dövründə də naryadın təsiri davam edir. Naryadın müddətini naryad verən işçi, yaxud bu elektrik qurğusunda naryadvermə hüququ olan digər bir işçi uzada bilər. Naryadın müddətinin uzadılmasına

icazə, işə buraxan şəxsə: iş rəhbərinə, yaxud iş icraçısına telefon və ya radio, vasitəsi ilə verilir,

yaxud qasidlə göndərilir. Belə halda o, naryadda naryadın müddətini uzadan işçinin soyadını və adını göstərir və öz imzası ilə təsdiq edir. İşləri tam qurtarmış naryadlar 30 sutka saxlanandan sonra məhv edilə bilər.

Sərəncam birdəfəlik xarakter daşıyır. Onun təsir müddəti icraçıların iş gününün müddəti ilə müəyyən edilir. İşin icrası üçün sərəncam iş icraçısına və işə buraxan şəxsə, yaxud iş yerin hazırlamaq və işə buraxmaq icazəsini verən şəxsə verilir. Yerli növbətçi personalı olmayan elektrik qurğularında iş yerinə buraxma tələb olunmursa, sərəncam bilavasitə icra edən şəxsə verilə bilər. Aparılması sərəncamla nəzərdə tutulmuş işlər, naryad verən şəxsin qərarına görə naryad üzrə də aparıla bilər. Naryad və sərəncam üzrə aparılan işlərin qeydiyyat qaydası 5-ci əlavədə göstərilir.

Qısamüddətli və təcili işlər

Yerinə yetirilməsi 1 saatdan artıq davam etməyən qısa müddətli işlərin sərəncam ilə aparılmasına icazə verilir. Belə işlər növbətçinin, yaxud operativ-təmir personalından olan şəxsin nəzarəti altında təmir heyəti, həmçinin növbətçinin və ya operativ-təmir heyətinin özü tərəfindən aparıla bilər.

Belə işlərə aşağıdakılar aiddir :

- elektrik mühərrikindən, yaxud digər avadanlıqlarından kabelin, məftilin, şinin açılması və ya birləşdirilməsi; PQ-da rele mühafizəsi, avtomatika, telemexanika, rabitə qurğu və dövrələrində, həmçinin yüksək tezlikli mühafizə və rabitə süzgəclərində aparılan işlər;

-0,4 kV HX-nin, həmçinin bütün gərginlikli KX-nin uçlarının açılması və birləşdirilməsi, kabel xətlərinin fazalaşdırılması, dövrələrinin bütövlüyünün yoxlanılması; transformatorun budaqlanmasında çevirmə əməliyyatın aparılması; yağın səviyyəsini göstərən şüşələrin və tək izolyatorların silinməsi; yağın əlavə edilməsi və nümunə

götürülməsi; yağı təmizləyən və qurudan aparatların qoşulub-
açılması; hava açarlarında manometrlərin dəyişdirilməsi;
cərəyandaşıyan hissələrin qızmasının və titrəməsinin yoxlaması;
elektrik ölçü kəlbətini ilə ölçü aparılması; məftil və şinlərin
üstündən kənar cisimlərin, HX məftillərindən ağac budaqlarının
və s. götürülməsi;

Elektrik qurğularının, dispetçer texnoloji idarəetmə
vasitələri (DTİV), istilik avtomatı və ölçmələrinin (İAÖ)
kanal və qurğularının, istehlakçıların elektrik təchizatının
normal işini pozmaq təhlükəsi yaradan və ya pozan nasazlığı
arada qaldırmaq üzrə təcili işlər;

İşlərin icraçılarının sayı, nəzarət edən işçi də daxil
edilməklə, üç nəfərdən artıq olmamalıdır; İş icra edən, yaxud
ona nəzarət aparan növbətçi və ya operativ-təmir personalından
olan şəxs:

-1000V yüksək gərginlikli elektrik qurğularında
işləyərkən - IV qrupa,

-1000V qədər olan elektrik qurğularında isə - III qrupa
malik olmalıdır . Qalan briqada üzvlərinin III qrupu
olmalıdırlar. İstehlakçıları qidalandıran birləşmələrdə
işləyərkən, onların personalını da işə cəlb etmək olar.

İş yerini hazırlamaq üçün bütün texniki tədbirlər işə
başlamazdan öncə yerinə yetirilməlidir.

İşlərin icrası üçün 1 saatdan artıq vaxt və ya 3 nəfərdən
çox insan tələb olunarsa, həmin işlər naryad üzrə aparılmalıdır.

Briqadanın tərkibi

Briqadanın tərkibi və üzvlərinin sayı, onların elektrik
təhlükəizliyi üzrə qrupu da nəzərə almaqla, işin icrasının
şərtlərindən, həmçinin iş icraçısı (nəzarətçi) tərəfindən briqada
üzvlərinə nəzarət etmək imkanından asılı olaraq müəyyən
edilməlidir.

İş icraçısının rəhbərlik etdiyi briqada üzvünün II qrupu olmalıdır. Gərginlik altında görülən işlərdə briqada üzvü III qrupa, HX-də isə IV qrupa malik olmalıdır.

Hər bir III qrupu olan briqada üzvünə görə briqadaya bir nəfər I qrupu olan işçi daxil edilməyə icazə verilir, lakin I qrupu olan işçilərin ümumi sayı 3 nəfərdən artıq olmamalıdır. Növbətçi, ondan yüksək vəzifəli növbətçinin razılığı əsasında, naryada daxil edilmədən, lakin operativ jurnalda qeyd edilmək şərti ilə, təmir briqadasının tərkibində işə cəlb oluna bilər. Briqadanın tərkibini dəyişməyə naryad verən işçiyə, yaxud bu elektrik qurğusunda həmin işə naryad vermək hüququ olan digər bir işçiyə icazə verilir. Briqadanın tərkibinin dəyişilməsi haqqında göstəriş iş buraxan şəxsə, iş rəhbərinə və iş icraçısına telefon, radio, yaxud qasid vasitəsilə çatdırıla bilər ki, o dəyişiklik barədə göstəriş verənin soyadını və adını naryadda yazır və imza edir. Briqadanın tərkibinə daxil edilən işçilərlə iş icraçısı təlimat aparmalıdır. İş rəhbərini, yaxud iş icraçısını, həmçinin briqadanın tərkibinin yarından çoxu dəyişəndə, naryad yenidən verilməlidir.

İş buraxmaq və iş yerini hazırlamaq üçün icazənin verilməsi

İş yerinin hazırlanmasını və işə buraxmanı yalnız növbətçidən və ya buna səlahiyyətli şəxsdən icazə alandan sonra aparmaq olar. İstilik avtomatı və ölçmələri (İAÖ) qurğularında işə buraxma bu halda müstəsna təşkil edir. İş yerini hazırlayan və personalı işə buraxan şəxsə bu icazə şəxsən telefon və ya radio vasitəsilə, qasidlə, yaxud da yaxınlıqdakı yarımstansiyanın növbətçisi vəsiti ilə verilə bilər. Belə bir icazəni əvvəldən vermək qadağandır. Briqadanı yalnız bir naryad üzrə işə buraxmağa icazə verilir.

İş yerinin hazırlanması və işə buraxma

İş yerini hazırlamaq üçün naryadda nəzərdə tutulan tədbirləri dəyişmək qadağandır. Ancaq iş yerini hazırlamaq tədbirlərinin düz və kifayət qədər olmasına və işin təhlükəsiz icrasına şübhə yarandıqda iş yerinin hazırlanması dayandırılmalıdır. İş icraçısı işə buraxan şəxsin də vəzifələrini yerinə yetirdiyi hallarda o, iş yerinin hazırlanmasını III prupu olan briqada üzvünün iştirakı ilə yerinə yetirməlidir. İşə buraxan şəxs işə buraxmazdan əvvəl, iş yerini hazırlamaq üçün texiki tədbirlərin yerinə yetirildiyini yəqin etməlidir. Buna şəxsən yoxlamaqla, operativ jurnaldakı qeydlər və operativ saxemlər, yaxud növbətçi, operativ-təmir və istehlakçı personalının məlumatları əsasında əmin olmaq mümkündür. İş rəhbəri və iş icraçısı (nəzarətçi) işə buraxmazdan əvvəl işə buraxan şəxsdən iş yerlərini hazırlayarkən hansı tədbirlərin görüldüyünü aydınlaşdırmalı və həmin hazırlığı iş yerində şəxsi baxış keçirməklə yoxlamalıdır. İşə buraxmazdan əvvəl, iş rəhbəri işə buraxan şəxslə birlikdə, yaxud onun icazəsilə təklikdə, iş icraçısı isə iş rəhbəri ilə yaxud işə buraxan şəxslə birlikdə iş yerinin hazırlığını yoxlamalıdır. Naryad və sərəncamla işə buraxma bilavasitə iş yerində icra edilməlidir. İş yerinin hazırlanması lazım olmayan hallarda, sərəncamla görülən işlərə iş yerində buraxmaq məcburi deyil, HX, RHX və KX-də isə bu tələb olunmur. İşə buraxılış iş yerinin hazırlığı yoxlanıldıqdan sonra həyata keçirilir. Bu vaxt işə buraxan şəxs aşağıdakıları yerinə yetirməlidir:

- briqada üzvlərini, briqadanın tərkibinin naryad və sərəncamda göstərilənə müvafiq olmasını, şəxsi vəsiqələrinə görə yoxlamalıdır;

- təlimat aparmalı, briqadanı naryad və sərəncamın məzmunu ilə tanış etməlidir; iş yerinin hüdudlarını göstərməlidir; iş yerinin yaxınlığındakı təmir olunan, qonşuluqda yerləşən avadanlıqlar və cərəyan daşıyan

birləşmələri göstərməli, gərginlik altında olub-olmamasından asılı olmayaraq onlara yaxınlaşmağın qadağan olduğunu söyləməlidir;

- briqadaya gərginliyin olmadığını qoyulmuş torpaqlamaları göstərməklə, yaxud iş yerindən torpaqlama görünürsə, gərginliyin olmadığını yoxlamaqla, 35 kV və ondan alçaq olan elektrik qurğularında isə cərəyan daşıyan hissələrə əllə toxunmaqla (konstruksiya buna imkan verirsə) sübut etməlidir;

İşə buraxan şəxsdən əlavə olaraq işə buraxarkən iş icraçısı da briqada ilə təlimat aparmalıdır. O, işlərin təhlükəsiz aparması tədbirləri, o cümlədən işin texnoloji xüsusiyyətləri, tətbiq olunacaq alət, ləvazimat, mexanizm və yükqaldıran maşınlardan istifadə barədə təlimatlandırılmalıdır. Ehtiyac yaranarsa, iş rəhbəri də təlimata əlavə verə bilər. Təlimatın aparılması və işə buraxmanı işə buraxan şəxs və iş icraçısı (nəzarətçi) naryadın 3-cü cədvəlində tarix və saatını göstərməklə qeyd edib, imzaları ilə rəsmiləşdirillər. İşə buraxma zamanı təlimatın keçirilməsini təlimat jurnalında qeyd etmək tələb olunmur. İşə buraxma naryadın hər iki nüsxəsində qeyd olunur ki, onlardan biri iş icraçısında (nəzarətçidə), ikincisi isə növbətçi, yaxud operativ-təmir personalından olan işə buraxan şəxsə qalmalıdır. İş icraçısı ilə buraxan şəxsin vəzifələri birləşdirilibsə, işə buraxma naryadın bir nüsxəsində qeyd olunur. Sərəncam üzrə aparılan işə buraxma əməliyyat jurnalında, yaxud naryad və sərəncamla görülmən işlərin qeydiyyatı jurnalında (əlavə 6) qeyd edilməlidir.

İşin icrasına nəzarət

Briqada tərəfindən təhlükəsizlik tələblərinin yerinə yetirilməsinə nəzarət işə buraxıldıqdan sonra iş icraçısına (nəzarətçiyə) həvalə olunur. O, işini elə təşkil etməlidir ki, mümkün qədər iş yerinin ən təhlükəli iş görülmən sahəsində

olub, bütün briqada üzvlərinə nəzarət edə bilsin. Nəzarətçinin öz nəzarət vəzifəsini yerinə yetirərkən ayrı bir işlə məşğul olması qadağandır. İş iradəçisinin (nəzarətçinin) iş yerini müvəqqəti tərk etməsi tələb olunarsa və onu iş rəhbəri, işə buraxan şəxs, yaxud naryad verməyə ixtiyarı olan işçi əvəz etməlidir. Əgər onu əvəz etmək mümkün olmazsa, o, briqadanı iş yerindən çıxarmalıdır (briqada PQ-dan çıxarılmalı, giriş qapılarını qıfıllamalı, adamları hava xətlərinin dayaqlarında düşürməli və s.). İş iradəçisi (nəzarətçi) əvəz olunarsa, o özü olmadığı müddətdə naryadı əvəz edən işçiyə verməlidir.

Gərginliyi 1000V qədər olan elektrik qurğularında sərəncam üzrə işləyərkən məcburi hallarda iş iradəçisinin iş yerindən müvəqqəti getməsinə icazə verilir. Bu halda iş yerində qalıb işi davam etməyə III qrupu olan bir və ya bir neçə briqada üzvünə icazə verilir. İş iradəçisinin razılığı ilə bir, yaxud bir neçə briqada üzvlərinin müvəqqəti olaraq iş yerindən getməsinə icazə verilir. Bu halda onları briqada tərkibindən çıxarmaq tələb olunmur. 1000V yüksək olan elektrik qurğularında iş yerində qalan briqada üzvlərinin sayı, iş iradəçisi də daxil olmaq şərtilə, iki nəfərdən az olmamalıdır. III qrupu olan briqada üzvləri müstəqil olaraq, I və II qrupu olan briqada üzvləri isə yalnız III qrupu olan, yaxud elektrik qurğusunda təklildə nəzarət etmək hüququ olan şəxsin müşayiəti ilə PQ-dan çıxma və iş yerinə qayıda bilərlər. PQ-dan çıxandan sonra onun qapısını qıfıllamadan, açıq qoymaq qadağandır. Qayıdan briqada üzvləri yalnız iş iradəçisinin icazəsi ilə işə başlaya bilərlər. Elektrik qurğusu yerləşən binanın qapısını qıfılla bağlamaq mümkün deyilsə, briqada üzvləri qayıdana qədər iş iradəçisinin iş yerini tərk etmək hüququ yoxdur. Bu Qaydaların pozulması aşkar olunarsa, və yaxud işləyənlərin təhlükəsizliyinə qorxusu yaranarsa, briqada iş yerindən çıxarılmalı və iş iradəçisindən naryad geri alınmalıdır. Yalnız həməən nöqsanları aradan qaldırdandan sonra, ilkin işə buraxma tələblərinə riayət edilməklə, briqada yenidən işə buraxıla bilər.

Digər iş yerinə keçirmə

Elektrik stansiyası və yarımstansiyalarının gərginliyi 1000V yüksək olan elektrik qurğularında briqadanın digər iş yerinə keçirilməsini işə buraxan şəxs yerinə yetirir. Onu iş rəhbəri və yaxud iş icraçısı da yerinə yetirə bilər. Bunun üçün naryadı verən şəxsin naryadın “müxtəlif göstəriş” sətrində başqa iş yerinə keçirilməyi ona yazılı surətdə həvalə etməlidir. Bir HX, RHX və KX-nin, elektrik stansiyası və yarımstansiyalarının gərginliyi 1000V qədər elektrik qurğularının müxtəlif iş yerlərində aparılan işlər zamanı digər iş yerinə keçirməni iş icraçısı naryadda qeyd etmədən yerinə yetirilir.

Digər iş yerinə keçirmə naryadın 3-cü cədvəlində qeyd olunur. Növbətçi, yaxud operativ-təmir personalından olan işə buraxan şəxs keçirməni yerinə yetirərəkən naryadın hər iki nüsxəsinə qeydlər edir. Elektrik stansiyası və yarımstansiyalarının elektrik qurğularında avadanlığı açmadan iş apararkən, yalnız briqadanı bir PQ-dan digərinə keçirəndə bunu naryadda qeyd etmək tələb olunur. Bütün elektrik qurğularında sərəncam üzrə görülən işlərdə digər iş yerinə keçirmənin qeyd edilməsi tələb olunmur.

İşin qurtarmasının və işdəki fasilələrin qeyd olunması (rəsmiləşdirilməsi)

İş günü müddətində olan fasilələr vaxtı (nahar üçün, işin şəraitindən asılı olaraq) briqada iş yerindən çıxarılmalı PQ-in qapıları qıfilla bağlanmalıdır. Naryad iş icraçısında (nəzarətçidə) qalır. Fasilədən sonra briqada üzvlərinin iş icraçısız (nəzarətçisiz) iş yerinə qayıtmağa ixtiyarı yoxdur. Belə fasilələrdən sonra iş icraçısı (nəzarətçi) işə, naryadda qeyd etmədən buraxır. İş gününün qurtarması ilə əlaqədar olan fasilədə briqada iş yerindən çıxarılmalıdır. Xəbərdarlıq

lövhələri, çəpərləmə, bayraqçıqlar, torpaqlamalar çıxarılmır. İş icraçısı (nəzarətçi) naryadı işə buraxan şəxsə təhvil verməlidir. Həmin şəxs yerində olmasa, naryad müəyyən edilmiş yerə, məsələn, qüvvədə olan naryadlar üçün qovluğun içərisinə qoyulmalıdır. Yerli növbətçi personalı olmayan elektrik qurğusunda iş icraçısına (nəzarətçiyə) iş günü qurtarandan sonra naryadı özündə saxlamağa icazə verilir. İş icraçısı, özündəki naryadın nüsxəsində işin qurtardığını qeyd edib, imzalayır. Sonrakı iş günləri hazırlanmış iş yerinə təkrar işə buraxılış işə buraxan şəxs və ya onun icazəsi ilə işin rəhbəri tərəfindən aparıla bilər. Bu halda işə buraxmaq üçün yuxarı operativ personalın icazəsi tələb olunmur.

İş icraçısı (nəzarətçi) briqadanı hazırlanmış iş yerinə buraxa bilər. Buna işə buraxan şəxsin icazəsi və naryadın “müxtəlif göstərişlər” sətirində ona həvalə olunması haqqında yazının olması lazımdır. Növbətçi, yaxud operativ-təmir personalından olan şəxs işə buraxarkən, onu naryadın hər iki nüsxəsində, iş rəhbəri və yaxud iş icraçısı (nəzarətçi) buraxarkən isə yalnız iş icraçısında (nəzarətçidə) olan nüsxəsində qeyd edir. Ertəsi gün işə başlayarkən iş icraçısı (nəzarətçi) lövhələrin, çəpərləmənin, bayraqçıqların öz yerlərində olmasını, həmçinin torpaqlamanın etibarlı olmasını yəqin etməli və briqadanı işə buraxmalıdır. İş tamamilə qurtarandan sonra iş icraçısı (nəzarətçi) briqadanı iş yerindən çıxarmalı, briqada tərəfindən qoyulmuş müvəqqəti çəpərləməni, səyyar lövhələri, bayraqçıqları və torpaqlamanı çıxarıb, elektrik qurğusunun qapısını açarla bağlamalı və işin qurtarmasını öz imzası ilə naryadda qeyd etməlidir. İş rəhbəri iş yerini yoxlayandan sonra naryadda işin tam qurtarmasını tərtib edir. İşin tam qurtarmasını qeyd edəndən sonra iş icraçısı (nəzarətçi) naryadı işə buraxan şəxsə təhvil verməlidir, o olmayanda müəyyən olunmuş bir yerə, məsələn, qüvvədə olan naryadlar qovluğuna qoymalıdır. İş tam qurtarandan sonra naryadı vermək üçün çətinlik törənsə, işə buraxan şəxsin, və yaxud iş yerini hazırlamaq və işə buraxmaq

icazəsini verən şəxsin razılığı ilə naryadı iş icraçısı (nəzarətçi) özündə saxlaya bilər. Bu halda, həmçinin iş icraçısı eyni zamanda işə buraxan şəxs vəzifəsini də icra edən hallarda naryad növbətçiyə, yaxud naryad verən şəxsə, uzaqdakı sahələrdə isə sahənin inzibati-texnik personalına iş icraçısı (nəzarətçi) tərəfindən növbəti iş günündən gec olmayaraq təhvil verilməlidir. İşə buraxan şəxs işin tam qurtarması qeyd olunmuş naryadı alandan sonra iş yerini yoxlamalı, işin tam qurtarması və elektrik qurğusunu işə qoşmaq mümkün olduğu barədə iş yerini hazırlamaq və işə buraxmaq icazəsi verən işçiyə məlumat verməlidir.

İşlər tam qurtarandan sonra elektrik qurğusunun qoşulması

Elektrik qurğusunun yalnız iş yerini hazırlaq və işə buraxmaq icazəsi verən, yaxud onu əvəz edən işçinin icazəsindən (sərəncamından) sonra qoşmaq olar. Elektrik qurğusunun işə qoşmaq üçün icazə (sərəncam) ancaq bu qurğuda iş yerini hazırlamaq və işə buraxmaq icazəsi verilən bütün işə buraxan şəxs və iş icraçılarından işin tam qurtarması və habelə elektrik qurğusunun qoşulması mümkün olduğu barədə məlumat alınandan sonra verilə bilər. İşin tam qurtarandan sonra elektrik qurğusunun qoşmaq icazəsini (sərəncamını) alan növbətçi, yaxud operativ-təmir heyətindən olan şəxs qoşmadan əvvəl növbətçi və yaxud operativ təmir-personalı tərəfindən iş yerinin hazırlanması zamanı qoyulmuş müvəqqəti çəpərləri, səyyar lövhə və torpaqlamanı çıxarmalı, daimi çəpərlənmələri öz yerində bərpa etməlidir.

Operativ-təmir heyətindən olan işə buraxan şəxsə işlər qurtarandan sonra elektrik qurğusunu iş yerini hazırlamaq və işə buraxmaq icazəsi verən işçinin, yaxud onu əvəz edən şəxsin icazəsi və yaxud sərəncamı olmadan da işə qoşmaq hüququ verilə bilər. Bu hüququnun verilməsi “müxtəlif göstərişlər”

sətrində yazılmalı və işə buraxan şəxsə iş yerini hazırlamaq və işə buraxmaq icazəsi veriləndə təsdiq olunmalıdır. Bu təsdiqin naryadda qeydiyyatı tələb olunmur. Belə icazəsiz qoşma hüququ həmin elektrik qurğusunda və yaxud onun sahəsində başqa briqadaların işə buraxılmadığı vaxt verilə bilər.

Qəza hallarında növbətçi heyət, yaxud işə buraxan şəxs təmir üçün dayandırılmış elektrik avadanlığı və elektrik qurğusunu briqada iş yerində olmayanda və işin tam qurtarılmasına qədər işə qoşa bilər. Bu halda iş icraçısı gələndək, yaxud naryadı geri qaytaranaqədər iş yerində, xüsusi adamlar qoyulmalı və onlar iş icraçısına elektrik qurğusunun işə qoşulması və işlərin davam etdirilməsinin qadağan edilməsi barədə xəbər verməlidirlər.

Elektrik stansiyaları və yarımstansiyalarının elektrik qurğularında, kabel xətlərində işlərin icrası zamanı təşkilatı tədbirlər.

İş rəhbərinin təyini

İş rəhbəri aşağıdakı hallarda təyin olunmalıdır:

-mexanizm və yükqaldıran maşınlar istifadə olunan işlərdə;

-1000V yüksək olan elektrik qurğularında avadanlığın işdən açılması ilə əlaqədar olan işlərdə; bu işlərdə sadə və əyani sxemi olan 4.11.3 bəndinə uyğun olaraq bütün cərəyandaşıyan hissələrdən gərginliyi çıxarılmış elektrik qurğuları, elektrik mühərrikləri və onların QPQ-da olan birləşmələri istisna təşkil edir;

-kommunikasiya və nəqliyyatın sürətli hərəkət zonasında olan kabel xətlərində (KX) və rabitə-kabel xətlərində (RKX);

Bu işlərdən əlavə naryad verən şəxsə başqa işlər üçün də iş rəhbərini təyin etmək icazəsi verilir.

Bir neçə iş yerində, birləşmələrdə və yarımstansiyalarda bir naryad üzrə aparılan işlər

Bir biləşmənin bir və yaxud bir neçə iş yerinə göstəriləndən başqa bir naryad vermək olar. Bütün cərəyan daşıyan hissələrdən, o cümlədən, HX və KX çıxış-larından gərginlik çıxarılmış və qonşu elektrik qurğusunun qapısı bağlı olan (1000V qədər gərginlikli lövhə və yığımlar gərginlik altında qala bilər) elektrik qurğusunun bütün birləşmələrində eyni vaxtda iş aparmaq üçün bir naryad vermək olar. Bu halda iş rəhbəri təyin etmək tələb olunmur. Aqreqatlar (qazan, turbin, generator) və ayrı-ayrı texnoloji qurğular (kül kənar edən sistem, şəkəkə qızdırıcı, bağlayıcı sistemlər və s.) təmirə çıxarılarəkən, həmin aqreqatın, qurğunun bütün (yaxud bir qismini) mühərriklərində işləmək üçün bir naryad və həmin aqreqatların (qurğuların) mühərriklərini doyduran PQ-nin bütün (yaxud bir qisminin) birləşmələrində işləmək üçün bir naryad vermək olar. Ancaq bir paylayıcı quruluşun birləşmələrində və eyni gərginlikli elektrik mühərriklərində işləmək üçün bir naryad verməyə icazə verilir.

Komplekt paylayıcı qurğu ilə komplektləşdirilmiş elektrik mühərrikləri və onların PQ-dakı şkaflarındakı birləşmələrində bir naryadla işləyərkən bir iş yerindən digərinə keçməni qeydlə rəsmiləşdirmək tələb olunmur və briqadanın müxtəlif iş yerlərində paylaşdırılmasına icazə verilir. Digər konstruksiyalı PQ-da isə elektrik mühərriklərinin birləşmələrində bir iş yerindən digərinə keçərkən iş buraxılış və iş naryadda qeyd etməklə rəsmiləşdirilməlidir. Seksiyanın sayından asılı olmayaraq bir sistem şini olan 6-10 kV PQ-da bütün seksiya təmirə çıxarılarəkən həmin şində və bu seksiyanın bütün (yaxud bir qismi) birləşmələrində işləmək üçün bir naryad vermək olar. Həmin seksiya hüdudlarındakı ayrı-ayrı iş yerlərinə briqada üzvlərinin paylaşdırılmasına icazə verilir. Bir elektrik qurğusunun bir və ya bir neçə birləşmələrinin ayrı-ayrı iş

yerlərində eyni vaxtda və yaxud növbə ilə iş aparılması üçün aşağıdakı hallarda bir naryad vermək olar:

- güc və nəzarət kabelləri çəkiləndə və onların yeri dəyişiləndə, elektrik avadanlıqlarının sınağı keçiriləndə, mühafizə, ölçü, bloklama, avtomatika, telemexanika, rabitə və s. qurğularının yoxlanışı aparılanda;

- bir birləşmədəki kommutasiya aparatlarını təmir edəndə (o cümlədən, onların intiqallarının digər binada yerləşdiyi hallarda);

- tunel, kollektor, quyu, xəndək və çalada bir kabel təmir ediləndə;

- iş yerləri iş icraçısının briqadaya nəzarət etməsinə imkan verən hallarda iki çalada, yaxud PQ-da və onu yanında yerləşən çalada sayı ikidən artıq olamayan kabeli təmir edəndə;

Bu halda briqada üzvlərinin ayrı-ayrı iş yerlərinə paylaşdırılmasına icazə verilir. Bir iş yerindən digərinə keçməni naryadda qeyd etmək tələb olunmur. İşə buraxmadan əvvəl bütün iş yerləri hazırlanmalıdır. Naryad üzrə iş tam qurtarana qədər hər hansı birləşmənin qoşulmaya hazırlanması, o cümlədən elektrik mühərriklərinin yoxlanması qadağandır. Briqada ayrı-ayrı iş yerlərinə paylanarsa, III prupu olan bir, yaxud bir neçə briqada üzvlərinin iş icrasından ayrı olmasına və işləməsinə icazə verilir. Bu halda iş icraçısı belə briqada üzvlərini iş yerinə gətirib, onlara işləyərkən lazımı təhlükəsizlik tədbirlərini yerinə yetirməsi barədə təlimat verməlidir.

Bir neçə yarımstansiyalarda, yaxud bir yarımstansiyanın bir neçə birləşmələrində növbə ilə eyni tipli işlərin icrası üçün bir naryad verməyə icazə verilir.

Belə işlərə aiddir:

- izolyatorların silinməsi;
- sıxacların bərkidilməsi;
- yağın əlavə edilməsi və yağ nümunəsinin götürülməsi;
- transformatorların dolaqlarının çevrilməsi;

- rele mühafizəsi, avtomatik qurğular, ölçü cihazlarının və qurğularının yoxlanılması;
- kənar mənbədən qidalanan avadanlıq vasitəsi ilə yüksək gərginlikli sınağın aparılması;
- ölçü ştanqı vasitəsilə izolyatorların yoxlanılması;
- KX-nin zədələnmiş yerinin axtarılması.

Belə naryadın müddəti 1 sutqadır.

İşə buraxma hər yarımstansiyaya və hər bir birləşməyə naryadın 3-cü cədvəlində qeyd olunmaqla rəsmiləşdirilir. Bu naryad üzrə yarımstansiyalardan birinə işə qoşulmasına icazə həmin yarımstansiyada bütün işlərin tamamilə başa çatdırılmasından sonra verilir. Sərəncam ilə bir neçə elektrik qurğularında (birləşmələrində) növbəlik əsasında işlərin aparılmasına icazə verilir.

Hava xətləri (HX), kabel xətləri (KX) və Dispedçer texnoloji idarəetmə vasitələri (DTİV) sahəsi olan paylayıcı quruluşlarda (PQ) işlərin aparılması.

PQ-nin ərazisində yerləşən HX sahələrində iş HX-nə xidmət edən heyətin verdiyi naryad üzrə aparılmalıdır. Yerli növbətçi heyəti olan elektrik qurğularında axırıncı dayaqda iş aparılarkən növbətçi, briqadaya təlimat verməli və onu həmin dayağın yanına gətirməlidir. Yerli növbətçi heyəti olmayan elektrik qurğularında xətt briqadasının iş icraçısına PQ-nun açarlarını alıb, dayağın yanına müstəqil getməsinə icazə verilir. Açıq paylayıcı quruluşun (APQ) portalları və qapalı paylayıcı quruluşun (QPQ) binalarında aparılan işlərdə xətt briqadasını iş yerinə naryadda lazımı qeyd etməklə, PQ xidmət edən növbətçi və yaxud operativ-təmir heyətindən olan şəxs yerinə yetirməlidir. PQ-nun daxilində yerləşən KX-nin sonuncu muftasında, PQ-nun ərazisində və onun kabel kanalında

yerləşən KX-də işlər KX-nə xidmət edən heyətin naryadı əsasında aparılmalıdır. KX-nin sonuncu muftasındakı işlərə buraxılış PQ xidmət edən heyət, PQ-nun ərazisində və onun kabel kanalında yerləşən kabel xətlərindəki işlərə isə PQ-ya xidmət edən növbətçi və yaxud operativ-təmir heyətinin xəbəri olmaq şərtilə, KX-nə xidmət edən heyəti tərəfindən həyata keçirilir. KX-nə ezamiyyə hüquqlu xidmət heyətinin PQ-ya xidmət edən heyətin verdiyi naryadla PQ-nun daxilində yerləşən kabelin sonuncu muftasında işə buraxıla bilər. PQ-nun daxilində yerləşən rabitə qurğularındakı işlər DTİV heyətinin verdiyi naryad üzrə aparılmalıdır. Belə işlərə buraxma PQ-ya xidmət edən heyət tərəfindən yerinə yetirilir. DTİV personalı həmin qurğularda PQ-da xidmət edən heyətin verdiyi naryad əsasında da işləyə bilər.

İşlərin sərəncamla aparılması

Cərəyandaşıyan hissələrdə gərginliyi çıxarmaq və müvəqqəti çəpərləmə qoymaq tələb olunmayan işləri sərəncam üzrə aparmaq olar. Gərginliyi 1000V yüksək olan elektrik qurğularında: kabeli açılıb, ucları qısa qapanmış və torpaqlanmış mühərriklərdə, çıxışlarından şin və kabelləri açılmış generatorlarda; PQ-da arabası yerindən çıxarılmış və arakəsmə pərdəcikləri qıfilla bağlı olan KPQ-da işləri sərəncam üzrə aparmaq olar. Gərginliyi 1000V qədər olan elektrik qurğularında: PQ-nin yığımlarında, şinlərində, paylaşdırıcı lövhələrdə və yığım şininə gərginlik verilə bilən birləşmələrdən başqa bütün işlər sərəncam üzrə aparıla bilər. İnsanların elektrik cərəyanından zədələnməsi cəhətdən çox təhlükəli olmayan binalarda yerləşən və gərginliyi 1000V qədər olan elektrik qurğularında iş icraçısı olmaq hüququna malik III qrup işçi təkliddə işləyə bilər.

Gərginlik altında olub-olmamasından asılı olmayaraq, kommutasiya aparatının intiqalı və aqrekat şkaflarında aparılan

işlərdə daxil olmaqla, ikinci dövrdə, ölçü cihazı, rele mühafizəsi, avtomatika, telemexanika və rabitə qurğularında quraşdırma, təmir və istismar işləri aparılarkən, aşağıdakılara yol verilir.

- şlərin sərəncamla aparılmasna, iş naryadla aparılarkən iş rəhbəri təyin etməməyə;

- 1000V yüksək olan cərəyandaşıyan hissələri olmayan, yaxud tam çəpərlənmiş və ya hündürlüyündən asılı olaraq çəpərləmə tələb etməyən binada yerləşmiş dövrə və qurğularda IV qrupu olan iş icraçısının təklidə işləməsinə;

- yuxarıda göstərilən qurğuları istismar edən personaldan IV prupa malik iş icraçısına eyni zamanda işə buraxan şəxsin də vəzifəsini ifa etməyə (birləşdirməyə). Bu halda o, iş yerini hazırlamaq üçün lazımı təhlükəsizlik tədbirlərini müəyyən edir. Vəzifənin belə birləşməsinə o vaxt icazə verilir ki, iş yerini hazırlamaq üçün 1000V yüksək olan dövrdə açma, torpaqlama və müvəqqəti çəpərləmə qoymaq tələb olunmasın;

- iş icraçısının yuxarıda göstərilən qurğuları qoşması və açmasına, həmçinin iş yerini hazırlamaq və işə buraxmaq icazəsini verən işçisinin razılığı üzrə mühafizə və avtomatika qurğuları vasitəsilə açarların açılıb-qoşmasını yoxlamağa.

Elektrik stansiyası və yarımstansiyalarının elektrik qurğularında III qrupu olan bir işçiyə sərəncam üzrə aşağıdakı işləri təklidə aparmağa icazə verilir:

- APQ-nin ərazisini abadlaşdırmaq, burada otu biçmək, yol və keçidləri

 - qardan təmizləmək:

- 2,5m hündür olmayan və PQ kamerasından kənarında yerləşən məftilli radio və telefon rabitə qurğularını təmir və xidmət etmək:

- PQ kamerasından kənarında yerləşən avadanlıq və çəpərlərin örtüyün üstündəki yazıları pərpa etmək:

- transformator, generator və başqa avadanlığın qurudulmasına nəzarət etmək:

-yağı təmizləyərkən və qurudarkən yağtəmizləyən və başqa yardımçı avadanlığa xidmət etmək:

-elektrik mühərriklərində, habelə transformator və kompressorların ventilyator və yağ nasoslarının mexaniki hissələrindəki işləri görmək:

-hava təmizləyən süzgəclərin yoxlanılması və onlarda sorbentin dəyişdirilməsi.

PQ-dan kənarında hündürlüyü 2,5m artıq olmayan lampaların dəyişdirilməsini və işıq cihazlarının təmizlənməsi işlərini II qrupu işçi sərəncamla təklikdə apara bilər. PQ-da kameradan kənarında 2,5m qədər hündürlükdə yerləşən işıqlandırma aparatlarının təmiri və onlara xidmət işlərini sərəncam üzrə III qrupu olan işçi təklikdə apara bilər. Cərəyandaşıyan hissələri çəpərlənmiş 1000V yüksək olan elektrik qurğuların binalarında, həmçinin idarəetmə və rele lövhələri yerləşən binalarda təmizlik işlərini II qrupu olan işçi sərəncam üzrə apara bilər. APQ-da təmizlik işlərini isə III qrupu olan işçi sərəncam üzrə təklikdə apara bilər.

Texniki tədbirlər

Texniki tədbirlər, açılmalar

Gərginlik çıxarılması tələb olunan işlərdə iş yerini hazırlamaq üçün aşağıdakı texniki tədbirlər göstərilən qaydada yerinə yetirilməlidir;

-lazımı açılmalar yerinə yetirilməli, kommutasiya aparatlarının səhvən və yaxud özbaşına işə qoşulmasını qarşısını alan tədbirlər görülməlidir;

-kommutasiya aparatının əl intiqalından və uzaqdan idarəetmə açarlarında qadağanedicilə lövhələr asılmalıdır;

-insanların elektrik cərəyanından zədələnməmələrinin mühafizəsi üçün torpaqlanması vacib olan cərəyandaşıyan hissələrdə gərginliyin olmaması yoxlanmalıdır:

-torpaqlama qoyulmalıdır (torpaqlama bıçaqları qoşulmalı, harada onlar yoxdursa, səyyar torpaqlama qoyulmalı);

-lazımı hallarda iş yeri, yaxud gərginlik altında qalan cərəyan daşıyan hissələr çəpərlənməli və çəpərlənmənin üstündə təhlükəsizlik lövhələri asılmalıdır. Cərəyan daşıyan hissələr, yerli şəraitə görə, torpaqlamadan əvvəl və yaxud sonra çəpərlənməlidir;

Gərginliyin çıxarılması tələb olunan cərəyan daşıyan hissələrdə işləyərkən aşağıdakılar açılmalıdır:

-iş aparılacaq cərəyandaşıyan hissələr;

-adamların, yükqaldıran maşın və mexanizmlərin 3.1. cədvəlində göstəriləndən az məsafəyə yaxınlaşması ehtimalı olan çəpərlənməmiş cərəyandaşıyan hissələr; Açılmış HX-də işləyərkən onun elementlərinin gərginlik altında olan digər HX-nin cərəyandaşıyan hissələrinə 3.1. cədvəlinin üçüncü qrafasında göstəriləndən az məsafəyə yaxınlaşması ehtimalı olarsa həmin hava xətti də işdən açılmalıdır. Təmir olunan hava xətti ilə birlikdə asılmış RHX də həmçinin açılmalıdır.

1000V yüksək gərginlikli elektrik qurğularında kommutasiya aparatı vasitəsilə gərginlik verilə biləcək hər bir tərəfdən gözlə görünən yerlərdə qırılma olmalıdır; belə qırılmaları şin və məftilin açılması və yaxud çıxarılması, ayrıcılarının açılması, qoruyucuların çıxarılması, həmçinin yayla avtomatik qoşulan yük açarı və qırıcıları istisna olmaqla yaradılmalıdır.

Əks-transfarmasiya halının qarşısını almaq məqsədilə, elektrik qurğusunda iş aparmaq üçün ayrılmış sahə ilə əlaqəli olan gərginlik və güc transformatoru da 1000V qədər olan tərəfdən də açılmalıdır. İş yerini hazırlayarkən əllə idarə olunan ayrıcılarını (qırıcıları) və yük açarlarını açandan sonra, onların açılmış vəziyyətdə olmasını və şuntlu birləşmələrinin olmadığını nəzərdən keçirməklə yəqin etmək lazımdır.

1000V yüksək gərginlikli elektrik qurğularında iş yerinə gərginlik verə biləcək kommutasiya aparatlarının səhvən və yaxud özbaşına işə qoşulmasının qarşısını almaq üçün bu tədbirlər görülməlidir:

-ayrıcıların, qırıcılarının və yük açarlarının əl intiqalı işdən açıq vəziyyətdə olduğu vəziyyətdə mexaniki qıfilla bağlanmalıdır;

-operativ ştanqla idarə olunan ayrıcıların stasionar çəpərləri mexaniki qıfilla bağlanmalıdır;

-uzaqdan idarə olunan kommutasiya aparatlarının intiqallarında bütün güc və idarə dövrələri açılmalı, pnevmatik intiqallarda isə bundan əlavə sıxılmış hava verən borudakı surğu bağlanıb, mexaniki qıfıllanmalı, sıxılmış hava buraxılmalı və hava klapanları açıq vəziyyətdə qoyulmalıdır;

-yüklü və yaylı intiqallardakı qoşucu yük və yaxud qoşucu yaylar qeyri- işlək vəziyyətə gətirilməlidir;

-çıxarılan arabacığı olan KPQ-nin kommutasiya aparatının səhvən qoşulmasına yol verilməməsi üçün 10.9, 10.10 bəndlərinə müvafiq tədbirlər görülməlidir;

Gərginliyi 1000V qədər olan elektrik qurğularında əl intiqallı kommu-tasiya aparatlarını açmaqla, əgər sxemdə qoruyucu olarsa, onları çıxarmaqla iş aparılacaq cərəyandaşıyan hissələrin hər bir tərəfdən gərginliyi kəsilməlidir. Sxemdə qoruyucu olmayanda, kommutasiya aparatlarının səhvən qoşulmasının qarşısını almaq üçün şkaflın qapısını və yaxud dəstəyini qıfıllamaq, düymələrin üstünü qapamaq, kommutasiya aparatının kontakt-larının arasına izoləedici təbəqə qoymaq və s. kimi tədbirlərdən istifadə edilməlidir. Gərginliyin çıxarılması uzaqdan idarə olunan kommutasiya aparatı vasitəsilə aparılıbsa, onun qoşucu sarğısı qida mənbəyindən açılmalıdır.

Aparatların konstruktiv qurluşundan və işin xüsusiyyətlərindən asılı olaraq, həmçinin şini yerindən çıxarmaq, yaxud kommutasiya aparatından və ya iş aparılan

avadanlıqdan kabeli, məftili açmaq vasitəsilə yuxarıda göstərilən tədbirləri əvəz etmək olar.

İş yerini hazırlanarkən şinin çıxarılması, kabel və ya məftilin açılmasını təmir heyətindən olan III qrupa malik işçi, növbətçi və ya operativ-təmir heyətinin nəzarəti altında apara bilər. İş yerinin yaxınlığında yerləşən və toxunmaq təhlükəsi törədən cərəyandaşıyan hissələrdən gərginlik çıxarılmalıdır və yaxud onlar çəpərlənməlidir.

Kontaktlarının açıq vəziyyəti gözlə görünməyən 1000V qədər gərinlikli kommutasiya aparatlarının (sürüşmə tipli avtomatlar, paket açarları, örtüklü açarlar və s.) açıq vəziyyətini onların sıxaclarında və yaxud çıxış şinlərində, ya da bu kommutasiya aparatları vasitəsilə qoşulan avadanlığın məftil və sıxaclarında gərginliyin olmadığını yoxlamaqla müəyyənləşdirilir.

Təhlükəsizlik lövhələrinin asılması, iş yerinin çəpərlənməsi

Gərginliyi 1000V qədər olan və qoşularkən iş yerinə gərginlik verə bilən ayrıcılarının, ayıran ayrıcılarının və yük açarlarının intiqallarında, uzaqdan idarə etmənin açar və düymələrində “Qoşma! Adamlar işləyir” lövhələri asılmalıdır. Avtomatları, açarları və ya qırıcıları olmayan 1000V qədər birləşmələrdə, lövhələr çıxarılmış qoruyucuların yerində asılmalıdır. Əməliyyat ştanqı ilə idarə olunan ayrıcılarının çəpərlənmələrində, bir qütblü ayrıcılarının isə hər fazasının intiqalında lövhə asılmalıdır. KPQ-da lövhələr tələbələrə cavab verən yerdə asılmalıdır. Ayrıcılarının pnevmatik intiqalına havanın verilməsini kəsən sürgülərdə “Açma! Adamlar işləyir” lövhəsi asılmalıdır.

İşləyən briqadaların sayından asılı olmayaraq, HX-nin, yaxud KX-ni iş üçün açmış ayrıcının intiqalında bir ədəd “Qoşma! Xətdə iş aparılır” lövhəsi asılmalıdır. Həmin lövhə iş

yerinin hazırlamaq sərəncamını verən və xətdə işləyən briqadanın sayının hesabını aparan işçinin göstərişi ilə asılmalı və çıxarılmalıdır. Gərginlik altında qalmış cərəyandaşıyan hissələri müvəqqəti çəpərləmək üçün taxta, digər izoləedici materialdan düzəldilmiş lövhə, araqat, ekrandan və s. istifadə etmək olar. Gərginliyi çıxarmadan müvəqqəti çəpərləmə qoyularkən, onlardan cərəyandaşıyan hissələrə qədər olan məsafəyə 3.1 cədvəlində göstəriləndən az olmamalıdır. 6-10 kV-luq elektrik qurğularında lazım gəlsə bu məsafə 0,35m-dək azaldıla bilər. Müvəqqəti çəpərləmənin üstündə “Dayan! Gərginlik” yazılmalı yaxud müvafiq təhlükəsizlik lövhələri bərkidilməlidir.

6-35 kV elektrik qurğularında cərəyandaşıyan hissələri çəpərləmək mümkün deyilsə, açılmış və gərginlik altında qalmış cərəyandaşıyan hissələrin arasına (məsələn, açılmış ayırıcının kontaktları arasına) izoləedici materialdan hazırlanmış qat-lövhə qoymaq olar. Bu izoləedici qat-lövhə gərginlik altında olan cərəyandaşıyan hissələrə toxuna bilər.

Belə qat-lövhələri dielektrik əlcək və izoləedici ştanq, yaxud kəlbətindən istifadə etməklə, IV və III qrupa malik iki nəfər (onlardan biri növbətçi, yaxud operativ-təmr heyətindən olmalıdır) qoymalı və çıxarmalıdır. İş yeri ilə həmsərhəd olan kamera, şkaflar və panellərin çəpərləmələrində **“Dayan! Gərginlik”** lövhələr asılmalıdır.

APQ-dakı özül və ayrı dayanan konstruksiya üzərində qurulmuş avadanlıqda işi yerdən aparılarkən, iş yeri bitki və ya sintetik lifli kəndir, ip ya da qaytanla çəpərlənməli (keçid qoymaqla), çəpərdə üzü çəpərlədən sahənin içərisinə yönəldilmiş “Dayan! Gərginlik” lövhələri asılmalıdır. Kəndirin asılması üçün iş yerini zonasına daxil edilməyən konstruksiyalardan istifadə etməyə icazə verilir, bu şərtlə ki, onlar çəpərlənən sahədən aralı qalsın. Bütün APQ-dən gərginlik çıxarılarəkən, xətt ayırıcıları üzərində üzləri hasarlanan sahədən dışarı çevrilmiş **“Dayan! Gərginlik”** lövhələri asılmış kəndirlə

çəpərlənməlidir. APQ-nin ikinci dövrəsində sərəncamla işəyərəkən iş yerinin çəpərlənməsi tələb olunmur.

HX və KX-dən başqa, elektrik qurğularında hazırlanmış iş yerlərində **“Burada işləməli”** lövhəsi asılmalıdır. APQ-də iş yerinə gediş-gəliş onunla həmsərhəd olan gərginlik altındakı sahələrdən keçirsə, həmin konstruksiyalarda aydın görünən yerlərdə **“Dayan! Gərginlik”** lövhələr qoyulmalıdır. Bu lövhələri işə buraxan şəxsin rəhbərliyi altında təmir personalından olan III qruplu işçi qoya bilər. Üzərinə qalxmağa icazə verilən konstruksiya ilə həmsərhəd olan konstruksiyaların aşağı hissəsində **“Qalxma! Öldürər”** lövhəsi asılmalıdır. İşləri aparmaq üçün qalxmağa icazə verilən stansionar nərdivan və konstruksiyaların üstündə **“Buradan qalxma!”** lövhəsi asılmalıdır. İş yerini hazırlayarkən qoyulmuş təhlükəsizlik lövhələrini və çəpərləmələri iş tam qurtarana qədər çıxarmaq, yaxud onların yerini dəyişmək qadağandır.

Gərginliyin olmamasının yoxlanması.

Gərginliyin olmamasını mütləq gərginlik göstərici ilə yoxlamaq lazımdır; cihazı işlətməzdən əvvəl onun sazlığı yoxlanmalıdır. Bu xüsusi cihazlar vasitəsilə, ya da yaxınlıqda yerləşən və gərginlik altında olması şübhəsiz olan cərəyandaşıyan hissələrə yaxınlaşdırmaqla müəyyən edir. Gərginliyi 1000V yüksək olan elektrik qurğularında gərginlik göstəricisi ilə işləyərəkən mütləq dielektrik əlcəklərdən istifadə etmək lazımdır. Gərginliyi 35 kV və ondan yüksək gərginlikli elektrik qurğularında gərginliyin olmamasını yoxlamaq üçün izoləedicilərdən istifadə etmək olar; bu məqsədlə ştanqı cərəyandaşıyan hissələrə bir neçə dəfə toxundurmaq lazımdır. Belə halda qığılcım və çartıldamanın olmaması gərginliyin olmamasının əlamətidir. Birdövrəli 330 kV və daha yüksək gərginlikli HX-də gərginliyin olmamasının yetərli əlaməti taclanmanın olmamasıdır.

Elektrik stansiyası və yarımstansiyaların elektrik qurğularında növbətçi, yaxud operativ-təmir heyətindən olan IV qruplu işçiyə - gərginliyi 1000 V-dan yüksək elektrik qurğularında, III qrupu olan işçiyə isə gərginliyi 1000 V-a qədər elektrik qurğularında gərginliyin olmamasına təkliddə yoxlamağa icazə verilir. HX-də isə bu işi iki nəfər görməlidir:

-gərginliyi 1000 V yüksək gərginlikli HX-də IV və III qrupu olan işçilər;

-gərginliyi 1000 V qədər olan HX-də III qrupu olan işçilər.

Gərginliyin olmamasınının sxemin əsli ilə (natura ilə) tutuşdurmaqla yoxlamağa aşağıdakı hallarda icazə verilir:

-Açıq sahədə yerləşən KPQ, KTM və APQ qurğularında, həmçinin HX-də dumanlı, yağışlı, qarlı hava şəraitində xüsusi gərginlik göstərici cihazlar olmayanda;

-330 kV və daha yüksək gərginlikli APQ-də və iki dövrəli 330 kV və daha yüksək gərginlikli HX-də;

Sxem əsli ilə tutuşdurularkən HX və KX-in girişlərində gərginliyin olmamasını xəttin əməliyyat tabeçiliyində olduğu növbətçi təsdiq etməlidir. HX-də sxemi əsli ilə tutuşdurmaq işi xətlərin istiqamətini və xarici əlamətlərini yoxlamaqdan ibarət olmaqla, həm də dayaqlardakı işarələr də xətlərin dispedçer adlarına uyğun gəlməlidir.

6-35 kV HX-də taxta və ya dəmir-beton dayaqlardan, həmçinin teleskopik vışkadan gərginliyin olmamasını tutum cərəyanlarının axma xassəsinə əsaslanan göstərici ilə yoxlayarkən, göstəricinin tələb olunan həssaslığını təmin etmək üçün onun işçi hissəsi torpaqlanmalıdır.

Məftilləri müxtəlif səviyyələrdə yerləşən HX-də gərginliyin olmamasını gərginlik göstərici və ya ştanqla yoxlayarkən, habelə torpaqlamanı qoyarkən alt məftildən başlayaraq, aşağıdan yuxarı davam etmək lazımdır. Məftillərin üfqü vəziyyətində isə yoxlama yaxındakı məftillərdən başlanmalıdır. Gərginliyi 1000 V-a qədər neytralı torpaqlanmış

elektrik qurğularında ikiqütblü göstərici tətbiq edilərkən, gərginliyin olmasını həm fazalar arasında, həm də hər faza ilə avadanlığın torpaqlanan gövdəsi arasında, ya da torpaqlayıcı (sıfırlanmış) məftil arasında da yoxlamaq lazımdır. Sazlığı qabaqcadan yoxlanmış voltmetrin tətbiqinə icazə verilir. “Nəzarət lampaları”ndan istifadə etmək qadağandır. Aparatın işdən açılmış vəziyyəti barədə siqnal verən qurğular, bloklama qurğuları, daimi quraşdırılmış voltmetrlər və s. ancaq gərginliyin olmamasını göstərən əlavə vasitələr sayıldığından, onların göstərişləri əsasında gərginliyin olmamasına tam qərar vermək olmaz.

Torpaqlamaların qoyulması.

Torpaqlamanı cərəyandaşmayan hissəyə gərginliyin olmamasını bilavasitə yoxlayandan sonra qoymaq lazımdır. Səyyar torpaqlama - əvvəlcə torpaqlayıcı qurğuya, onun ardınca, gərginliyin olmamasını yoxlayandan sonra cərəyandaşmayan hissəyə birləşdirilməlidir. Torpaqlama qoyma sxemləri 6-cı əlavədə göstərilir.

Səyyar torpaqlamanı əks ardıcılıqla: əvvəlcə cərəyandaşmayan hissələrdən, sonra isə torpaqlayıcı qurğudan açmaqla çıxarmaq lazımdır. Səyyar torpaqlama 1000V yüksək olan elektrik qurğularında dielektrik əlcək geyinmək şərti ilə izoləedici ştanqdan istifadə etməklə qoymalı və çıxarmalıdır. Səyyar torpaqlamanın sıxacını həmin ştanqla, yaxud bilavasitə dielektrik əlcək geynilmiş əllə bərkitmək lazımdır.

Elektrik stansiyası və yarımstansiyalarının elektrik qurğularında torpaqlamalarının qoyulması.

Gərginliyi 1000V yüksək olan elektrik qurğularında gərginlikdən açılmış sahənin gərginlik verilə bilən hər bir tərəfindəki fazaların (qütblərin) cərəyandaşıyan hissələri torpalanmalıdır. İşləmək üçün açılmış şin yığımlarında bir torpaqlamanın qoyulması kifayətdir (əlavə 6).

Açılmış xətt ayrıcısında işləyərkən, ayrıcıdakı torpaqlayıcı bıçaqların sayından asılı olmayaraq, HX tərəfdəki eniş məftillərində, ayrıcının hərəkəti zamanı sökülməyən əlavə torpaqlama qoyulmalıdır. Torpaqlanmış cərəyandaşıyan hissələr gərginlik altında olan hissələrdən gözlə görünən qırılma ilə ayrılmalıdır. Üzərində iş aparılan avadanlıqlarda qoyulan torpaqlamalar, bilavasitə cərəyandaşıyan hissələrdən, açıq vəziyyətdə olan açarlar, qırıcılar, yük açarları, çıxarılmış qoruyucular, yaxud da sökülmüş şin və məftillərlə ayrıla bilirlər. Torpaqlanmış iş yerindəki cərəyandaşıyan hissələr təsirlənmiş gərginliyə (potensiala) məruz qala biləcək hallarda, həmin iş yerinə əlavə torpaqlama qoyulur.

Səyyar torpaqlama məftili cərəyandaşıyan hissələrin boyadan təmizlənmiş yerinə bağlanmalıdır. Gərginliyi 1000V qədər olan PQ, şin yığımlarının, lövhələrinin, gərginlik yığımlarının elektrik qurğularında işləyərkən, şinlərdən (izoləedilmiş şinləndən başqa) gərginlik çıxarılmalı və şinlər torpaqlanmalıdır. Bu PQ, birləşmələrin, lövhələrin, yığımların və onlara qoşulmuş avadanlıqların torpaqlanmasının vacibliyini və imkanını naryad və sərəncam verən şəxs müəyyənləşdirir. Görüləcək işin xarakterindən asılı olaraq (izolyasiya müqavimətinin ölçülməsi və s.) iş yerinin hazırlayanda qoyulmuş torpaqlamaları müvəqqəti olaraq çıxarmaq olar.

Torpaqlamanı müvəqqəti çıxarıb və təkrar qoyulmasını növbətçi, opertiv-təmir heyəti, yaxud naryad verən şəxsin göstərişi ilə iş icraçısı yerinə yetirir. Torpaqlamaların müvəqqəti çıxarılmasına, həmçinin bu əməliyyatların iş icraçısı tərəfindən aparılmasına icazənin verilməsi, habelə torpaqlamaların harada və hansı məqsəd üçün çıxarılması barədə

naryadın “müxtəlif göstərişlər” sətrində qeydlər edilməlidir. Konstruksiya etibarlı ilə torpaqlamanın qoyulması təhlükəli olan və ya mümkün olmayan elektrik qurğularında (məsələn, bəzi paylayıcı qutularda, QPQ-nin bəzi növlərində, fazaları şaquli yerləşən yığımlarda) iş yerini hazırlayarkən torpaqlamanı qoymayıb, onun əvəzinə ayrıcıların bıçaqlarına dielektrik qapaqların geyindirilməsi, ya da kommutasiya aparatlarının kontaktları arasına izoləedici təbəqənin yerləşdirilməsinə icazə verilir. Gərginliyi 1000V qədər olan elektrik qurğularında torpaqlamanı qoymaq və çıxarmaq əməliyyatlarını III qrupu olan növbətçi, yaxud operativ- təmir heyətindən olan işçiyə təkliddə aparmağa icazə verilir. Gərginliyi 1000V yüksək olan elektrik qurğularında:

-səyyar torpaqlamanı iki nəfər: biri IV qrupu olan (növbətçi yaxud operativ-təmir heyəti), o biri isə III qrupu olan qoymalıdır; əsas sxemdə torpaqlama qoyularkən III qrupu olan işçi təmir heyətindən, torpaqlama istehlakçının birləşməsinə qoyularkən isə istehlakçının heyətindən ola bilər. Uzaqda yerləşən yarımstansiyanın əsas sxemdə torpaqlama qoyularkən inzibati-texniki heyət və yaxud dispetçerin icazəsi ilə III qrupu olan ikinci şəxs istehlakçı heyətindən olmasına icazə verilir.

-torpaqlayıcı bıçağı IV qrupu olan növbətçi, operativ-təmir heyətindən olan işçi təkliddə qoşa bilər;

-III qrupu olan növbətçi və yaxud operativ-təmir heyətindən olan işçi təkliddə torpaqlayıcı bıçağı açar bilər və səyyar torpaqlamanı çıxara bilər.

Elektrik sahəsinin təsiri zonasındaki açıq paylaşımcı qurğuda (APQ) və HX-də aparılan işlər.

Gərginliyi 330 kV və ondan yüksək olan APQ-da və HX-də elektrik sahəsinin təsiri olan zonasında görülən işlərdə işləyən adamların həmin zonada olma müddətinin DS-84 tələbinə uyğun mədudlaşdırmaq lazımdır. Gərginliyi 5 kV/m-ə qədər olan elektrik sahəsində qalma müddəti məhdudlaşdırılmır. Gərginliyi

20 dən 25 kV/m qədər olan zonada qalma müddəti 10 dəqiqədən artıq olmamalıdır. Gərginliyi 25 kV/m-dən artıq olanda mühafizə vasitələrindən istifadə etmək lazımdır. Bu halda işin müddəti bir iş günü ilə məhdudlaşır. 5-dən 20 kV/m-ə qədər gərginliyi olan elektrik sahəsində (məüyyən gərginlik səviyyəsindəki) yolverilən qalma müddəti:

$$T = \frac{50}{E} - 2 \text{ tənliyi üzrə hesablanır}$$

burada: T- yolverilən müddət, saat, E-nəzarət edilən zonada təsir göstərən elektrik sahəsinin gərginliyidir, kV/m. Göstərilən tənlik üzrə hesablamaya əsasən, gərginliyi 10 kV/m olan elektrik sahəsində yolverilən qalma müddəti 180 dəqiqə, gərginliyi 15 kV/m olanda isə 80 dəqiqə təşkil edir. Bu bəndin tələbləri heyətin elektrik boşalmalarına məruz qalmayacağı hal üçün etibarlıdır. Elektrik sahəsində yol verilən müddətdə ya birdəfəlik qalmaq olar, ya da bu müddət iş günü ərzində bölüşdürülə bilər. Qalan iş vaxtı ya mühafizə vasitələrindən istifadə etmək, ya da 5kV/m-dək gərginlikli elektrik sahəsində qalmaq lazımdır. Elektrik sahəsinin gərginliyi, həmçinin təsir və ekranlama zonalarının sərhədləri ölçmələrin nəticələri ilə müəyyənləşdirilir. Bütün hallarda pozulmamış elektrik sahəsinin gərginliyi iş əsasında adamın ola biləcəyi bütün zona üzrə ölçülməlidir. Avadanlığın və konstruksiyaların üstünə çıxmadan görülən işlərdə ölçmələr aşağıdakı qaydada aparılmalıdır:

-mühafizə vasitələrinin olmadığı halda- yerdən 1,8m hündürlükdə;

-kollektiv mühafizə vasitələrindən istifadə edəndə - yerdən 0,5; 1,0 və

1,8m hündürlükdə;

Konstruksiya, ya da avadanlığın üstünə çıxmaqla görülən işlərdə (mühafizə vasitələrinin olub-olmamasına baxmayaraq) ölçmələri iş yerinin meydançasından 0,5; 1,0 və 1,8 hündürlükdə

və avadanlığın torpaqlanmış cərəyandaşıyan hissələrindən 0,5 m məsafədə aparılmalıdır.

Nəzarət olunan zonada qalma müddəti ölçülən gərginliyin ən yüksək kəmiyyətinə (qiymətinə) görə təyin edilir.

Mühafizə vasitələri kimi:

-stasionar, səyyar və gəzdirilən ekranlayıcı qurğudan;

-maşın və mexanizmlərdə qurulmuş sökülən ekranlayıcı qurğudan;

-ekranlayıcı komplektlərdən istifadə etmək olar;

Ekranlayıcı qurğular DS-85 tələblərinə cavab verməlidir.

Maşın və mexanizmlərin, səyyar emalatxanaların və laboratoriyaların torpaqlanmış kabina və kuzovlarında, həmçinin dəmir-beton binalarda, dəmir-beton tavanlı, metal karkaslı və ya torpaqlanmış metal damlı kərpic binalarda elektrik sahəsi olmadığından, mühafizə vasitələrinin tətbiq olunması tələb olunmur.

Səyyar və gəzdirilən ekranlayıcı qurğular qurulduqları yerdə torpaqlayıcı qurğuya, ya da torpaqlayıcı qurğuya birləşdirilmiş metal konstruksiyalara en kəsimi 10 mm^2 -dən az olmayan çoxtellə mis məftillə birləşdirilməklə torpaqlanmalıdır.

Sökülən ekranlayıcı qurğular üzərində quraşdırıldıqları maşın və mexanizmlərlə qalvanik birləşməsi olmalıdır. Maşın və mexanizmlər torpaqlanıbsa, sökülən ekranlayıcı qurğu üçün əlavə torpaqlama qoymaq tələb olunmur. Fərdi ekranlayıcı komplektlər cərəyan keçirən altlıqlı xüsusi ayaqqabıların tətbiqi ilə torpaqlanır. İzoləedici əsasın (rənglənmiş metal, izolyator, taxta və s.) üstündə dayanıb işləyərkən, ya da torpaqlanmış konstruksiyalarda mühafizəsiz (əlcəksiz) əllə toxunmaq lazım gələn işlər zamanı ekranlayıcı paltar, torpaqlanmış konstruksiyaya, yaxud torpaqlayıcı qurğuya en kəsiyi 10 mm^2 olan xüsusi əyilkən (elastik) keçirici vasitəsilə birləşdirilərək əlavə torpaqlanmalıdır.

1000V qədər gərginlik altında olan cərəyandaşıyan hissələrə toxunulması mümkün olan, həmçinin avadanlıqların

sınağı (sınaqları bilavasitə yüksədilmiş gərginliklə keçirilən şəxslərə aiddir) və elektrik qaynağı işlərində ekranlayıcı komplektlərin tətbiq olunması qadağandır. Belə işlərdə işləyən işçilərin mühafizəsi ekranlayıcı qurğulardan istifadə etməklə aparılmalıdır. Açılmış cərəyandaşıyan hissələrin sahələrində işləyərkən, induksiyanlanmış potensialı çıxarmaq üçün bu hissələri torpaqlamaq lazımdır. Açılmış, lakin torpaqlanmamış cərəyandaşıyan hissələrlə mühafizə vasitələrsiz toxunmaq qadağandır. torpaqdan izolə oluna biləcək təmir ləvazimatları və qurğuları da torpaqlanmalıdır. Elektrik sahəsinin təsiri zonasında olan pnevmatik təkərli maşın və mexanizmlər torpaqlanmalıdırlar. Onlar həmin zonada hərəkət edərkən induksiyanlanmış potensialı çıxarmaq üçün onların şassi və ya gövdəsinə yerlə sürünən zəncirbənd asmaqla lazımdır. Elektrik sahəsinin təsiri olan zonada maşın və mexanizmlərə yanacaq və süngü materialları doldurmaq qadağandır. Elektrik sahəsinin gərginliyindən və orada aparılan işin müddətindən asılı olmayaraq, elektrik sahəsinin təsiri olan zonada yerləşən avadanlıq və konstruksiyalara qalxarkən mühafizə vasitələrindən istifadə olunmalıdır. Teleskopik vışqa, yaxud hidravlik qaldırıcı vasitəsi ilə konstruksiyalara qalxarkən onların zənbili (beşiyi) ekranla təchiz olunmalı, yaxud ekranlayıcı komplekdən istifadə edilməlidir.

Adam ekranlama zonasında olarkən, APQ-nun konstruksiyalarının daxilində, həmçinin də güc transformatorun qaz və yağın səviyyəsi relələrinə qalxarkən elektrik sahəsi təsirindən mühafizə vasitələrindən istifadə etməyə bilər. Heyət APQ-da baxış apararkən və iş yerinə gedərkən, hərəkət üçün müəyyən olunmuş xüsusi marşrutla hərəkət etməlidir.

Akkumulyator batareyaları

Akkumulyator yerləşən otaqlar həmişə qifilla bağlı olmalıdır. Bu otaqları baxış keçirən və orada işləyən şəxslərə

qapının açarları ümumi qayda ilə verilməlidir. Akkumulyator otaqlarında siqaret çəkmək, ora odla daxil olmaq, elektrik qığılcımı verə bilən aparat və alətlərdən istifadə etmək qadağandır. Akkumulyator otağının qapısında **“Akkumulyator otağı”, “Oddan qorxuludur”, “Siqaret çəkmək qadağandır”** yazılmalı və ya DS-76 standartına müvafiq, açıq oddan istifadə etməyi və siqaret çəkməyi qadağan edən təhlükəsizlik işarələri asılmalıdır.

Akkumulyator otaqlarındakı çəkici-sorucu ventilyasiya qurğusu akkumulyatorların doldurulmasına başlamazdan əvvəl işə salınmalı və daxiləki qazın çölə tam sorulmasından sonra (doldurulma qurtardıqdan 1,5 saat tez olmayaraq) işdən açılmalıdır.

Hər bir akkumulyator otağında:

-elektrolit hazırlamaq və onu qablara əlavə etmək üçün 1,5-2,0 litr həcmli lüləli şüşə və ya saxsı qab (dolça);

- neytrallaşdırıcı məhlul qismində akkumulyator batareyası otağında turşulu batareyalar üçün içməli soda məhlulu, qələvi batareyalar üçün isə borat turşusu, yaxud sirkə cövhəri olmalıdır.

Elektrolit, distillə edilmiş su və neytrallaşdırıcı məhlullar olan qabların üstündə müvafiq yazılar olmalıdır (adları göstərilməlidir). Turşunu, üzərində adı yazılmış birkalı, sürtülüb kipləşən tıxaclı şüşə qablarda saxlamaq lazımdır. Batareyaların istismarı üçün kifayət qədər turşu dolu qablar və boş şüşələr akkumulyator batareyalarının yaxınlığında ayrıca otaqda saxlanılmalıdır. Şüşələr döşəmənin üzərində, zənbillərin (səbətlərin) və ya taxda qutuların (yeşiklərin) içərisində yerləşdirilməlidirlər. Turşu, qurğusunun və qələvi maddələrlə xüsusi hazırlıqlı adamlar işləməlidir. Turşu və qələvi olan qabları iki nəfər fəhlə daşmalıdır. Qablar səbətlə birlikdə dəstəkləri olan xüsusi taxda qutuda (yeşikdə) və ya qablar səbətlə birlikdə hündürlüyünün 2/3 qədər içərisində yerləşdirilə

bilən, ortası deşikli, qıraqları çəpərlənmiş xüsusi xərəkdə daşımaq lazımdır.

Elektrolit hazırlayarkən dolçadan turşunu distillə edilmiş su olan saxsı və ya istiyyə dözümlü qaba nazik şırımla (məhlul sürətlə qızmasın deyə) yavaş-yavaş tökmək lazımdır. Bu müddət ərzində elektroliti şüşə və ya turşuya dözümlü plastmas çubuq ilə daima qarışdırmaq lazımdır. Suyu turşuya tökməklə elektrolit hazırlamaq qadağandır. Hazır elektrolitə su tökmək olar.

Turşu və qələvilərlə işləyərkən kostyum (turşu ilə işləyərkən kobud yun parçadan, qələvi ilə işləyərkən isə pambıq parçadan hazırlanmış), rezin uzunboğaz çəkmə (şalvarın altına salınmaqla) və ya qaloş, rezin döşlük geyinmək, qoruyucu eynək və rezin əlcək taxmaq lazımdır. Qələvi qırıqlarını xüsusi ayrılmış yerdə, kobud kisə parçasına büküb narınlamaq lazımdır. Akkumulyator otağında lövhələrin lehəmlənməsi işlərin aparılmasına aşağıda göstərilən şərtlərlə icazə verilir:

-lehəmləmə işləri batareyanın doldurulması qurtarandan ən azı 2 saat sonra aparılmalıdır. Daimi doldurma rejimində işləyən batareyalar işin başlanmasına 2 saat qalmış boşalma rejiminə keçirilməlidirlər;

-batareya otağı iş başlanana qədər 2 saat müddətində ventilyasiya olunmalıdır;

-lehəmləmə zamanı batareya otağı fasiləsiz ventilyasiya edilməlidir;

-lehəmləmə yeri digər batareyalardan odadavamlı lövhələrlə çəpərlənməlidir;

-qurğusun və onu birləşmələri zəhərlənmədən qorunmaq üçün xüsusi ehtiyat tədbirləri görülməli və akkumulyator batareyalarının istismarı və təmiri təlimatlarına uyğun iş rejimini müəyyən edilməlidir;

-işlər naryad üzrə görülməlidir.

Ezamiyyətdəki heyətin işi

Ezamiyyətdə olan heyyyətə: həm rayon energetika idarəsinin (birliyinin) şöbə və xidmətlərinin, enerjinəzarət müəssisələrinin, enerji sisteminin istismar, təmir və sazlama müəssisələrinin (elektrik stansiyalarının, elektrik və istilik şəbəkələrinin, təmir zavodlarının, enerjisazlama müəssisələrinin), istehsal zavodlarının, elmi-tədqiqat institutlarının, Azərbaycan Respublikası Yanacaq və Energetika Nazirliyinin təmir və sazlama idarələrinin heyyyəti, həmçinin digər idarə və istehlakçıların elektrik stansiyaları və istilik müəssisələri şəbəkələrinin fəaliyyət göstərən elektrik qurğularında iş aparmaq üçün göndərilən və onların ştatında olmaya bilən heyyyət də aiddir.

Ezam olunan heyyyətə, TQİ (Tikinti-quraşdırma İdarəsi) tərəfindən fəaliyyət göstərən elektrik qurğularında iş aparmaq üçün göndərilmiş quraşdırıcı heyyyət də aid edilə bilər. Bu heyyyətin ezam olunan heyyyətə aid edilməsi haqqında qərarı elektrik avadanlığını istismar edən müəssisənin baş mühəndisi TQİ-nin rəhbərliyi razılaşırdırandan sonra qəbul edir. Ezam olunan heyyyətin elektirk qurğularında işə buraxılması bu Qaydalara uyğun həyata keçirilir. Ezam olunmuş heyyyətin üzərində onun bu Qaydaların bilməsi haqqında biliyinin yoxlanması və elektrik təlükəsizliyi üzrə qrupun verilməsi barədə ezamedən müəssisə (idarə) tərəfindən verilmiş müəyyən formalı vəsiqə olmalıdır. Ezamedən müəssisə, hansı işçilərin rəhbər, iş icraçısı, nəzarətçi və briqadanın üzvü təyin oluna bilməsini, həmçinin uzun müddətli iş zamanı hansı işçilərin naryad vermək hüququna malik ola bilməsini yazılı surətdə göstərməlidir. Ezam olunmuş heyyyət işçilərindən

fəaliyyətdə olan elektrik qurğularında kimin rəhbər, iş icraçısı və ya briqada üzvü kimi işləməsi hüququ istismar edən müəssisənin rəhbərliyi ezamedən müəssisənin məktubuna darkənar qoymaqla və yaxud yazılı sərəncam verməklə rəsmiləşdirə bilər. Naryad və sərəncamlar vermək hüququnun verilməsi isə istismar edən müəssisə rəhbərliyinin yazılı sərəncamı ilə rəsmiləşdirilməlidir. Ezam olunmuş heyət, ezamiyyət yerinə gələn kimi işləyəcəkləri elektrik qurğularının xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla elektrik təhlükəsizliyindən təlimat keçməlidirlər. Öhdələrinə naryad vermək, rəhbərlik etmək və iş icraçısı olmaq vəzifələri qoyulmuş işçilər, həm də bu elektrik qurğularının sxemləri haqqında təlimatlandırılırlar.

Təlimat qeydiyyat jurnalında yazılmaqla, təlimat keçənlərin və təlimatlandırılanların imzaları ilə rəsmiləşdirilir. Ezam olunanlarla təlimatı, istismar edən müəssisənin inzibati-texniki heyətindən olan V qrup, yaxud növbətçi və ya operativ-təmir heyətindən olan IV qrup işçi aparmalıdır. Təlimatın məzmunu işin xarakteri və mürəkkəbliyindən, elektrik qurğularının sxemi və xüsusiyyətlərindən asılı olaraq təlimatçıdan tərəfindən müəyyənəndirilir. Ezam edən müəssisə, ezam olunan işçilərin elektrik təhlükəsizliyinə görə təqdim olunmuş qruplara və verilmiş hüquqlara müvafiq olmasına, həmçinin heyətin bu Qaydalara əməl etməsinə cavabdehdir.

Fəaliyyət göstərən müəssisə, onun elektrik qurğularında işləmək üçün ezam olunmuş heyətinin işçi və induksiyanlanmış gərginliyin elektrik cərəyanından mühafizəsini təmin edən təhlükəsizlik tədbirlərinin yerinə yetirilməsinə cavabdehdir. Elektrik qurğularına daim ixtisaslaşdırılmış təmir idarəsinin sahələri tərəfindən xidmət göstərilən müəssisə, bu idarələrin razılığı ilə həmin sahələrin işçilərini “Energetika müəssisə və idarələrində heyətlə işin təşgili üzrə rəhbər göstərişlərə” uyğun olaraq hazırladıqdan sonra onlara əməliyyat-təmir heyəti hüququnu verə bilər.

Elektrik sayğaclarında Enerjinəzarət müəssisəsi heyyyətinin apardığı işlər

Enerjinəzarət müəssisələrinin heyyyəti, fəaliyyət göstərən elektrik qurğularında elektrik sayğacları ilə işləri bu Qaydalara riayət etməklə, ezam olunan işçi hüququnda aparılmalıdır. Cərəyan transformatoruna qoşulan elektrik sayğaclarının dövrələrindəki işləri IV və III qrupa malik olan işçilərdən təşkil olunmuş briqada yerinə yetirməlidir. Elektrik enerjisinin istehlakçısı olan müəssisəsinin III qrupa malik bir işçisi briqadaya daxil edilə bilər. Elektrik sayğacının dövrəsində cərəyan transformatorunun ikinci dolaqlarına qoşulmuş dövrələri qırmadan işləməyə imkan verən kontaktlar (bloklar) varsa, onda bu işləri elektrik sayğacının sxemində gərginliyi çıxarmadan sərəncamla yerinə yetirmək olar. Göstərilən kontaktlar olmayan hallarda elektrik sayğacının dövrəsindən gərginlik və cərəyan açılmalıdır.

Elektrik qurğularının açılmış birləşmələrindəki elektrik sayğaclarının dövrəsində və birbaşa qoşulan birləşməli elektrik sayğaclarındakı işləri sərəncamla aparmaq olar. Bir otaqda yerləşən müxtəlif birləşmələrdəki elektrik sayğaclarındakı işləri bir naryadla (sərəncamla) aparmaq olar. Bir iş yerindən digərinə keçməyi naryadda qeyd etmək tələb olunmur. Birbaşa qoşulan birləşməli elektrik sayğaclarının yerləşdiyi otaq həmin elektrik sayğaclarında işləyən adamların elektrik cərəyanından zədələnməsinə görə təhlükəlisizdirsə, elektrik sayğacları ilə işlər təkbəşinə, gərginliyi çıxarmadan, lakin yükü açmaqla görülməlidir. Xidmətçi heyyyəti olmayan istehlakçıların 1000V qədər gərginlikli elektrik qurğularında elektrik sayğaclarındakı işlərin naryadla (sərəncamla) rəsmiləşdirilməsi, iş yerlərinin hazırlanması və buraxılması enerjinəzarət müəssisəsinin heyyyəti tərəfindən yerinə yetirilə bilər.

Elektrik stansiyaları və yarımstansiyalarının elektrik qurğularında işlərə buraxılış

TQİ ayrılmış iş zonası, heyyyətin elektrik qurğusunun işləyən hissəsinə keçməsinə mane olan bütöv, ya da torlu çəpərləmə ilə hasarlanmalıdır. TQİ heyyyətinin, maşın və mexanizmlərinin onlar üçün ayrılan hasarlanmış zonaya gediş və keçid yollarının fəaliyyətdə olan elektrik qurğularının ərazisi və binaları ilə kəsişməməlidir.

TQİ heyyyətinin ayrılmış zonya olan gediş və keçid yolu fəaliyyətdə olan PQ binaları və ərazisi ilə kəsişdiyi hallarda, həmin zonaya buraxılış (adamların, maşın və mexanizmlərin keçməsinə) istismar müəssisəsinin təkliddə PQ baxış keçirməyə hüququ olan nümayəndəsi yerinə yetirir. O, TQİ heyyyətini iş zonasının girişinə və ya çıxışına kimi ötürməlidir. Əgər TQİ üçün ayrılmış zona hasarlanmayıbsa, onda oradakı işlər istismar müəssisəsinin III qrupa malik nümayəndəsinin-nəzarətçinin nəzarəti altında aparılmalı və bu barədə naryadda qeyd edilməlidir. Belə hallarda bu zonada gündəlik işə buraxmanı istismar müəssisəsinin nümayəndəsi yerinə yetirir.

Sazlama işləri aparılanda nəzarətçi təyin olunmur. TQİ-nin heyyyəti bu işi ezam olunan heyyyət hüququ əsasında apara bilər. Nəzarətçi TQİ-nin məsul iş icraçısı ilə birlikdə müvəqqəti çəpərləmələrin, xəbərdaredici plakatların saxlanılmasına və briqada üzvlərinin gərginlik altında olan cərəyandaşıyan hissələrə yanaşmada təhlükəsiz məsafəni gözləmələrinə riayət etmələrinə cavabdehdir. İstismar müəssisəsi, TQİ heyyyətinin buraxıldığı iş sahəsinə gərginlik verilməsinin qarşısını almasına cavabdehdir.

Elektrik ötürücü xətlərin qoruyucu zonasındakı işlərə buraxılış

Kabel xətlərinin qoruyucu zonasındakı işlərə verilən icazədə (buraxılış-aktı) KX yerləşməsi və basdırılma dərinliyi

göstərilməlidir. İstismar müəssisəsinin heyətindən olan işəburaxan şəxs, TQİ hər bir briqadasının məsul iş icraçısının gərginlik altında olan elektrikötürücü xətlərin qoruq zonasındakı, həmçinin fəaliyyətdə olan HX ilə kəsişdiyi aşırımdakı işlərə buraxmaladır. Gərginlikdən açılmış elektrikötürücü xətlərin qoruq zonasındakı digər növlü işlərdə, işə buraxan şəxsə TQİ məsul iş rəhbərini işə buraxmağa, onun isə qalan heyəti işə buraxmasına icazə verilir. HX-də məsul iş icraçılarını işə buraxarkən, işə buraxan şəxs hər briqadanın iş sahəsində bir ədəd torpaqlama, məsul iş rəhbərini buraxanda isə - iş sahəsinə mümkün qədər yaxında bir ədəd torpaqlama qoymalıdır. TQİ-nin işlədiyi HX sahəsində istismar müəssisəsinin heyətindən olan işə buraxan şəxs torpaqlamaları qurmağı və çıxarmağı naryad üzrə etməlidir. Torpaqlamanı çıxarmaq haqqında ayrıca naryad da verilə bilər. O naryadda torpaqlamaları qurmaq tapşırığı olmur. Belə halda briqada üzvü kimi TQİ heyətindəki III qrupa malik işçini işə cəlb etmək olar.

Çoxdövrəli hava xəttində iş yerləri hazırlanarkən istismar müəssisəsi heyətindən olan işə buraxan şəxs, torpaqlama qoyduğu dayaqlarda bu qaydaların 14.3.15 bəndinə əsasən bayraqçıqlar asmalıdır. Bayraqçıqlar da torpaqlamalarla eyni zamanda çıxarılmalıdır. KX-nin qoruq zonasında istismar heyətinin nəzarəti altında torpaq işlərinə başlamazdan əvvəl, kablərin yerləşdirilməsini, basdırılma dərinliyini dəqiqləşdirmək üçün torpaq qazılmalı (şurf açılmalı), həmçinin yerqazan maşınların iş zonasını müəyyənləşdirən müvəqqəti çəpərləmə düzəldilməlidir. Zərbə hərəkətli maşın və mexanizmlərin-kabelin trassından 5m-dən az məsafədə, yerqazan maşınların isə KX-nin qoruq zonasının hüduduları daxilində tətbiq olunmasına icazə verilmir. Kabellər trassının üstündə torpağı yumşaltmaq üçün zərbəli çəkiclərin işlədilməsinə 0,4m-dən çox olmayan dərinliyə qədər icazə verilir.

Kabelin deşilməsi zəruriyyəti yarandıqda, onun deşilməsi naryad üzrə istismar müəssisəsi heyyyətinin iş buraxan şəxsi tərəfindən yerinə yetirilməlidir. Bu işdə briqada üzvü qismində TQİ-nin IV qrupa malik işçisi də cəlb oluna bilər. Torpaq işləri əsnasında işlərin aparılmasına aid sənədlərdə qeyd olunmamış kabel aşkar edilərsə, işləri dayandırmaq, onun zədələnməsinin qarşısını almaq üçün tədbir görmək, işlərin aparılmasına icazə (buraxılmış- aktı) vermiş müəssisəyə bu barədə xəbər vermək lazımdır. Qəza hadisələri vaxtı KX qoruq zonasında torpaq işlərinin aparılmasına icazəni işlərin aparılmasına və işə buraxılış verməyə hüququ olan istismar müəssisəsinin növbətçi heyyyəti verməlidir. Bu halda torpaq işləri istismar müəssisəsinin nümayəndəsinin nəzarəti altında aparılır. İstismar müəssisəsi TQİ heyyyətinin işə buraxıldığı sahəyə işçi gərginliyi verilməsinin qarşısının alınmasına cavabdehdir.

HX-nin mühafizə qoruq zonasında müxtəlif kənara çıxan hissələri olan maşın və mexanizmləri istifadəsilə TQİ-nin iş aparılmasına o şərtlə icazə verilir ki, maşının (mexanizmin) hərəkət edən hissələrində, həmçinin onun işçi orqanlarından, ya da qaldırdığı yükdən istənilən vəziyyətdə (o, cümlədən ən böyük qaldırma hündürlüyü, ya da kənara çıxması olduqda) gərginlik altında olan ən yaxın cərəyandaşıyan naqiləyə hava ilə olan məsafə 23.1 cədvəlində göstərilən məsafədən az olmasın.

Cədvəl 12.1

HX-nin gərginliyi, kV	Məsafə, m	
	Minimum	Texniki vasitələrlə ölçülmüş, minimum
1-ə qədər	1,5	1,5
1-dən 20 qədər	2,0	2,0
20-dən 35 qədər	2,0	2,0
35-dən 110 qədər	3,0	4,0
110-dən 220 qədər	4,0	5,0
220-dən 400 qədər	5,0	7,0
400-dən 750 qədər	9,0	10,0

750-dən qədər	1150	10,0	10,0
------------------	------	------	------

XIII FƏSİL

GƏLƏCƏYİN ELEKTRİK ENERJİ MƏNBƏLƏRİ

YENİ ENERJİ MƏNBƏLƏRİNİN İNKİŞAF İSTIQAMƏTLƏRİ

Kainatda baş verən bütün fiziki, kimyəvi və bioloji proseslər, hadisələr və hal dəyişmələri enerji mübadiləsi və ya enerji növünün dəyişməsi nəticəsində baş verir. Hal-hazıra kimi təbiətdə mövcud olan enerji növlərinin digər enerji növünə çevrilməsi üçün aralıq texnologiya kimi onun elektrik enerjisinə çevrilməsi üsulundan səmərəli və effektiv texnologiya ixtira edilməmişdir.

İnkişaf etmiş ölkələrin keçdikləri iqtisadi mərhələlərin təhlili həm də onu göstərir ki, inkişafın əsas meyarlardan birincisi o ölkədə adambaşına düşən elektrik enerjisi istehlakının həcmi və ondan səmərəli istifadədir.

Respublikamızda elektrik enerjisindən geniş istifadə və ondan təhlükəsizliyin təmin edilməsinə Ulu öndər Heydər Əliyevin rəhbərliyi ilə 1970-ci illərdən başlanmışdır. O, illərdə çoxlu sayda mənzil, sosial-məişət və sənaye istiqamətli obyektlər tikilib istifadəyə verilirdi. Respublikanın elektrik enerjisinə ilbəl artan tələbatını ödəmək məqsədi ilə Mingəçevir şəhərində “Azərbaycan” İstilik Elektrik Stansiyasının tikilməsi, onun birinci blokunun 1981-ci ildə işə salınması və sonrakı illərdə bu stansiyanın 2400 MVt layihə gücünə çatdırılması Azərbaycanın elektrik enerjisindən o illərin tələbatı həcmində istifadəsinə şərait yaratdı və gələcəkdə bu sahədə hər hansı bir böhranın yaranmamasını təmin etdi.

Azərbaycan Respublikasında İstilik Elektrik Stansiyalarında generasiya edilən elektrik enerjisi üçün ildə 6,5 milyon ton şərti yanacaq yandırılır. Yandırılmadan alınan karbon birləşmələri və onunla birlikdə hər kiloqram şərti

yanacaqın yandırılması üçün 10 kl.metr oksigeni sərf edilən hava qarışığı da karbon birləşmələri ilə birlikdə troposferin yuxarı qatına ötürülür. Elektrik enerjisi istehsalı üçün dünyada hər il 39 milyard ton təbii qaz və neft yandırılaraq atmosfərə buraxılır. Təbiidir ki, yer kürəsinin çəkisi ilbəil azalır, yerə düşən günəş şüasının spektri dəyişir.

Hal-hazırda dünyada istehsal edilən elektrik enerjisinin 80 % dünya əhalisininin 20 %-ni təşkil edən inkişaf etmiş ölkələrin insanları tərəfindən istehlak edilir.

Hətta biri-birindən kəskin fərqlənməyən məlumatlara görə neftə, təbii qaza və daş kömürə olan tələbat hər sonrakı illərdə artırılmasa belə yer kürəsində qeyd edilən yanacaq növləri XXI əsrin ortalarında tam tükənəcəkdir. Bu bəşəriyyətin qaçılmaz reallığıdır.

Gələcəkdə enerji böhranının yarana biləcəyini daha aydın görən Avropa ölkələri, ABŞ, Çin və Yaponiya yeni alternativ enerji mənbələrinin müəyyən edilməsi və həmin enerjilərdən elektrik enerjisinin alınması istiqamətində geniş tədqiqatlar aparırlar. Həm də alınmış elmi nəticələr əsasında çox sürətlə yeniləşən texniki vasitələri dünya bazarına çıxarırlar. Əlbəttə ki, həmin ölkələr çox gəlirli olan bu nailiyyətləri yüksək ixtisaslı kadrlarla həyata keçirmişlər.

AR-nın BMT-nin Təhlükəsizlik Şurasına qeyri-daimi üzv seçilməsi və Təhlükəsizlik Şurasına sədrlik etməsi ilə ölkəmiz dünyanın inkişaf etmiş ölkələrinin yaxın onilliklərdəki enerji təhlükəsizliyi istiqamətində aparacaqları işlər barədə də çox dəyərli informasiyalar əldə edə biləcəkdir. Bu informasiyalar da ölkəmizin enerji təhlükəsizliyinin XXI-ci əsrin ortalarında təmin edilməsi üçün yerinə yetirilməli layihələrin hədəfini müəyyən edəcəkdir.

Nəzərə alınsa ki, hal-hazırda AR-nın ənənəvi elektrik enerji mənbələrinin qoşulduğu elektrik sistemi işlədiciləri elektrik enerjisi ilə yüksək dayanıqlığa malik, keyfiyyətli, fasiləsiz elektrik enerjisi ilə təmin edir, onda müqayisədə

nisbətən aşağı texniki-iqtisadi göstəricilərə malik orta və kiçik-güclü su elektrik stansiyaların tikilib istifadəyə verilməsi və daim təkmilləşdirilməsi ölkənin gələcəkdə enerji təhlükəsizliyinə hazırlıq kimi qiymətləndirilə bilər. Belə stansiyaların yeni texnologiyaların tətbiqi əsasında inşası ətraf mühitə az zərər vurmaqla, meyvəçiliyin, balıqçılığın, turizmin inkişafına şərait yaratmaqla yeni iş yerlərinin açılması ilə mövcud elektrik sistemindəki itkiləri azaltmaqla bu stansiyaların ölkəmizin daxilində istehsalına imkan yaradar.

Respublikamızda Ulu öndər Heydər Əliyevin elektroenergetika sahəsindəki siyasətini ləyaqətlə davam etdirən cənab İlham Əliyevin təşəbbüsü ilə müasir dövrün yüksək faydalı iş əmsalına malik foto elektrik modullarının istehsalı günəş enerjisindən geniş istifadəyə imkan verəcəkdir. Bununla da respublika əhalisinin alternativ enerjidən istifadəyə marağını artırmaqla onların bu sahədə maariflənməsinə gətirib çıxaracaqdır və həm də ölkənin ənənəvi elektrik enerji ixracını artıracaqdır.

Alternativ enerji mənbələrindən istifadənin kompleks şəkildə həllinə nail olunması üçün “Alternativ enerji mənbələri və ondan istifadə haqqında qanunun qəbul edilməsinə və bu sahədə mütəxəssis hazırlığının sayının artırılmasına və tətbiqi elmi-tədqiqatların genişləndirilməsinə zərurət vardır. Bu istiqamətdə aparılan hər bir iş ölkəmizin gələcəkdə texniki tərəqqisinin inkişaf etdirilməsinə və sənaye potensialının inkişaf etmiş ölkələrlə bir sırada dayanmasına hesablanmış məsələ kimi qəbul olunacaqdır.

ALTERNATIV ENERJİ MƏNBƏLƏRİ VƏ ONLARDAN İSTİFADƏNİN İSTIQAMƏTLƏRİ

Ənənəvi enerji mənbələrindən başqa, digər enerji istehsal edən qurğu, obyekt, müəssisə alternativ enerji mənbəyi hesab olunur.

Alternativ enerji mənbələri aşağıdakılardır:

- Dağ çayları və suvarma kanallarının enerji potensiallarından istifadə edən kiçik güclü su elektrik stansiyaları;
- Külək enerji potensialı ilə işləyən külək elektrik stansiyaları;
- Binaların qızdırılması üçün istifadə olunan günəş kollektorları;
- Geotermal su mənbələrinin enerjisindən istifadə etməklə işləyən istilik stansiyaları və istilik məntəqələri;
- Dəniz-dalğa enerji potensialının elektrik enerjisinə çevirən elektrik stansiyaları;
- Sənaye, kənd təsərrüfatı, məişət tullantıları və biokütlə ilə işləyən kiçik güclü istilik elektrik stansiyaları;
- Fotoelementlərin tətbiqi ilə işləyən kiçik güclü elektrik stansiyaları və digərləri.

Alternativ enerji mənbələrindən əsasən elektrik və istilik enerjisinin alınması istiqaməti daha faydalı hesab olunur.

Alternativ enerji mənbələrinin sinifləşdirilməsi

Alternativ enerji mənbələrinin müqayisəli təhlili aşağıdakı kriteriyalara uyğun aparılır:

1. İstifadə etdiyi yanacağın və ya enerjinin növünə görə;
2. İstehsal olunan enerjinin növünə görə;
3. Texniki-iqtisadi göstəricilərinə görə;
4. Ekoloji təmizliyə görə.

I. Alternativ enerji mənbələri aşağıdakı enerji növlərini istehsal edə bilər.

- Elektrik enerjisi;
- İstilik enerjisi;
- Mexaniki enerji və i.a.

II. Alternativ enerji mənbələrinin gücləri aşağıdakılardır

- Çox güclü – 250 kVt – a qədər;

- Kiçik güclü – 250...1000 kVt;
- Orta güclü – 1...5 MVt;
- Böyük güclü – 5 MVt –dan artıq.

III. Texniki – iqtisadi göstəriciləri

- İl ərzində istifadə saatları;
- Dayanıqlığı;
- İnvestisiya qoyuluşu;
- Ödəmə müddəti.

IV. Ekoloji təmizliyə görə

- Oksigen sərfi;
- Yanmaya sərf olunan havanın miqdarı;
- Tikinti sahəsi.

Alternativ enerji mənbələrinin texniki iqtisadi göstəricilərinin hesabat metodikası

Alternativ enerji mənbəyinin texniki və işçi layihəsinin hazırlanması işi aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilir.

1. Texniki göstəricilərin hazırlanması;
2. İqtisadi hesabatın işlənməsi;
3. Biznes planının tərtibi.

Texniki göstəricilərin hazırlanması üçün ilkin göstəricilər müəyyən edilməli, ilin ayları və günləri üzrə mənbəyin işləmə vaxtı tapılmalıdır. İlkin enerji yaradan materialların enerji çeviriciyə qədər olan hissədəki konstruktiv quruluşlar müəyyən edilməlidir. Daha sonra generatora qədər olan hissədəki ilkin enerji yaradan materialdakı itkilər nəzərə alınmalıdır. Bundan sonra enerji çeviricilərinin sayı və gücləri seçilməlidir. İnşaat quraşdırma işlərinin həcmi müəyyən edilməlidir. Bu işlər bir neçə variantda yerinə yetirilməlidir.

İqtisadi hesabatda enerji mənbəyinin bir neçə variantda avadanlığının və inşaat quraşdırma işlərinin dəyəri, istehsal olunacaq məhsulun həcmi, maya dəyəri və satışdan əldə olunacaq ümumi məbləğ müəyyən edilir.

Biznes planının tərtibində istehsalın bütün istiqamətləri üzrə mədaxil məbləği hesablanır. Məxaric hissəsində layihənin hazırlanmasına onu tikəcək qrupun əmək haqqının, avadanlığın alınmasına və gətirilməsinə, texniki-quraşdırma işlərinin aparılmasına, mənbəyin istismarına onun amortizasiya, təmirinə, vergi və bank xidmətlərinə sərf olunan məsrəflər tapılır. Bu qiymətlər əsasında layihələrdən əldə olunacaq xalis gəlir məhsul istehsalının rentabelliyini, tələb olunan investisiya qoyuluşu, ümumi rentabellik, investisiya qoyuluşunun effektivliyi və investisiya qoyuluşunun ödəmə müddəti müəyyən edilir. Qeyd edilən metodika əsasında ən optimal göstəricilərə malik layihələr seçilir.

Alternativ enerji mənbələrinin ekoloji göstəricilərə görə qiymətləndirilməsi

Dünyada hər il atmosfərə enerji mənbələrinin istismarı nəticəsində küllü miqdarda müxtəlif maddələr tullanır. Görünür ki, atom enerjisi mənbəyinin texniki layihəsi, digər mənbələrlə müqayisədə daha çox ekoloji üstünlüyə malikdir.

Kömür yanacağında idarə olunmayan reaktiv tullantılar atom enerjisinə nisbətən 400 dəfə çoxdur, eyni zamanda zərərli maddələr çoxluq təşkil edir və "İstilik" çirklənməsi də atom enerjisi mənbəyində daha çoxdur. Bu isə atmosferdə iqlim tarazlığının pozulmasına səbəb olur. Hər il bir MVt elektrik gücünə düşən ətraf mühitə tullanan müxtəlif maddələrin miqdarı aşağıdakı cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 13.1

Bir il ərzində ətraf mühitə tullanan müxtəlif maddələrin miqdarı

SNö	Tullantıların adları	Ölçü vahidi	İstilik və atom elektrik stansiyaları		
			kömür	mazut	atom
1.	Oksigen sərfi	min ton	8	8	—

2.	CO ₂	min ton	10	10	—
3.	O ₂	min ton	140	55	—
4.	NO ₂ – azot oksidi	min ton	20	20	—
5.	Uçucu kül	min ton	5	0,7	—
6.	CO – karbon oksidi	min ton	0,5	0,01	—
7.	Toz şəkilli tullantı	min ton	350	—	—
8.	Yanmaya sərf olunan hava	10 ⁶ m ³	29	29	—
9.	Aktiv maddələrə qarışdırılan hava	10 ⁶ m ³	500	1,6	0,08
10.	Tikinti sahəsi	100 m ²	1,2...1,4	0,15...0,5	0,3...0,5

DAĞ ÇAYLARI SULARININ ENERJISI

Dağ çayları böyük çayların qolları olduğundan onların saniyədəki su sərfi nisbətən az və eyni zamanda yüksək sürətə malik olur. Bu çayların su sərfi ilin yaz və payız aylarında yağışların artması ilə əlaqədar olaraq onların sərfi artır, daha güclü enerji mənbəyinə çevrilir. Yağış sularının miqdarı artdıqca çaylara çoxlu miqdarda daş, quru ağac hissələri və torpaq daxil olur və onlar çayların axarı boyunca mənbədən mənsəbə doğru hərəkət etdirilir. Dağ çaylarının su sərfi il ərzində geniş diapazonda dəyişir. Dağ çaylarında su axımının (cərəyanının) miqdarı artdıqca onun töküldüyü çay suyunun da sərfi artır. Bu hal da əlavə problemlərin yaradılma ehtimalını çoxaldır.

Odur ki, dağ çaylarının enerjisindən istifadə etməklə onların üzərində kiçik HES-lər tikilməsi ilə, onun törədə biləcəyi fəsadların da aradan qaldırılması iqtisadi cəhətdən çox əhəmiyyətli ola bilər. Onlar aşağıdakılardır:

1. Dağ çaylarının və onların töküldüyü böyük çaylar daşması ilə münbit torpaqların su altında qalması və bədbəxt hadisələrin azalmasına nail olunur. Əlavə xərclərə ehtiyac yaranmaz.

2. Dağ çaylarının üzərindəki kiçik HES – lər onlara yaxın, həm də əsas enerji şəbəkəsindən uzaq olan məntəqələrin enerji təchizatını yaxşılaşdırır, əlavə iş yerləri yaradar və büdcəyə vergi ödəyər.

3. Dağ çaylarının üzərində, həm də bəndin tikilməsi HES–ə yaxın ərazidə torpaqların suvarılma imkanlarını artırır, meyvəçiliyin və heyvandarlığın inkişafına şərait yaradar ki, bu da ölkənin daxili məhsul istehsalını artırır. Dağ çayının töküldüyü çayın su sərfinin tənzimlənməsinə imkan yaradar.

4. Dağ çayları üzərindəki bəndlərin su hövzələri balıqçılığın inkişafına münbit şərait yaradar. Bu da büdcəyə əlavə mədaxildir.

5. Dağ çaylarının üzərindəki HES–lər ətraf mühütü çirkləndirmir. Kiçik HES – lər ətraf mühitə heç bir zərərli tullantı buraxmamaqla, iqtisadi cəhətdən səmərəli olmaqla, ucuz elektrik enerjisi istehsal etməklə yanaşı, aşağıdakı çatışmazlığa da malikdir.

a) Dağ çayı üzərində HES – in tikilməsi və istismarı üçün çətin dağ relyefi şəraitində kommunikasiya şəbəkəsinin çəkilməsi zərurəti yaradır.

b) Dağ çayı üzərindəki bəndin yaratdığı su hövzəsindəki suyun səviyyəsi qalxdıqda, ətraf sahələrdə qrunut suyunun torpağın səthinə doğru qalxmasını artırır.

Bu da hövzənin ətrafındakı meşələrin ağaclarına mənfi təsir edir.

Azərbaycanın dağ çaylarının təsnifatı

Azərbaycanın bütün çayları Xəzər dənizi hövzəsinə daxildir. Respublika daxilindəki çayların sayı 1250–dən

artıqdır. Onların çox hissəsi kiçik dağ çaylarıdır. Azərbaycan kiçik dağ çayları ölkəsidir.

Lənkəran, Qobustan və Xaçmaz-Quba çayları Xəzər dənizinə tökülür. Respublikanın qalan rayonlarından keçən çaylar Kür və Araz çaylarına tökülür. Alternativ enerji mənbələrinin tikilməsi üçün əsasən dəniz səviyyəsindən hündürlüyü daha yüksək olan çaylar diqqətçəkən olur. Hündürlüyü 2200–dən 1000 m-ə qədər dəniz səviyyəsindən hündürlük zonasından axan çaylar, əsas etibarlı ilə tranzit xarakteri daşıyır, qismən təsərrüfat ehtiyacları üçün istifadə edilir. Hündürlüyü dəniz səviyyəsindən görə 1000 m-ə qədər olan zonadakı çaylar tamamilə tranzit xarakteri daşıyır və təsərrüfatlarda geniş sürətdə istifadə edilir.

Respublikanın relyefinin və iqlim şəraitinin mürəkkəbliyi və eyni zamanda müxtəlifliyi, çayların su rejimlərinin müxtəlifliyinə səbəb olur. Bu xüsusiyyət respublikanın bütün çaylarını iki qrupa ayırmağa imkan verir.

1. Qarların əriməsi nəticəsində daşan çaylar, yəni səviyyəsi və ya suyunun miqdarı uzun müddət yüksək olan çaylar;

2. Yağışlar nəticəsində daşan çaylar, yəni səviyyəsi ara-sıra qısa bir müddətdə qalxan və enən çaylar.

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində aşağıdakı çaylar üzərində kiçik HES – lər tikilməsi məqsədə uyğun hesab edilmişdir.

1. Qusar çay Kuzun;
2. Qudyal çay Susyan yüksəkliyi;
3. Qudyal çayı Xınalıq sahəsində;
4. Viləş çay Yardımlı ərazisində;
5. Viləş çay Şıxlar ərazisində və i.a.

Belə çayların sayı 20-ə qədərdir. 1930-cu ildən Azərbaycan çaylarının su sərfinə aylar üzrə nəzarət etmək və müvafiq ölçmələr aparmaq üçün onların üzərində xüsusi məntəqələr fəaliyyət göstərir. 2003-cü ildən bu məntəqələrin xeylisi götürülmüşdür.

Azərbaycan Respublikası da çoxlu sayda dağ çaylarına malik olduğundan ölkədə kiçik güclü HES – lərinin yaradılması ölkə iqtisadiyyatına əhəmiyyətli gəlir gətirər. Bu işlərin aparılması üçün geniş elmi-tədqiqatların aparılması müasir və gələcək dövrün aktual problemidir. Belə tədqiqatların nəticələri menecmentlərin əllərində əhəmiyyətli material olacaqdır.

Su kanalının hidroenergetik hesabati

Su kanalının enerjisindən istifadə edilməsinin dağ çaylarının suyunun enerjisindən və digər enerji mənbələrinə nisbətən istifadənin əhəmiyyətliliyi aşağıdakılardır:

1. Kanalların su sərfi onun balansında olduğu müəssisə, səhmdar cəmiyyətin rəhbəri tərəfindən aylar üzrə su sərfi limitinə uyğun təmin edilir.

2. Kanal suyunun su sərfi ilin mövsümləri üzrə dəyişdirilir. Qalan müddətlərdə isə sabit qalır.

3. Kanalların yanları ilə kanal boyunca nəqliyyat yolları da çəkildiyindən kanal üzərində hər hansı bir tikinti quraşdırma işlərinin aparılması üçün əlavə yolların çəkilməsinə ehtiyac qalmır.

4. Su kanalları yaşayış sahələrinə yaxın məsafədən keçdiyindən onların üzərində tikilmiş HES–dən alınmış enerjinin ötürülməsi və işlədicilərə çatdırılması az məsrəflə başa gəlir.

5. Kanalın üzərində HES tikilməsi üçün əlavə bənd tikintisinə ehtiyac qalmır.

6. Su kanalları üzərində kiçik güclü HES–lərin tikilməsi üçün yarana biləcək əlavə tədbirlərə zərurət yaranmır.

Su kanalının cəld axımlı hissəsində su təzyiq borusunun uzunluğu kanalın həmin hissəsinin konstruktiv quruluşundan asılı olur.

Bir qayda olaraq, su kanallar vasitəsi ilə hündürlüyü yüksək olan yerdən aşağı olan yerə axır. Kanalların çəkilişi zamanı onlar bir-birindən fərqli yer quruluşuna malik sahələrdən keçdiyinə görə, kanal boyunca cəldaxımlı hissələri də ola bilər. Həmin hissələrdə qısa məsafədə su böyük basqıya, yəni böyük enerji potensialına malik olur. Odur ki, bu enerjinin elektrik enerjisinə çevrilərək ötürülməsi iqtisadi cəhətdən çox səmərəlidir. Bu baxımdan kanalların cəldaxımlı hissələrində alternativ enerji mənbəyi kimi kiçik HES-lərin tikilməsi məqsədəuyğun hesab olunur.

Kanallarda dağ çaylarından fərqli olaraq bəndin əvəzinə su toplayıcı konstruktiv quruluşdan istifadə edilir və su borular vasitəsilə trubinin girişinə verilir. Bu prosesin optimal sayılı və en kəsikli borularla trubinlərə verilməsi üçün trubin generatorların tələbat güclərinə görə həmin boruların sayı və en kəsik sahələri hesabatlar vasitəsi ilə təyin edilir. Bu zaman borularla ötürülən suyun malik olduğu basqının və itkilərin qiymətləri hesablanır.

Boru ilə hərəkət edən suyun sürəti:

$$v = \sqrt{\frac{2gdh}{fL}}, \quad v = \sqrt{\frac{\frac{m}{S^2} \cdot m \cdot m}{m}} = \frac{m}{S}.$$

Boru ilə suyun sürtünməsinin yaratdığı itkilər:

$$h_s = \frac{fLv^2}{2gd}$$

f – suyun sürtünməsindən asılı olan əmsal (dəmir və çuqun borular üçün

$$f = 0,02).$$

L – borunun uzunluğu.

$$v = \frac{Q}{S}; \quad S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}; \quad d = 2\sqrt{\frac{Q}{\pi v}}; \quad g = 9,81 \frac{m^2}{S}.$$

Onda Klassik metod:

$$P = 9,81QH.$$

Kiçik HES – in qoyuluş gücü:

Sialkovski metodu:

$$P = A \cdot Q_o \cdot K_p \cdot H \cdot 24 / T$$

$$N = A \cdot Q_h \cdot H_h \cdot 24 / T.$$

A – trubinlə generatorun birləşmə üsulundan götürülür,
 $A = 6 \dots 7$;

Q_o – illik orta sərfi, m^3/s ;

$K_p = Q_h / Q_o$ – hesabat modul əmsalı;

Q_h – aylıq hesabat sərfiyyatı, m^3/s ;

$H_h \leq (H_{max} + H_{min}) / 2$;

T – HES – in sutkalıq iş saati.

Turbinin girişindəki suyun malik olduğu güc dağ çaylarının üzərindəki HES – lərin təzyiqliq borusunun sonundakı gücün tapılması üsulu ilə tapılır.

$$P = 9,81QH, \text{ kVt};$$

$$P = 13,33QH, \text{ a.q};$$

$$P = 1000QH, \text{ kq} \cdot m.$$

Q – suyun sərfi, m^3/san ;

H – suyun həmin nöqtədəki baskısı, m;

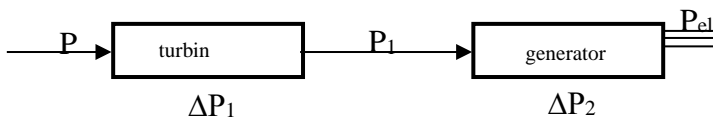
P = suyun malik olduğu güc.

Bütün hesabatlar su sərfinin mövsümlər üzrə dəyişən qiymətləri əsasında aparılmalıdır.

Kanalların üzərində qurulmuş HES–lərin turbin-generator blokunun hesabatları da dağ çaylarının üzərindəki HES–lərin hesabatları kimi aparılır:

$$P_{el} = P \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_{ötür} \cdot \eta_{gen} \quad \text{kVt.}$$

$$\eta_{tr} = P_1 / (P_1 + \Delta P); \quad \eta_{ötür} \approx 1; \quad \eta_{gen} = P_{el} / (P_{el} + \Delta P_2).$$



HES–in trubin-generator blokuna daxil olan avadanlıqlar aşağıdakı şərtlər nəzərə alınmaqla seçilir:

1. Kanalın suyunun minimum sərfinin malik olduğu enerjiddən tam istifadə olunması.
2. Su sərfinin artması ilə yeni blokların işə salınmasını nəzərdə tutulması.
3. Kanalın istismar dayanıqlılığının aşağı salınmaması.
4. HES–də istehsal olunacaq elektrik enerjisinin qoşulacağı şəbəkənin parametrlərinə uyğunluğunun və enerjinin keyfiyyət göstəricilərinin eynililiyinin təmin edilməsi.
5. Ucuz səmərəli elektrik enerjisinin istehsalına nail olunmasının təmin edilməsi.
6. Ətraf mühitə heç bir ziyanlı təsir edilməməsinin təmin edilməsi

Kanalın üzərindəki HES–lərin texniki, iqtisadi və ekoloji hesabatları dağ şaylarının HES–inin metodikasına uyğun aparılması ilə yerinə yetirilir.

Kiçik güclü HES-larin layihələrinin təhlili

Alternativ enerji mənbəyinin, kiçik güclü HES–in tikilməsindən əvvəl çayın göstəricilərini, yəni su sərfi, onun axma sürəti, çayın sahilinin hündürlüyü və torpağın tərkibi təyin edilməlidir. Sadə HES–lərin texniki-iqtisadi rəyə qərarı işçi layihələr hazırlamadan da verilə bilər. Ancaq mürək-kəb HES–lərə işə layihələndirmənin bütün müddəaları yerinə yetirildikdən sonra rəy verilə bilər.

Layihə tapşırıqlarına aşağıdakılar daxildir:

- a) Çayın baxılan hissəsindəki su axımından istifadənin sxemi;
- b) HES elektrik enerjisi ilə təmin edəcək tələbəcilərin ümumi gücü və yük qrafiki;
- c) HES –in əsas qurğularının tipi, ölçüləri;

- ç) HES –in təqribi dəyəri;
- d) HES –də hasil ediləcək və işlədiciyə çatdırılacaq gücü və onun dəyərini;
- e) Tikintisi nəzərdə tutulan HES –in texniki imkanları və iqtisadi məq sədyönlülüüyü;
- ə) Texniki layihənin proqram-smeta sənədləri;
- f) Tikintiyə tələb olunacaq əsas material və avadanlıqların siyahısı.

Layihənin tərtibi üzrə işlər üç hissəyə bölünür:

- a) Hazırlıq işləri;
- b) Yerli müayinələr. Bura elektrik tələbəcicilərin gücü, xətlərin və yolların trassaları və i.a. aiddir;
- c) Texniki layihənin hazırlanması.

Tərtib edilmiş texniki layihənin maliyyələşdirilməsi üçün fiziki və hüquqi şəxslərə təqdim edilir.

Alternativ enerji mənbələrinin layihəsinin hazırlanması, inşa və istismar edilməsi üçün ilk öncə seçilmiş mənbəyin enerji potensialı müəyyən edilməlidir. Həmin enerji potensialından istifadə edilməsinin təşkili üçün onun təcrübələr və çoxillik məlumatlar əsasında enerji potensialının zamandan asılı (günlük, aylıq, illik) olaraq dəyişmə qrafiki tərtib olunur. Bunun əhəmiyyətli olacağı məlum olunur. Həmin sxemə uyğun olaraq texniki layihə və iqtisadi əsaslandırılma aparılır. Texniki hesabat dağ çayının enerji potensialını elektrik enerjisinə çevirəcək hidroelektrik stansiyasının (HES) məntiq sxeminə uyğun hidrotubinə qədər olan hissədəki güc itkiləri hesablanır. Hidrotubinin ötürmənin və generatorun faydalı iş əmsali nəzərə alınmaqla istehsal ediləcək güc tapılır. Bu gücdən istifadə etməklə gündəlik, aylıq və illik enerji istehsalı hesablanır. Bunla birlikdə həmin mənbədən əlavə enerji istehsal edilə biləcək bütün mənbələr müəyyən edilir. Bunların əsasında bütün mənbələrdən illik mədaxillər tapılır.

Əsas istehsal sahəsi olan aylıq, illik enerji istehsalı aşağıdakı düsturdan tapılır.

Aylar:

$$W_{or.ay} = P_{orta.ay} \cdot T_{or.ay} ;$$

$$W_{or.il} = P_{orta.il} \cdot T_{or.il} ;$$

$W_{or.ay}$, $W_{or.il}$ – aylıq və illik elektrik enerjisi istehsalının miqdarıdır,

(kVt.s);

$P_{orta.ay}$, $P_{orta.il}$ – aylıq və illik istifadə edilən orta gücün qiymətidir, kVt;

$T_{or.ay}$, $T_{or.il}$ – aylıq və illik trubinin gücündən istifadə saatlarının orta

qiymətidir, s.

Hesabatların daha yığcam olması üçün onu il müddətinə aparılmasını məqsədə müvafiq hesab edirik.

İl ərzində elektrik enerjisi istehsalından əldə olunan mənfəət aşağıdakı kimi hesablanır:

$$G_{or.il} = W_{or.il} \cdot C.$$

C – bir kVt·s enerjinin dəyəridir, man;

$G_{or.il}$ – illik orta mənfəətdir, man.

Kiçik güclü HES–lərdə istehsal olunan enerjinin bir hissəsi onun xüsusi sərfiyyatına sərf edilir. Eyni zamanda, enerjinin işlədicilərə çatdırılması prosesində istehsal olunmuş enerjinin bir hissəsi itkiyə səbəb olur. Bu xalis mənfəəti azaldır.

$$C_{xal.or.il} = C_{or.il} - C_{il.x.s.} - C_{il.itki} .$$

$C_{xal.or.il}$ – işlədicilərə çatdırılan orta illik enerjinin dəyərindən əldə edilən mədaxildir, man;

$C_{il.x.s.}$ – HES – in xüsusi sərfiyyata sərf olunan enerjinin dəyəridir, man;

$C_{il.itki}$ – generatorun sıxacında istehsal edilən enerjinin işlədicilərə çatdırılmasına qədər olan hissədəki itkilərin orta illik dəyəridir, man.

HES – in illik orta mənfəəti isə aşağıdakı düsturla tapılır:

$$C_{HES.il} = C_{xal.or.il} + C_{əl.or.il}.$$

$C_{əl.or.il}$ – əlavə mənbələrdən orta illik mədaxildir, man.

Ümumi məxariclər isə aşağıdakı ardıcılıqla hesablanır:

1. Layihənin başa çatdırılmasını təmin edəcək qrupun xərcləri (C_1). Bura qrupun əmək haqqı, ezamiyyə, dəftərxana, telefon xərcləri daxildir.

$$C_1 = C_{1.ə.h} + C_{1.ezam.} + C_{1.dəf} + C_{1.telf.}$$

2. A.E.M –nin işçi layihəsinin hazırlanması xərcləri (C_2);

C_2 – müqavilə əsasında müəyyən edilir.

3. Avadanlıqların alınması və gətirilməsi xərcləri (C_3):

- a) trubin-generator blokunun alınması;
- b) yardımçı avadanlıqların alınması;
- c) avadanlıqların gətirilməsinə nəqliyyat;
- ç) gömrük xərcləri.

$$C_3 = C_{3.gen} + C_{3.yard} + C_{3.nəq} + C_{3.köm.}$$

4. Torpağın alınması, tikinti quraşdırma və sazlama işləri xərcləri (C_4).

Bu iş, layihəni maliyyələşdirən hüquqi şəxsin vəsaiti ilə öz gücü hesabına və müqavilə əsasında tenderdə qalib gələn şirkət tərəfindən aparılır. Tikinti quraşdırma işlərinin dəyəri işçi layihə əsasında tərtib olunmuş smeta əsasında müəyyən edilir. Bura tikinti materiallarının dəyəri, əmək haqqı xərcləri və maşın mexanizmi xərcləri, tikinti müəssisəsinin gəlirini təşkil edən xərclər və tikintisi başa çatmış mənbəyin sazlanıb işə buraxma xərcləri daxildir.

$$C_4 = C_{4.mat} + C_{4.ə.h} + C_{4.m.m} + C_{4.gəlir} + C_5.$$

5. AEH–nin illik istismar xərcləri (C_5). Bu bölməyə AEH–ni istismar edən işçi heyətin əmək haqqı xərcləri, avadanlıqların amortizasiyası, təmir və müəssisənin inkişafını təmin edən fondun xərcləri daxildir.

$$C_5 = C_{5.əh} + C_{5.am} + C_{5.təm} + C_{5.ink.}$$

6. Əvvəlcədən görünməyən xərclər (C_6).

Bu xərc tikinti quraşdırma işlərinin ümumi smeta dəyərinin 3 % həcmində götürülür:

$$C_6 = C_4 \cdot 0,04.$$

7. Vergi ödəmələri və bank xidməti xərcləri (C_7).

$$C_7 = C_{7\text{ver}} + C_{7\text{bank}} .$$

8. Beləliklə, istehsaldan ümumi illik məxaric (C').

$$C' = C_5 + C_6 + C_7 .$$

9. Beləliklə, illik xalis gəlir tapılır (K).

$$K = C_{il} - C' .$$

10. Məhsul istehsalının rentabeliliyi ($P_{\text{məh}}$):

$$P_{\text{məh}} = \frac{K}{C_3} \cdot 100\% .$$

11. Tələb olunan investisiya qouluşu:

$$I = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C' .$$

12. Ümumi rentabellik ($P_{\text{üm}}$):

$$P_{\text{üm}} = \frac{K}{I} \cdot 100\% .$$

13. İnvestisiya qouluşunun effektivliyi (E)

$$E = \frac{K}{C_1 + C_2 + C_3 + C_4}$$

14. İnvestisiya qouluşunun ödəmə müddəti:

$$T = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + C_4}{K}$$

Layihənin ekoloji qiymətləndirilməsi layihələndirilən HES – in malik olduğu gücün alınması üçün kömür və mazutla işləyən gücün alınmasına görə törədilən ekoloji fəsadla hesablanır:

1. Su hövzəsi altında qalan sahə.

Bu sahə layihənin yer quruluşu hesabatından tapılır.

2. Su hövzəsinin yaranması ilə hövzənin ətrafında olan münbit torpaqlarda qrunut sularının səviyyəsinin qalxması.

3. Ətraf mühitdə yaranan dəyişikliklər. Bitki genofondu, meşə örtüyü və fauna aləmində yaranan dəyişikliklər.

Alternativ enerji mənbəyinin inşası və istismarı zamanı yaranan bütün bu fəsadlar, qüvvədə olan normativ sənədlər əsasında qiymətləndirilir və layihənin texniki iqtisadi

əsaslandırılmasında və onun işinin qiynətləndirilməsində nəzərə alınır.

Hidroturbinlərin iş rejimləri və onlara nəzarət qaydaları

Hidroturbinlərin fasiləsiz və etibarlı işini təmin etmək əsas şərtlərdən biridir. Bunun üçün turbinin bütün elementlərinin texniki vəziyyəti, onların işinə nəzarət edən texniki personalın hazırlılığı, hidroturbinlərə nəzarət edən qrupların növbətçilik cədvəlləri, növbə ərzində turbinin iş rejiminin etibarlılığı, baş verən qəzalar və s. tərtib edilmiş cədvəldə göstərilməlidir.

Növbə təhvil verilən zaman növbətçi personalın öhdəlikləri aşağıdakı qaydalara uyğun olmalıdır:

a) Növbəni qəbul edən zaman növbətçi bütün turbin elementlərini onların texniki vəziyyətini nəzərdən keçirməli;

b) Növbəni təhvil verən texniki personalından növbə ərzində baş verən qəza və ya təmir işlərinin gedişatı haqda məlumatı tam şəkildə almalı;

v) Növbə jurnalını, təmir üçün lazım olan alətləri, texniki otaqların açarlarını qəbul etməli;

d) Təhvil-təslim haqda jurnalda qeydiyyat aparmalı və öz imzası ilə növbəni qəbul etdiyini göstərməlidir.

Turbinin iş rejimində hər 30 dəqiqə ərzində turbin parametrlərini, ölçü cihazlarının göstəricilərini qeyd etmək üçün gün ərzində cədvəl tərtib edilməlidir.

Əgər qəza baş verərsə, təmir briqadasına bu haqda ətraflı və yazılı surətdə məlumat verilir, eyni zamanda hidrostansiyanın rəhbərliyinə məlumat verilməlidir.

Turbinin fasiləsiz və etibarlı işini təmin etmək üçün turbin operatoru, turbinin iş rejimi, onun elementlərinin vəziyyəti, parametrləri, qəza baş verən zaman turbinin dayandırılması üsulları, kiçik defektlərin aradan qaldırılma

qaydaları üçün tam təlimatlandırılmalıdır. Turbini işə salmazdan öncə aşağıdakı qaydalara əməl olunmalıdır.

1-aqreqatın bütün mexanizmlərinin vəziyyətini nəzərdən keçirməli, ayrılıqda onların yoxlanması;

2-turbin kameralarının təmizliyinə nəzarət edilməli;

3-generatorun, hava sorucu boruların, hava tənzimləyici qurğuların vəziyyətini sürət tənzimləyicisinin yağ sistemini yoxlamalı;

4-yağ sistemini yağla təmin etməli;

5-avtomatik sürət tənzimləyicisinin yüksüz rejimdə yoxlanması, siqnalizasiya sistemini, mühafizə sistemini yoxlamalı;

6-turbin kameralarını su ilə təchiz etməli və manometr göstəricisi qeyd edilməlidir.

Turbini işə salmazdan əvvəl yağın təzyiqini, yastıqların yağlanması təmin etmək lazımdır. Turbinin işə salınması aşağıdakı vəziyyətlərdə qadağan edilir:

- a) Sürət tənzimləyicisinin qəzalı vəziyyətində;
- b) Sürət tənzimləyicisi sistemin yağ axıtmasında;
- c) Avtomatik tənzimləyici sistemin zalatniklərinin qəzalı vəziyyətlərində;
- d) Yağ sistemində təzyiqin kəskin aşağı düşdüüyü zaman.

Yuxarıda göstərilən hallarda aqreqat əl ilə tənzimləmə vəziyyətinə gətirilməlidir. Aqreqat işləyən zaman yaranan kiçik defektlər, qəza vəziyyətləri və s. növbətçi personalın jurnalında qeyd edilməli və onların aradan qaldırılması təmir briqadası tərəfindən həyata keçirilməlidir. Sistemin yağlanması növbə ərzində 1 dəfə həyata keçirilməlidir. Turbin dayandırılmazdan öncə, bütün sistem yükdən azad edilməli, generatorun təsirlənməsi aradan götürülməlidir.

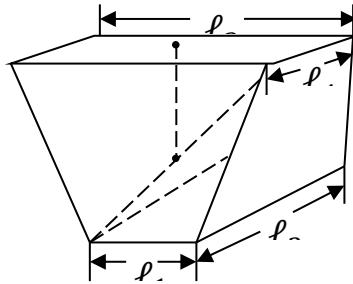
Aqreqat əl ilə idarə olunursa, onun dayandırılması üçün aşağıdakı proseslərə əməl olunmalıdır:

- a) İstiqamətləndirici aparat tədricən bağlanmalı;

- b) Fırlanma sürəti normal sürətdən aşağı düşən zaman tormoz sisteminin işə qoşulması;
 - c) Sürət aşağı düşən zaman işçi mexanizmin dönən kürəklərinin iş rejimindən çıxarılması;
 - d) Turbin kamerasının bağlanması;
 - e) Tənzimləyici sistemin nasoslarının dayandırılması.
- Qəza rejimlərində aqreqatın dayandırılması həm əl ilə, həm də avtomatik üsulla həyata keçirilir.

Dağ çaylarının konstruktiv və texniki göstəricilərinin təyin edilməsi

Çayın tədqiq olunan 3 km-lik hissəsində tədqiq olunan həmin hissənin başlanğıcı ilə sonu arasındakı hündürlüklər fərqi 104 m-ə bərabərdir. Bu hissədə çayın en kəsiyi kəsik trapesiya şəklindədir. Çay hissədə yəni kəsik trapesiyanın oturacağıının eni $\ell_1 = 3 - 5 \text{ m}$ arasında, üst hissədə isə $\ell_2 = 40 - 60 \text{ m}$ arasında dəyişir. Bəndlərin tikilməsi və su hövzələrinin yaradılan yerlərində heç bir tikinti istifadəyə yararlı torpaq sahəsi yoxdur.



Şəkil 13.1.

Həmin hissədən heç bir kommunikasiya şəbəkəsi keçmir. Aparılmış mövcud kiçik güclü HES-in bəndlərinin quruluşu aşağıdakı konstruktiv görünüşü aşağı hissədən $\ell_3 = 20 \text{ m}$ yuxarı hissədən $\ell_4 = 5 \text{ m}$ və hündürlüyü 35 m

olmaqla üç bəndin tikilməsi ən optimal hesab olunur. Belə texnologiyadan istifadə etmək sel sularının tənzimlənməsini geniş həddüddə tənzimləməyə və mövcud texnologiyalarla müqayisədə dağ çayının enerjisindən daha səmərəli istifadəyə imkan verir.

Bəndlərin yaratdığı su hövzələrinin potensial enerjisinin təyini

Dağ çayları böyük çayların qolları olduğundan onların saniyədəki su sərfi nisbətən az və eyni zamanda yüksək sürətə malik olur. Bu çayların su sərfi ilin yaz və payız aylarında yağışların artması ilə əlaqədar olaraq onların sərfi artır, daha güclü enerji mənbəyinə çevrilir. Yağış sularının miqdarı artdıqca çaylara çoxlu miqdarda daş, quru ağac hissələri və torpaq daxil olur və onlar çayların axarı boyunca mənbədən mənsəbə doğru hərəkət edir. Dağ çaylarının su sərfi il ərzində geniş diapazonda dəyişir. Dağ çaylarında su axımının (cərəyanının) miqdarı artdıqca onun töküldüyü çay suyunun da sərfi artır. Bu hal da əlavə problemlərin yaradılma ehtimalını çoxaldır.

Odur ki, dağ çaylarının enerjisindən istifadə etməklə onların üzərində kiçik HES-lər tikilməsi ilə, onun törədə biləcəyi fəsadların da aradan qaldırılması iqtisadi cəhətdən çox əhəmiyyətli ola bilər. Onlar aşağıdakılardır:

1. Dağ çaylarının və onların töküldüyü böyük çaylar daşması ilə münbit torpaqların su altında qalması və bədbəxt hadisələrin azalmasına nail olunur. Daşqınların aradan qaldırılmasına sərf olunan əlavə xərclərə ehtiyac yaranmaz.

2. Dağ çaylarının üzərindəki kiçik HES –lər onlara yaxın, həm də əsas enerji şəbəkəsindən uzaq olan məntəqələrin enerji təchizatını yaxşılaşdırır, əlavə iş yerləri yaradar və büdcəyə vergi ödəyər.

3. Dağ çaylarının üzərində, həm də bəndin tikilməsi HES-ə yaxın ərazidə torpaqların suvarılma imkanlarını artırır,

meyvəçiliyin və heyvandarlığın inkişafına şərait yaradar ki, bu da ölkənin daxili məhsul istehsalını artırır. Dağ çayının töküldüyü çayın su sərfinin tənzimlənməsinə imkan yaradar.

4. Dağ çayları üzərindəki bəndlərin su hövzələri balıqçılığın inkişafına münbit şərait yaradar. Bu da büdcəyə əlavə mədaxildir.

5. Dağ çaylarının üzərindəki HES-lər ətraf mühiti çirkləndirmir. Kiçik HES-lər ətraf mühitə heç bir zərərli tullantı buraxmamaqla, iqtisadi cəhətdən səmərəli olmaqla, ucuz elektrik enerjisi istehsal etməklə yanaşı, aşağıdakı çatışmazlığa da malikdir.

a) Dağ çayı üzərində HES – in tikilməsi və istismarı üçün çətin dağ relyefi şəraitində kommunikasiya şəbəkəsinin çəkilməsi zərurəti yaradır.

b) Dağ çayı üzərindəki bəndin yaratdığı su hövzəsindəki suyun səviyyəsi qalx-

dıqda, ətraf sahələrdə qrunt suyunun torpağın səthinə doğru qalxmasını artırır.

Bu da hövzənin ətrafındakı meşələrin ağaclarına mənfi təsir edir.

Dağ çaylarının suyunun enerjisindən istifadə sxemləri və hidroenergetik hesabı

Axan su kinetik enerjiyə malikdir:

$$W_{kin} = \frac{mV^2}{2} .$$

Çayların suyunun qabağı kəsildikdə çayın suyu gölə çevrilir. Bu zaman axan su özünün malik olduğu kinetik enerjini potensial enerjiyə çevirir. Belə halda potensial enerjinin mənbəyi yaranır:

$$W_{\text{pot}} = mgH$$

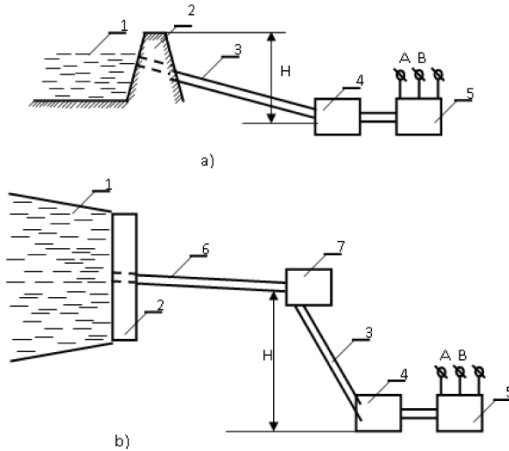
burada: m – suyun miqdarı, kg ; g –sərbəst düşmə təcildir, m/san^2 ;

H – suyun dibi ilə səviyyəsi arasındakı hündürlüklər fərqi və başqa sözlə, gölün hündürlüyüdür.

Bu enerji növlərindən istifadə etmək üçün çaylar üzərində Hidro Elektrik Stansiyaları qurulur. Onların gücləri adətən 5 MVt–dan az olur. Dağ çayları üzərindəki HES–lər həm bəndli, həm də bəndsiz tikilir.

Bəndli HES –lərdə çayın axma sürətinin qarşısını bənd kəsir. Axar su göl yaradır. Yəni potensial enerji mənbəyi yaradır. Suyun malik olduğu potensial enerji yenidən kinetik enerjiyə çevrilir və həmin enerji turbinin valına verilir.

Turbinin valında kinetik enerji mexaniki enerjiyə çevrilir. Həmin enerji hesabına turbin ilə bir val üzərində generatorun valı fırladılır. Nəticə olaraq, elektrik enerjisi istehsal edilir. Bu proses aşağıdakı sxemlər üzrə yerinə yetirilir.



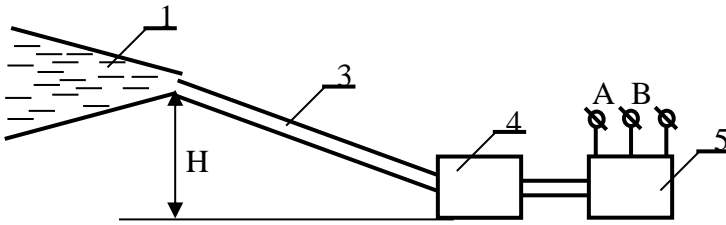
Sxem 13.2. Bəndi olan orta güclü HES-in sxemi:

1 – gölün suyu, 2 – bənd, 3 – təzyiq borusu, 4 – turbin, 5 – generator, 6 –
ötürücü boru, 7 – təzyiq tənzimləyicisi.

Bəndli HES –lərdə çayın axma sürətinin qarşısını bənd kəsir. Axar su göl yaradır. Yəni potensial enerji mənbəyi yaradır. Suyun malik olduğu potensial enerji yenidən kinetik enerjiyə çevrilir və həmin enerji turbinin valına verilir.

Turbinin valında kinetik enerji mexaniki enerjiyə çevrilir. Həmin enerji hesabına turbin ilə bir val üzərində generatorun valı fırladılır. Nəticə olaraq, elektrik enerjisi istehsal edilir. Bu proses aşağıdakı sxemlər üzrə yerinə yetirilir.

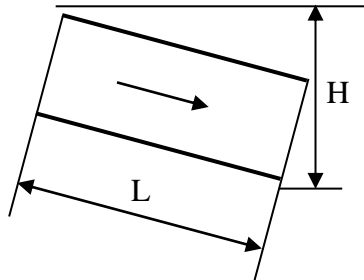
Bəndsiz HES–lər çayın suyunun sürətli axarlı hissəsində qurulur. O hissədə su böyük kinetik enerjiyə malik olur. Belə HES–lərdə su toplanır və kinetik enerjisi təzyiq borusu vasitəsi ilə birbaşa turbinin valına ötürülür. Generatorun valı fırladılır və elektrik enerjisi hasil edilir.



Sxem 13.3. Bəndi olmayan kiçik güclü HES-in sxemi

Dağ çaylarının hidroenergetik hesabı

Dağ çayları üzərində tikiləcək kiçik güclü HES – in turbinin valına ötürülən enerji aşağıdakı düsturlardan tapılır:



13.4. Təzyiq borusunun kəsiyi

$$P = 1000 Q \cdot H, \quad \text{kg} \cdot \text{m} / \text{san} \text{ və ya}$$

$$P = 1000 \cdot Q \cdot H / 75 = 13,33 Q \cdot H, \quad \text{a.q.} \text{ və ya}$$

$$P = 1000 / 75 \cdot 1,36 = 9,81 \text{ kVt.}$$

burada Q – boru ilə axan suyun sərfidir (m^3/san);

H – borunun əvvəli ilə sonu arasındakı hündürlüklər fərqi, (m);

Borunun su sərfi aşağıdakı ifadədən tapılır:

$$Q = \omega v, \quad \text{m}^3/\text{san}$$

burada ω – boru ilə axan suyun sürətidir, m/san ; V – borunun en kəsiyidir, m^2 .

Bu düsturlardan aydın olur ki, turbinin valına ötürülən gücün qiyməti təzyiqliq borusunun su sərfindən və borunun əvvəli ilə sonu arasındakı hündürlüklər fərqi qiymətindən asılıdır. Kiçik güclü HES –in generatorunda hasil edilən enerjinin gücü aşağıdakı düsturdan tapılır:

$$P_{el} = P \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_{ötür} \cdot \eta_{gen}, \quad \text{kVt.}$$

burada: η_{tr} – turbinin f.i.ə. $\eta_{ötür}$ – ötürmənin f.i.ə.; η_{gen} – generatorun f.i.ə.

$$\eta_{tr} = P_{tr}/P; \quad \eta_{ötür} = P_{gen}/P_{tr};$$

$$\eta_{gen} = P_{el}/P_{gen}.$$

$$\eta_{HES} = \eta_{tr} \cdot \eta_{ötür} \cdot \eta_{gen} \text{ – HES – in f.i.ə. – dır.}$$

HES – in hasil etdiyi güc isə aşağıdakı ifadədən tapılır.

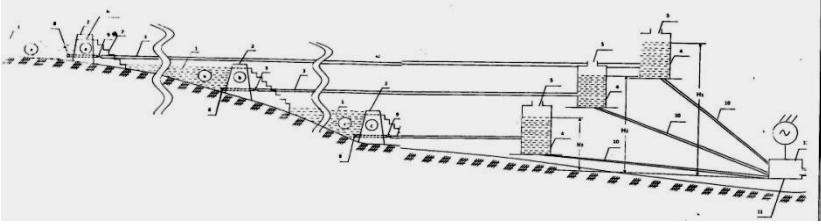
$$P_{el} = P \cdot \eta_{HES}.$$

Dağ çaylarının sel sularının sərfinin tənzimlənməsi ilə onun enerjisindən istifadə texnologiyası

Dağ çaylarının su mənbələri bulaqlar və yağış suları olduğundan güclü yağışlar zamanı çaylarda sel yaranır. Bu zaman çaylara çoxlu miqdarda ağac gövdələri, daşlar gətirməklə insan tələfatına və digər bədbəxt hadisələrin törənməsinə səbəb olur. Gözlənilməz bu halların qarşısının alınması və çayın daimi axar suyunun olmasını nəzərə alaraq onun enerjisindən də istifadə edilməsini nəzərdə tutan texnologiyadır. Dağ çaylarının

yavaş sürətli hissəsində çayın gətirdiyi daşların və ağac gövdələrinin saxlanması və sonradan təmizlənməsi üçün birinci (2 a) bəndi inşa edilir. Çayda selin yandığı vaxt artıq sular hövzənin artıq sularını buraxan 6 a kanalı və 7 a su təzyiqini söndürücü tikili vasitə ilə əsas ikinci su hövzəsi olan 1 b- ya ötürür. 2 b bəndi çayın cəld axımlı ən ensiz hissəsində tikilir. Bu hövzədə də daimi su ehtiyatı saxlanılır. Çayda sel suyu yaranan zaman artıq su burada da 6 b hövzənin artıq suyunu buraxan kanallar vasitəsi və 7 b suyun enerjisinin söndürən tikili vasitə ilə sonrakı 1 c hövzəsinə ötürür.

Bu hövzənin böyük su tutumuna malik olması çayın su sərfinin sel yaranan zaman sərfinin tənzimlənməsinə imkan yaradar. Bu bənddə də artıq suyu buraxmaq üçün 6 c su buraxıcı və 7 c suyun təzyiqini söndürücü tikili nəzərdə tutulur. Dağ çaylarında ilin bütün günlərində axar su olduğundan hövzələrdə əsasən də 1 a hövzəsində daimi su ehtiyatı olur. Hövzələrdəki suyun potensial enerjisinin kinetik enerji növünə çevirilməsi üçün hövzələrdəki suyun boru çıxan hissədən müəyyən qədər aşağı yerdə dağ yamacında 4 təzyiq tənzimləyiciləri quraşdırılır. Dağın relyefində asılı olaraq 4 təzyiq tənzimləyiciləri trubin generator bloklarına yaxın məsafədə yerləşdirilir. Təzyiq tənzimləyicilərindən su 10 yüksək təzyiqli su boruları vasitəsi ilə 11 trubin generator bloklarına verilir. 11 trubin generator bloklarında hasil edilən enerji elektrik paylayıcı quruluşuna verilir. Hövzələrdəki suyun uyğun təzyiq tənzimləyicilərinə ötürən 3 alçaq təzyiqli su borularının üzərində quraşdırılmış 9 avtomatik idarə olunan elektrik intiqallı siyirtmələr vasitələri ilə çayın su sərfi və generatorun sıxaclarında hasil edilən elektrik enerjisinin gərginliyi və tezliyi geniş hədudda tənzimlənir. Hesabatın reallığa yaxın qiymətlərlə aparılması üçün hər hövzə üzrə hesabat ayrıca aparılır.



Sxem 13.5.

1. Su hövzələri:

- a) sel sularının gətirdiyi daş və ağacların axımının dayandıran hövzə;
- b) suyun potensial enerji mənbəyini yaradan hövzə;
- c) sel daşının suyunun toplandığı hövzə;

2. Su bəndləridir:

- a) çayın az mailli hissəsində tikilməli olan kiçik hündürlüklü bənddir;
- b) HES-in əsas suyun potensial enerjisinin toplanmasını təmin edən bənddir;
- c) çay suyunun sərfini tənzimləyən bənddir.

3. Alçaq təzyiqli su borularıdır.

4. Təzyiq tənzimləyiciləridir.

5. Hava çıxaran borudur.

6. Hövzənin artıq suyunu buraxan kanaldır.

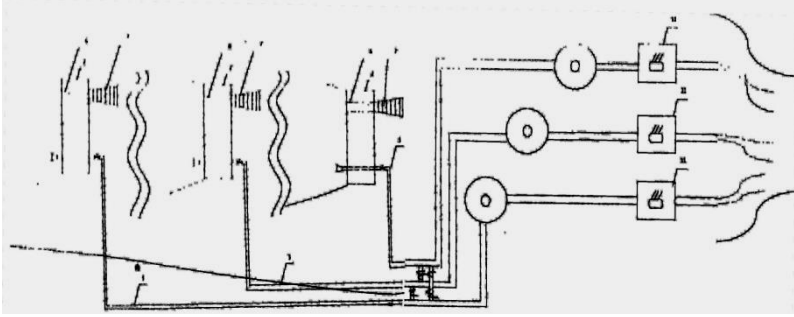
7. Hövzənin artıq suyunun enerjisini söndürən tikilidir.

8. Su qəbuledici qurğudur.

9. Avtomatik idarə olunan elektrik intiqallı siyirtmədir.

10. Yüksək təzyiqli su borusudur.

11. Trubin generator.



Sxem 13.6.

Torpaq sədlərinin (bəndlərinin) su buraxma qurğuları

Bu qurğular 3 qrupa bölünür:

- 1-su axıdan qurğular;
- 2 –fasilələrlə su buraxan qurğular;
- 3 – su yığan qurğular.

I qrup qurğular su səthində yaranan artıq əlavə sular, buz parçalarını və su üzərində olan kənar əşyaları aşağıya ötürmək üçün mövcud olan qurğulardır.

II qrup qurğulardan, səddin (bəndin) təmiri zamanı su hövzəsinin təmizləndiyi zamanı və s. istifadə edilir.

III qrup qurğular müxtəlif su tələbatçılarının istəyi ilə lazım olduqda su səviyyəsinin aşağı düşməsi üçün istifadə edilir. Adları çəkilən su buraxıcı qurğular torpaq bəndlərindən aralıda quraşdırılır. Bu qurğulardan fərqli olaraq kiçik torpaq səddi olan yerlərdə (hündürlüyü 3-4 m) su buraxma qurğuları torpaq bəndinin üzərində quraşdırılır.

Su axıdan qurğular öz konstruksiyalarına görə 2 yerə bölünür:

- açıq qurğular;
- qapalı (bağlı) qurğular.

Çox yüksək olmayan (3÷5 m) torpaq sədlərinin çəkilişində, sədd çəkilən yerin topoqrafik və geoloji şəraitindən

asılı olaraq artıq suların axıdılması üçün, səddin yanında yerləşən kiçik çay şlyuzlarından və ya kanaldan istifadə edilir. Bu da ucuz və iqtisadi cəhətdən səmərəlidir.

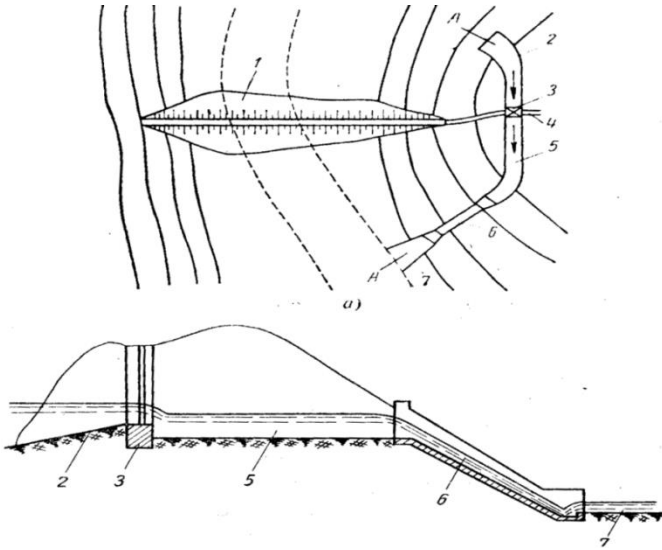
Aztəzyiqli su hövzələrində tikilən sədlərin, əlavə suların axıdılması qurğuları əsasən qüllə tipli olur.

Bu şəkildə açıq tipli artıq suları axıdan qurğunun konstruktiv sxemi verilmişdir .

Təzyiqin çox az olduğu yerlərdə əsasən açıq tipli daşlardan və ya taxtadan hazırlanmış qurğulardan istifadə edilir.

Artıq suların axıdılması üçün qurulan boruşəkilli qurğularda təzyiq yaratmaq üçün borunun sonunda kilid quraşdırılır.

a)

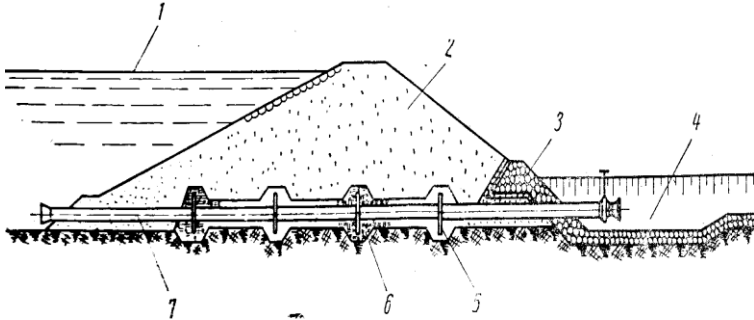


b)

Şəkil 13.7. Açıq tipli artıq suları axıdan qurğunun konstruktiv sxemi
a- bu qurğunun planı; b- A-A kəsiyi üzrə onun profilidir: 1–torpaq səddi
(bəndi); 2–su giriş kanalı; 3- su axıdan şlyüz (kanal); 4- yol; 5- su axıdan
kanal; 6- suyun axma mailliyi; 7- suyun çıxış kanalı.

Təzyiq yaradılması önəmli deyilsə kilid borunun yuxarı tərəfində quraşdırılır.

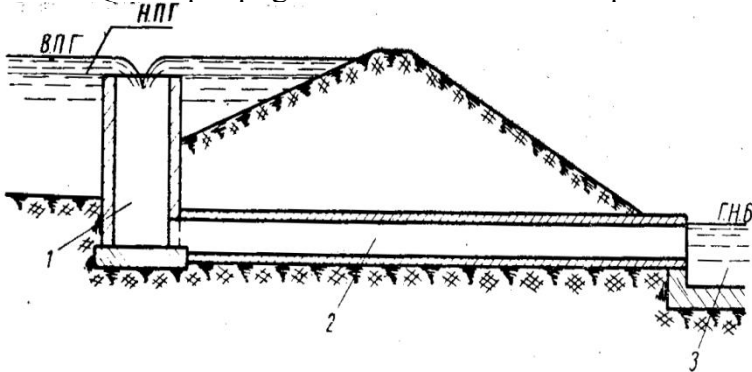
Şəkildən görüldüyü kimi boruşəkilli qurğular bir neçə hissədən ibarət olur.



Şəkil 13.8. Boruşəkilli su axını sistemi

1–suyun maksimum səviyyəsi; 2–torpaq səddi (bəndi); 3–prizma şəkilli drenaj qurğusu; 4–su yığılan quyular; 5–boruda quraşdırılmış diafraqma; 6–gildən hazırlanmış qıl; 7–su axıdılan boru.

Qüllə tipli qurğunun sxeminə nəzər salaq:



Şəkil 13.9. Qülləli su axını sistemi: 1 – dairə şəkilli qüllə; 2 - boru; 3 – su yığılan quyular. b – taxta su sədləri (bəndləri).

Çay hövzələrində kiçik güclü Mikro SES-lərin inşa edilməsində, meşə təsərrüfatı çox olan kənd və rayonlarda əsasən taxta sədlər quraşdırılır. Bu sədlərin (bəndlərin) çəkilməsi ucuz başa gəlir və iqtisadi cəhətdən əlverişlidir.

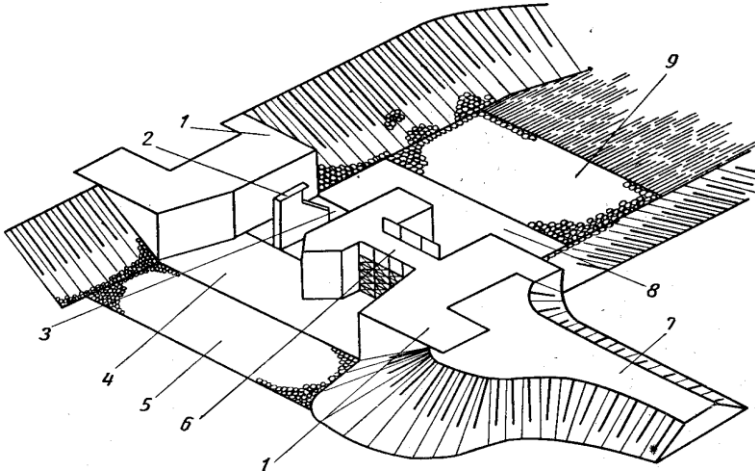
Taxta sədlərin (bəndlərin) quraşdırılması ilin hər fəslində mümkündür və asan başa gəlir. Bu sədlər (bəndlər) öz konstruksiyasına görə bir neçə tip olur.

- svaylar üzərində qurulmuş sədd (bənd)
- taxta qutulara yığılmış ağır daşlar və çınqıl üzərində qurulmuş sədlər (bəndlər).

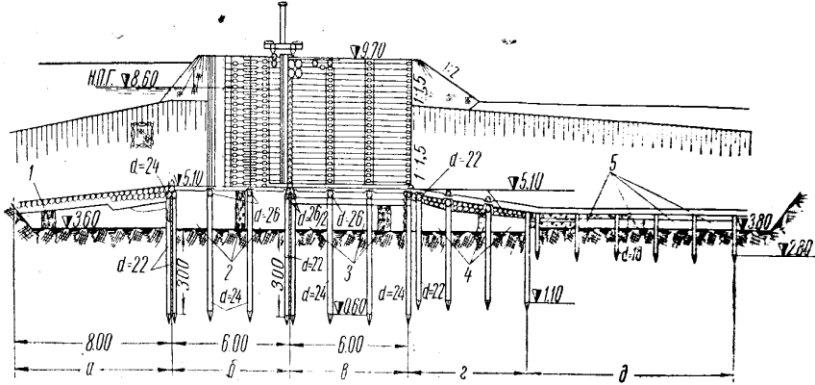
Şəkilə taxtadan qurulmuş səddin (bəndin) sxeminə nəzər salaq.

1- taxta səddin dayanıqlı hissəsi; 2 – taxta qalxan; 3 – su kanalı; 4 – səthi su buraxmayan material ilə örtülmüş su aşıran sahə; 5 - gildən hazırlanmış yastıq; 6 – körpücük; 7 – damba; 8 - əlavə suların axıdılması üçün qurğu.

Aşağıdakı şəkillərdə bünövrəsi svaylarla qurulmuş bəndli sxemi və onun ölçüləri göstərilmişdir.



Şəkil 13.10. Taxta bəndin sxemi.



Şəkil 13.11. Bünövrəsi svaylarla qurulmuş taxta bənd
a – su aşırın sahənin yastığı; b- səthi su buraxmayan su aşırın sahə;
v- su anbarı; q- artıq suyun axması üçün qurğu; d- daş yığılmış sahə.

Su yığılan anbarın döşəməsinin altında qurğunun dayanıqlı olması üçün daş, qum və çınqıldan ibarət təbəqə yığılır.

Təzyiq çox olarsa 20÷25 % gildən, 35÷40 % qumdan və 35÷40 % daşdan ibarət təbəqə yığılır.

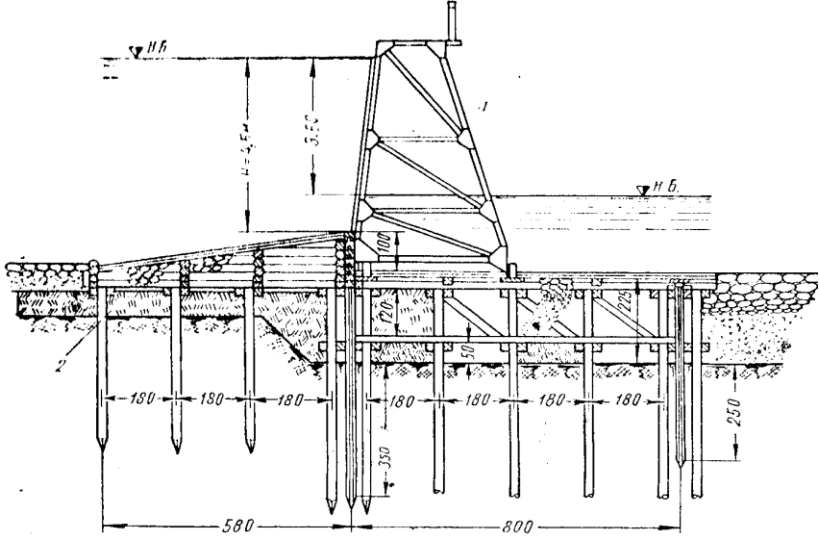
Soyuq iqlim şəraiti olan yerlərdə (çaylarda, su hövzələrində) əsasən hissələrə bölünən və dönmə qabiliyyəti olan fermalı bəndlər quraşdırılır. Bu tip qurğular su səthində yaranan buz qatlarını müstəqil şəkildə, bəndin sağ və sol qanadlarından ötürmək üçün nəzərdə tutulur.

Aşağıdakı şəkildə bu tip taxta bəndin (səddin) sxemi göstərilmişdir (şəkil 13.12).

c- daşlardan hazırlanmış bəndlər- Bu tip bəndlər (sədlər) əsasən daşlı, çınqıllı, qumlu su hövzələrində, əlavə material tələb olunmayan yerlərdə tikilir və iqtisadi cəhətdən ucuz başa gəlir.

Daşlardan hazırlanmış bəndlər, taxta bəndlərə (sədlərə) nisbətən baha baha başa gəlir, ancaq dayanıqlıq nöqteyi-nəzərindən daha etibarlıdır.

Daş bəndlər su hövzəsinin təzyiqindən, suyun miqdarından asılı olaraq, əlavə suların axıdılması üçün qurğusu olan və ya bu qurğu olmayan bəndlər şəklində tikilir.



Şəkil 13.12. Dönən fermalı taxta bənd
1- dönən ferma; 2- gil təbəqəsi.

Daş bəndlər əsasən böyük ağır çay daşlarından hazırlanır və bu daşların trapesiya şəkilində bir-birinin üstünə yığılması ilə tikilir. Bu daş yığımının üst səthi hamar olsun deyə əl ilə yığılır.

Hidro stansiya binaları və onların təyinatı.

Bu binaları eyni zamanda SES-nin hidrotexniki qurğuları da adlandırmaq olar.

Əsasən bu binalar bir neçə hissədən ibarət olur. Maşın və avadanlıqların yerləşdiyi hissə, hidroturbinlər, turbin kameraları və su sorucu boru kameraları.

Binanın aşağı qatında – turbinlər, turbin kameraları, su sorucu boru kameraları, yuxarı qatda isə generator, turbin tənzimləyiciləri və onların idarəetmə qurğuları yerləşdirilir.

Az təzyiqli su hövzələrində tikilən hidrotexniki qurğular su bəndinin (səddin) çox yaxınlığında qurulur ki, burada da əlavə təzyiqli yarıdan qurğulardan istifadə edilmir. Bu tip hidrotexniki qurğular ucuz başa gəlir və konstruksiyasına görə çox sadədir. Şəkildə SES-nin taxtadan hazırlanmış hidrotexniki binası göstərilmişdir.

Az və orta təzyiqli qurğularda, su turbinlərə təzyiqli boruları vasitəsi ilə verilir. Bu zaman binanın konstruksiyası daha da təkmilləşmiş olur. Turbinlərə kənar əşyaların düşməməsi üçün turbin kamerasına girişdə tor olan qurğu quraşdırılır. Sonra toru kənar əşyalardan təmizləmək, ya əl üsulu ilə, ya da mexanikləşdirilmiş üsulla həyata keçirilir.

Su daşıyan qurğular vasitəsi ilə su turbinlərə ötürülür. Bu turbinlər bir neçə tipdə olur:

- açıq turbin kamerası;
- spiral şəkilli beton və ya metal turbin kameraları.

Turbinlərdən çıxan su su sorucu borular vasitəsi ilə su kanalına ötürülür. Kənd SES-da hidrotexniki binanın (qurğunun) aşağı qatı taxtadan, dəmir-beton məmulatlarından, daşlardan və s. tikilir.

Hidroturbinlər - Müasir hidroturbinlər su pərlərinə nisbətən böyük üstünlüklərə malikdir:

- Bu turbinlər hər cür təzyiqli, su həcminə hesablanabilir;
- hidroturbinlərin faydalı iş əmsalı çox yüksək olur və enerji itkilərinə çox az yol verilir, eyni zamanda keçid rejimlərində onun f.i.ə.-li dəyişmir.

- hidroturbinlər yüksək fırlanma sürətinə malik olur, ona görə də bu turbini birbaşa generatora qoşub çox sərfəli və iqtisadi cəhətdən əlverişli ötürmə yaratmaq mümkün olur.

Bu tip turbinlərdə fırlanma sürətini artırmaq üçün onun konstruksiyasının təkmilləşdirilməsi, su axımının

parametrlərinə uyğun olaraq quraşdırılması vacib şərtlərdən biridir. Ona görə də bu turbinlər suyun parametrlinə uyğun olaraq müxtəlif konstruksiyalarda hazırlanır və hidrotexniki qurğularda müxtəlif vəziyyətlərdə quraşdırılır.

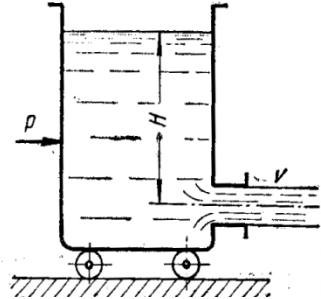
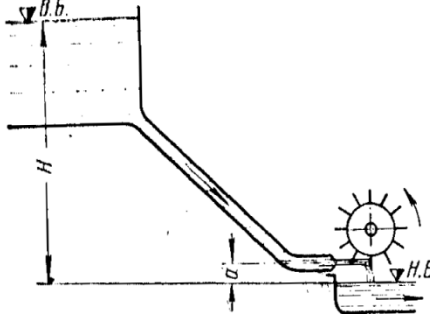
Turbinlərin fırlanma sürəti çox olduqca, onların ölçüləri də azalır. Bu turbinlər bütün iş rejimlərində və hər cür şəraitdə işləmək qabiliyyətini itirmir və fırlanma sürətini dəyişmir.

Bu üstün xüsusiyyətlərinə görə kiçik SES-nin f.i.ə. da yüksək olur.

- Hidroturbinlərin hissələri təmir üçün əlverişli konstruksiyada hazırlanır.

- fırlanan val həm horizontal, həm də vertikal vəziyyətdə ola bilər. Bu da turbinlərlə əlaqədə olan maşın mexanizmlərin konstruksiyasından asılı olur.

Müasir hidroturbinlər, iş prosesinə görə həm aktiv, həm də reaktiv tiplərə bölünür .



Şəkil 13.14. Aktiv turbinin sxemi. Şəkil 13.15. Su şırnağının sxemi.

Bu şəkillərdə aktiv və reaktiv turbinlərin ən sadə konstruktiv sxemi verilmişdir. Aktiv turbin dedikdə, əsas su axınının aktiv təzyiqli nəticəsində işləyən turbin nəzərdə tutulur. Şəkildə göstərilən aktiv turbinin iş prinsipinə nəzər salmaq.

Horizontal vəziyyətdə yerləşən val üzərində, işçi mexanizm quraşdırılır. Bu mexanizmin üzərində val boyu

pərlər yerləşdirilir. Təzyiq boruları vasitəsi ilə su axını, yuxarı səviyyədən aşağı səviyyəyə, işçi mexanizmin yerləşdiyi yere təzyiqlə axır. Təzyiq borusunun sonunda, suyun çıxışında yaranan təzyiq nəticəsində su axını sürətlə pərlərə çırpılaraq val üzərində quraşdırılan işçi mexanizmin saat əqrəbinin əksinə fırlanması üçün zəmin yaradır.

Su axını işçi mexanizmin bütün pərləri ilə təmasda olmadığı üçün, onun aktiv enerjisi atmosfer təzyiqi altında işçi mexanizmin fırlanmasına sərf olunur. Ona görə də bu turbinlərdə sürətin dəyişməsi nəticəsində, su axınının reaktiv təsiri yaranmır. Bu tip turbinlər aktiv turbinlər adlanır. Aktiv təsirli turbinlərdə su axınının təzyiqi (H), nəticəsində yaranan suyun kinetik enerjisi işçi mexanizmə verilir və o fırlanır. Fırlanan işçi mexanizm suyun ən aşağı səviyyəsindən (a) hündürlükdə yerləşir. Yuxarı səviyyə ilə işçi mexanizmə qədər olan fərq ($H-a$)-ya bərabərdir.

a - məsafəsi suyun yuxarı səviyyəsi ilə ən aşağı səviyyəsi arasında itən hündürlükdür .

İndi də reaktiv turbinlərin iş prinsipinə nəzər salaq. Reaktiv turbinin sadə konstruktiv sxemi də verilmişdir.

Şəkildə göstərilən aktiv və reaktiv turbinlərin bəzi çatışmayan cəhətləri var. Bu tip turbinlərdən çox əvvəllər istifadə olunmuşdur. Onların f.i.ə.-lı çox azdır. Son zamanlar bu turbinlərin konstruksiyası dəyişdirilmiş və təkmilləşdirilmişdir.

Müasir turbinlərin iş prinsipinin öyrənilməsi üçün, keçmiş sadə konstruksiyalı turbinlərin iş prinsipini də bilmək önəmlidir.

Şəkildə belə turbinlərdən birinin konstruksiyası verilmişdir.

Bu su sorucu borusu olan reaktiv turbindir:

- 1- işçi mexanizm (su pəri);
- 2- istiqamətləndirici aparat;
- 3 - su sorucu pəri.

İş prinsipinə nəzər salaq. Su axını istiqamətləndirici aparatdan keçib, işçi mexanizmə (su pəri) daxil olur.

İstiqamətləndirici aparatın üzərində, künclərdə kürəklər yerləşdirilir. Aparata daxil olan su axını işçi mexanizmə çatmamış, müəyyən sürət alır. Deməli, su axınının təzyiqinin bir hissəsi (potensial enerjisi) – sürətə yəni kinetik enerjiyə çevrilir.

Fırlanan işçi mexanizmə verilən enerji, su axınının kürəklər vasitəsi ilə yaranan aktiv enerjiyə və axan suyun kürəklərə təsir enerjisinə - yəni reaktiv enerjiyə bölünür. Buna görə də bu konstruksiyalı turbinlər “aktiv-reaktiv” turbinlər adlanır. Bu turbinlərdə su axını kürəklər arasına kanallarla bir vaxtda işçi mexanizmə ötürülür.

Müasir reaktiv turbinlər bir neçə tip olur:

- vertikal oxlu radial turbinlər;
- pərli turbinlər;
- ikiqat kürəkli turbinlər

Orta güclü kənd hidrostantsiyalarında əsasən reaktiv turbinlərdən istifadə edilir.

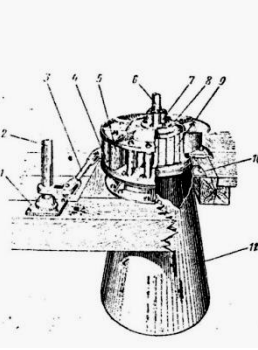
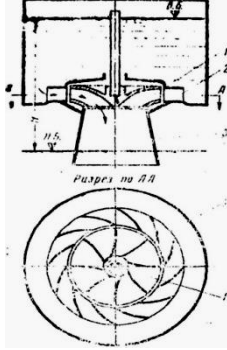
Kiçik çaylarda, su hövzələrində əsasən reaktiv turbinlərdən istifadə edilir. Şəkildə vertikal oxla radial turbinlərin elementləri göstərilmişdir.

İşçi mexanizm (g), turbinin valına (6) bərkidilir. İstiqamətləndirici aparat (5), turbinin bünövrəsinə (10) söykənir. İstiqamətləndirici aparat yuxarıdan turbin qapağı ilə örtülür. Bu qapağa turbinin yastığı (7) bərkidilir. Turbin bütünlüklə turbin kamerasına yerləşdirilir.

Su axını müəyyən təzyiqlə kürəklər arasından istiqamətləndirici aparata və işçi mexanizmin kürəkləri üzərinə tökülür. İşçi mexanizmə düşən su axını, istiqamətini dəyişir və vertikal istiqamətdə su sorucu boruya düşür. İşçi mexanizmdən keçən su axını öz kinetik enerjisini işçi mexanizmin işləməsinə sərf edir və bu zaman işçi mexanizmin sürəti artır.

Radial oxlu turbinlərdə suyun tənzimlənməsi, istiqamətləndirici aparatın kürəklərinin dönmə bucaqlarının dəyişməsi səbəbindən baş verir.

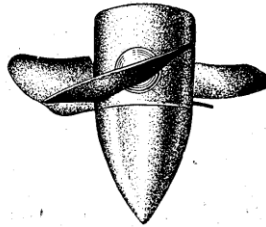
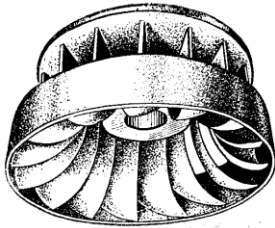
Şəkildə reaktiv turbinin müxtəlif konstruksiyalı işçi mexanizmi verilmişdir.



Şəkil 13.16. Reaktiv turbinin görünüşləri

Şəkil 13.17. Reaktiv turbinin ümumi görünüşü

1-tənzimləyici valın dayağı; 2- tənzimləyici val; 3- dartı mexanizmi; 4- tənzimləyici dövrə; 5-istiqamətləndirici aparat; 6- turbinin valı; 7- yastıqlar; 8-turbinin qapağı; 9- işçi mexanizmi; 10- turbinin bünövrəsi; 11- susorucu boru.



Şəkil 13.18. Reaktiv turbinin müxtəlif konstruksiyalı işçi mexanizmi: a-radial oxlu Frensis tipli turbinin işçi mexanizmi; b- pərli Kaplan tipli turbinin işçi mexanizmi.

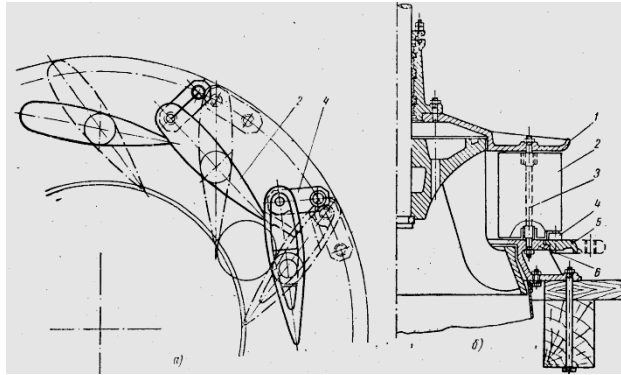
Radial oxlu Frensis tipli turbinin işçi mexanizmi çuqundan hazırlanır və vala bərkidilir. İşçi mexanizmin yuxarı və aşağı hissələri arasında çuqundan tökülmüş kürəklər vardır ki, bu da su axınının sürətini artırır.

Pərli Kaplan tipli turbinlərin işçi mexanizmi isə 4 ədəd pərlərin val üzərində perpendikulyar vəziyyətdə bərkidilməsi konstruksiyası ilə yerinə yetirilir.

Bundan başqa dönən kürəkli turbinlər də mövcuddur. Bu tip turbinlərin mexanizmlərinin kürəkləri həm öz oxları ətrafında, həm də val ilə birlikdə fırlanma qabiliyyətinə malik olurlar.

Bu tip turbinlərin f.i.ə.-lə da yüksək olur. Turbinə daxil olan su axını 2 üsulla tənzimlənir. Həm istiqamətləndirici aparatın köməyi ilə, həm də işçi mexanizm üzərində yerləşdirilən fırlanan kürəklərin köməyi ilə su axınının sürəti tənzimlənir.

Turbinin istiqamətləndirici aparatı- Bu aparatın sxemləri şəkildə göstərilmişdir.



Şəkil 13.19. Reaktiv turbinin istiqamətləndirici aparatı
a-kürəklərin dönmə sxemi; b-istiqamətləndirici aparatın
uzununa kəsiyi: 1-yuxarıda yerləşən dairə; 2-kürəklər; 3-kürəklərin oxu;
4-dartı qurğusu; 5- ikinci tənzimləyici dairə; 6-valın aşağısında yerləşən
dairə.

Turbinlərdə, istiqamətləndirici aparatın vəzifəsi, işçi mexanizminə ötürülən su axımının sürətini tənzim etmək üçündür.

Bu aparat istiqamətləndirici kürəklər və val üzərində yuxarıda və aşağıda yerləşən dairələrlə birlikdə su axımının normal keçməsi üçün kanal yaradır. Kürəklər eyni zamanda öz oxu ətrafında da fırlanır.

Turbinin mexaniki işinin elektrik enerjisinə çevrilməsi üçün onun valı generatorun valı ilə birləşdirilir. Bu birləşmə ya birbaşa, ya da ötürücü mexanizmlər vasitəsi həyata keçirilir. İstiqamətləndirici aparatın iş prinsipinə nəzər salaq .

Burada hər bir kürək dartı qurğusu vasitəsi ilə (4), tənzimləyici fırlanan dairə (5) ilə birləşdirilir. Bütün kürəklər tənzimləyici fırlanan dairə ilə əlaqədar olduğuna görə, dairənin dönməsi zamanı kürəklər də dönmür. Tənzimləyici dairə isə öz növbəsində, istiqamətləndirici aparatın tərpənməz dairəsinə bərkidilir. Su axımının turbinə ötürülməsinin tam dayanması üçün tənzimləyici dairə öz əvvəlki vəziyyətinə qayıdır və kürəklər bir-birini qapayır.

Su sorucu borular- Su sorucu borular turbinin ən əsas elementlərindən biridir. Onun iş prinsipi aşağıdakı qaydalara uyğun olmalıdır.

a) turbində işlənmiş suyu, (turbindən keçən suyu) su hövzəsinin aşağı qatına ötürür.

b) su təzyiqinin tam istifadə olunması üçün, işçi mexanizmdən çıxan su təzyiqinin azalmasının qarşısını alır.

c) işçi mexanizmin kürəklərindən müəyyən sürətlə axan suyun kinetik enerjisindən istifadə olunmasını təmin edir.

Reaktiv turbinlər su sorucu borular olmasa da işləyə bilər. Onda aktiv turbinlərdə olduğu kimi su təzyiqinin statik gücü istifadəsiz qalar. Ona görə də, su sorucu borular bu çatışmazlığın qarşısını alır.

Su sorucu boruları olan reaktiv turbinlərdə, işçi mexanizmin altında vakuum yaranır ki, bu da işçi mexanizmdən,

su hövzəsinin aşağı səviyyəsinə qədər olan məsafədə su sorucu borularda yaranan su həddi ilə bərabərlik təşkil edir. Ona görə də işçi mexanizmdən çıxan suyun təzyiqi, atmosfer təzyiqindən azdır. İşçi mexanizmdən yuxarıda yaranan suyun təzyiqi ilə, ondan aşağıda yaranan təzyiqin fərqi artır və işçi mexanizm ilə suyun aşağı səviyyəsi arasında yaranan təzyiq turbinin işləməsinə sərf olunur.

Reaktiv turbinlərdə suyun işçi mexanizmdən çıxma sürəti aşağı təzyiqli stansiyalarda $v = 3 \div 6$ m/san, yüksək təzyiqli stansiyalarda isə $v = 8 \div 12$ m/san arasında olur. Ona görə də işçi mexanizmdən çıxan su axını böyük kinetik enerjiyə malik olur.

Bu kinetik enerjinin sərfəli istifadə edilməsi üçün su sorucu boru konusvarı hazırlanır. Bu formada olan borularda su axınının sürəti aşağı düşür. Ona görə də işçi mexanizmdən aşağıda təzyiq azalır. Bu səbəbdən işçi mexanizmdən yuxarıdakı təzyiqlə, aşağıda yaranan təzyiq arasındakı fərq artır. Deməli, konusvarı su sorucu borular, işçi mexanizmdən çıxan suyun sürətinin artması üçün zəmin yaradır.

Turbin kameraları- İşçi mexanizmə ötürülən su axını istiqamətləndirici aparat vasitəsi ilə həyata keçirilir. Bu aparat turbin kamerasında yerləşdirilir. Kameraya təzyiq boruları bərkidilir.

Aşağı təzyiqli kiçik güclü turbinləri əsasən taxtadan və ya betondan hazırlanmış kameraya yerləşdirirlər. Bu kameraların ölçüləri turbinlərin tipindən asılıdır.

Kameranın minimal dərinliyi o dərəcədə olmalıdır ki, turbinin yuxarı qapağının üzərində lazımi miqdarda su təbəqəsi olsun. Bu da turbinə hava sorulmaması üçündür. Təzyiqin artması nəticəsində açıq kameranın dərinliyi artır. Bu da turbin kamerasının ölçülərinin artmasına səbəb olur. Ona görə də açıq tipli turbin kameraları kiçik təzyiqli hidrostansiyalarda istifadə olunur.

Böyük təzyiqli kiçik SES-nin turbinlərində bağlı tipli turbin kameralarından istifadə edilir.

Turbinlərin təsnifatı və xarakteristikaları

Turbinlərin sürət əmsalları və ya onun fırlanma sürəti bu turbinin praktik işində və xarakteristikasının yaxşılaşdırılmasında böyük əhəmiyyətə malikdir.

Bu xüsusiyyət turbinin ayrı-ayrı təzyiqlərdə onun fırlanma sürətinin təzyiqlə uyğun tənzimlənməsi, eyni zamanda onun sürət əmsalının təyin edilməsi turbinlərin iş rejimini yaxşılaşdırmaq üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Turbinin fırlanma sürəti onun 1 dəqiqədə dövrlər sayından, turbinin gücündən və suyun təzyiqindən asılıdır.

$$n_s = \frac{n\sqrt{N}}{H^{\frac{4}{3}}}$$

formulu ilə turbinin sürət əmsalı təyin edilir.

burada: n_s - sürət əmsalı; n – dövrlər sayı; N – turbinin gücü; H – suyun təzyiqidir.

Turbinin normal işi, təzyiqlin $H = 1 \frac{km}{san^2}$ gücünün

$N = 1 \frac{litr}{san}$ qiymətlərində onun fırlanma sürəti ilə təyin edilir.

Nəzərə alsaq ki, turbinin gücü həmişə sabit qalmır, yəni yükədən asılı olaraq dəyişir. Onda onun sürət əmsalı da dəyişir.

Aşağıdakı cədvəldə turbinlərin tipindən asılı olaraq, sürət əmsalının dəyişməsinə nəzər salaq.

Cədvəl 13.2

Turbinlərin tipindən asılı olaraq, sürət əmsalının dəyişməsi

Turbinlərin tipi	Sürət əmsalı
1 – çömçəli turbinlər	$n_s = 4 \div 24$
2 – radial oxlu turbin	$n_s = 50 \div 100$
3 – radial normal	$n_s = 150 \div 250$
4- radial yüksək sürətli	$n_s = 250 \div 450$
5 – pərli və dönmən kürəkli turbinlər	$n_s = 300 \div 12000$

$$n_s = \frac{n\sqrt{N}}{H^4\sqrt{H}} - \text{formulundan g\u00f6r\u00fcnd\u00fcy\u00fc kimi, turbinin}$$

fırlanma s\u00fcr\u00e9ti onun s\u00fcr\u00e9t \u00eamsalından asılıdır. S\u00fcr\u00e9t \u00eamsalı \u00e7ox olduqca fırlanma s\u00fcr\u00e9ti d\u00e9 artır. Buna g\u00f6r\u00e9 d\u00e9 c\u00e9dv\u00e9ld\u00e9n g\u00f6r\u00fcnd\u00fcy\u00fc kimi, y\u00fcks\u00e9k t\u00e9zyiqli su h\u00f6vz\u00e9lərində s\u00fcr\u00e9t \u00eamsalı az k\u00fcrekli radial oxlu turbinl\u00e9rd\u00e9n, a\u00\u00e7a\u00f4ı t\u00e9zyiqli su h\u00f6vz\u00e9lərində is\u00e9 s\u00fcr\u00e9t \u00eamsalı b\u00f6y\u00fck olan p\u00e9rli v\u00e9 d\u00f6n\u00e9n k\u00fcrekli turbinl\u00e9rd\u00e9n istifad\u00e9 olunur.

M\u00e9s\u00e9l\u00e9n: g\u00fcc\u00fc $N=200$ at/g\u00fcc\u00fc.

XIV FƏSİL

KÜLƏK ENERJİ MƏNBƏLƏRİ

Külək enerjisindən istifadənin səmərəliliyi.

Yerin Günəşdən aldığı 1%-ə yaxın günəş enerjisi atmosferdəki hava kütləsini hərəkətə gətirir. Bu hadisə yerin müxtəlif hissələrində havanın müxtəlif temperaturlarla təmasda olduğu zaman baş verir. Bu bütövlükdə bütün dünyada enerji tələbatını 100 dəfə artırır. Yalnız bu enerjinin kiçik bir hissəsi təcrübədə istifadə olunur.

Bəşəriyyət öz inkişafının ilkin dövrlərində külək enerjisindən istifadə etməyi öyrənmişdir. Hələ 3000 il bundan əvvəl insan külək enerjisindən istifadə edərək uzaq məsafələrə üzmək üçün suya yelkən buraxmışdır. Bu gün enerjinin külək mənbələri özünün 2 –ci həyatını yaşayır və günbəgün daha çox istifadə edilir.

Külək elektrik stansiyaları, adətən, qüllədən, kürəkli turbindən və elektrik generatorundan ibarətdir. Maşın hissələri küləyin istiqamətindən asılı olaraq çevrilərək ya küləkdən, ya da elektrik mühərrikindən istifadə edir. Külək elektrik stansiyaları küləyin istiqamətindən asılı olmayaraq vertikal oxla işləyə bilər:

Odur ki, maşın zalı yer səthi səviyyəsində qurula bilər. Bu bir sıra üstünlüklərə imkan verir.

- Ağır avadanlıqların sadə montaj olunması;
- Generator, reduktor, qüllə yoxdur, yerdə xidmət sadədir;
- Bununla belə, bu növ elektrik stansiyaları horizontal oxda olan elektrostansiyalar kimi geniş yayılmışdır.

Vertikal ox üzərində olan külək turbinləri yüksək və orta tezlikli küləklərin normal işləməsi üçün, onu fırladaraq, xarici mənbələrin işə salma mexanizmini və onun kürəklərini küləkdən yığmış olduğu “yığma” anını praktiki olaraq yer səthində daha aşağı tezlikli külək zonasında, horizontal ox üzərində külək turbinlərində buna görə bu az enerji effektivdir.

Külək enerjisi isti külək iqlimi olan ölkələrdə geniş istifadə olunur. küləkdən istifadə edən belə qabaqcıl ölkələrə Almaniya, Danimarka, İspaniya, ABŞ aiddir. Dünya lideri Almaniya sayılır ki, hansı ki, 90 – ci illərdə atom elektrik stansiyasının tikilişindən imtina etmiş və qısa za-man çərçivəsində 7000 MVt külək elektrik aqreqatları tikmişdir. Onların gücü 3000 MVt atom elektrik stansiyasının gücünə bərabərdir.

Azərbaycanın alternativ külək enerji potensialı

Külək enerjisi digər alternativ enerji mənbələri olan günəş, hidroenergetika, geotermal və biokütlə enerjisindən özünün maya dəyəri, ekoloji təmizliyinə və tükənməzliyinə görə ən sərfəlidir.

Təcrübə göstərir ki, Azərbaycanın bir çox rayonlarında külək enerjisi qurğularının tətbiqinin böyük perspektivi vardır. Hesablamalara görə Azərbaycan Respublikası özünün coğrafi vəziyyətinə, təbii şəraitinə və iqtisadi infrastrukturuna görə 800 MVt – a yaxın illik külək enerjisi ehtiyatına malikdir. Bu ehtiyat ildə təxmini hesablamalara görə 2,4 milyard kVt/saat elektrik enerjisi deməkdir. Bu isə, öz növbəsində ildə 1 milyon tona yaxın şərti yanacağa qənaət, ən əsası isə, ildə külli miqdarda tullantı-ların, o cümlədən azondağıcı olan karbon dioksidin atmosfərə atılmasının qarşısının alınması deməkdir.

Çoxillik müşahidələr nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, ən əlverişli külək şəraiti Abşeron yarımadasında, Xəzər dənizi sahili zolağında və akvatoryanın şimal-qərb hissəsində olan adalardadır. Azərbaycanın qərbində Gəncə-Daşkəsən zonasında və Naxçıvan Muxtar Respublikasının Şərur-Culfa ərazisində küləyin illik sürəti 3...5 m/san olduğu üçün bu regionlarda orta güclü külək elektrik qurğularından istifadə etmək olar.

1990 – cı ildə Yaponiyanın “Tomen” şirkəti Azərbaycan Elmi-Tədqiqat İnstitutu ilə 2002–ci ildə Azərbaycanın bərpa olunan enerji resurslarının qiymətləndirilməsi həyata keçirilmiş

və aşkar olmuşdur ki, Abşeron yarımadası iri həcmdə külək enerjisi potensialına malikdir. Uzun müddətli küləyin orta sürəti 6 m/san–dan artıqdır ki, bu külək enerjisi üçün əlverişli texniki-iqtisadi potensialın olmasını göstərir. Şimal DRES–in yerləşdiyi ərazidən toplanılmış külək enerjisi üzrə statistik məlumatlar bir daha təqdim olunan göstəriciləri təsdiq etmişdir. Aparılmış bu tədqiqatlar zamanı Qobustan rayonu ərazisi üçün təqdim olunmuş göstəricilər külək enerjisi potensialının 4–cü sinfinə aid edilir ki, bu da yüksək potensial hesab olunur.

Külək enerji mənbələri. külək mühərrikləri və onların gücünün təyin edilməsi

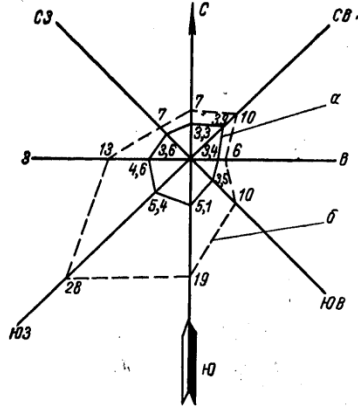
Külək sürəti dedikdə vahid zaman ərzində onun 1 m məsafədəki sürəti nəzərdə tutulur. Küləyin sürəti daimi olmur. Müəyyən zaman ərzində onun sürəti və istiqaməti dəyişə bilər. Küləyin orta sürəti dedikdə, onun orta cəbri miqdarı (sürəti) nəzərdə tutulur. Ona görə küləyin orta sürətini təyin etmək üçün, onun 1 saat müddətindəki, bir neçə dəfə cəbri qiyməti götürülür ki, bu da orta sürət adlanır. Gün ərzində hər saata düşən orta sürəti təyin etdikdən sonra, onun gün ərzindəki orta qiymətini də tapmaq mümkündür.

Küləyin sürətini ölçmək üçün aşağıdakı ölçü cihazları mövcuddur.

- Flyüqer;
- Anemometr.

Flyüqerlə küləyin bir anlıq sürətini ölçmək mümkündür. Anemometrə isə onun konstruksiyasından asılı olaraq küləyin ani və eyni zamanda orta sürətini müəyyən zaman kəsiyində ölçmək mümkündür. Metrologiyaya aid ədəbiyyatlarda bu ölçü cihazları haqqında məlumatlar vardır. Küləyin sürəti müntəzəm

olaraq metroloji stansiyalarda qeydə alınır. Ayrı-ayrı müddətlərdə qeydə alınan bu göstəricilər cədvəldə qeyd olunur və bunların əsasında küləyin orta aylıq və orta illik sürətinin diaqramı tərtib edilir. Şəkil 2.3.-də bu diaqrama göstərilmişdir.



Şəkil 14.1. Orta illik külək diaqraması.

Diaqramanı qurmaq üçün ümumi mərkəzdən düz xətlər çəkilir. Mərkəzdən diaqrama şüaları boyunca kəsiklər qoyulur ki, bu da küləyin %-lə təkrar olunma prosesini göstərir. Bu kəsiklərin sonları düz xətlərlə birləşdirilir.

Alınma çoxbucaqlı verilən sahədə küləyin istiqamətini göstərir.

Diaqramaya nəzər salsaq görərik ki, burada:

G (Ş) – şimal; IO (C) – cənub; ŞQ (C3) – şimal – qərb; ŞŞ(CB)-şimal-şərq; C.Ş. (IOB)-cənub-şərq; CQ(IO3)-cənub-qərb.

Küləyin istiqamətlərini göstərir.

Diaqramın a-hissəsi küləyin orta sürətini (m/san) b-hissəsi küləyin %-lə təkrar olunmasını göstərir. (b)-çoxbucaqlısının daxilində (a) çoxbucaqlısı tərtib olunmuşdur ki, bu da verilən istiqamətdə küləyin orta sürətini göstərir.

Əsasən tərtib edilən külək diaqramı 5-10 il müddətinə hesablanır.

Külək diaqramları yerin coğrafi mühitindən asılı olaraq ayrı-ayrı formalara malik olur və bu diaqramların tərtib edilməsində küləyin real vəziyyətinə yaxın olan (%-lə) onun xarakteristikası alınır. Coğrafi şəraitindən asılı olaraq külək diaqramı tərtib olunan yerlərdə əsasən günün hansı saatlarında küləyin əsmə vaxtının müəyyən edilməsi qanunauyğun şərtidir. Eyni zamanda küləyin yer səthinə yaxın yerlərdəki, sürətinin yerdən yuxarı olan sahədəki sürətindən xeyli az olduğunu nəzərə alsaq, külək enerji sisteminin yer səthindən 15÷25 m hündürlükdə quraşdırılması qanunauyğundur.

Səhralarla əhatə olunmuş ərazidə isə külək mühərrikinin əsasən 10÷12 m hündürlükdə quraşdırılması önəmlidir ki, bu da son nəticədə külək enerji sisteminin çəkisinin az olmasına və ona xidmətin yüngülləşməsinə səbəb olur.

Fizika fənnindən aydındır ki, hərəkətdə olan cismin sürəti – v (m/san) kütləsi isə m (kq.san/m) olduqda bu cisim kinetik enerjiyə malik olur. Bu kinetik enerji

$$E = \frac{mv^2}{2} (kq.m) \text{ formulu ilə təyin edilir.}$$

Küləklə hərəkət edən mexanizmin işləməsinə sərf olunan hava axınının səbəbindən külək enerjisi mexaniki işə sərf olunur. Bu hava kütləsinin dairəvi səthi – F (m^2)-dir. 1 san ərzində F -səthindən axan hava kütləsi v - sürəti ilə hərəkət edir.

1 san. ərzindəki havanın həcmi:

$$v = v \cdot F \left(\frac{m^3}{san} \right) \text{ ilə təyin edilir.}$$

Bu hava həcmnin xüsusi çəkisi $-\gamma$ ilə işarə edilərsə, 1 san ərzindəki havanın həcmi

$$Q = \gamma \cdot v \cdot F \left(\frac{m^3}{san} \right) \text{ ilə təyin edilir.}$$

Havanın kütləsi isə

$$m = \frac{Q}{g} = \frac{\gamma \cdot v \cdot F}{g} (kq.san/m) \text{ olur.}$$

$\frac{\gamma}{g}$ nisbəti havanın sıxlığı adlanır və ρ ilə işarə edilir.

Deməli buradan:

$$\rho = \frac{\gamma}{g} \text{ (kq.san}^2/\text{m) olur.}$$

Onda havanın kütləsi $m = \rho \cdot v \cdot F$ ($\text{kq} \cdot \frac{\text{san}}{\text{m}}$) ilə təyin edilir. Belə olan halda hava kütləsinin kinetik enerjisi

$$E = \frac{mv^2}{2} = \frac{\rho \cdot v \cdot F v^2}{2} = \frac{\rho v^3 F}{2} \left(\frac{\text{kqm}}{\text{san}} \right) \text{ ilə hesablanır. Bu}$$

formulaya görə 1 san. ərzində F-hava kəsiyindən keçən külək enerjisi təyin edilir. Bu enerjinin bir hissəsi külək sisteminin işləməsinə sərf olunur və külək enerji əmsalı ilə ε -ilə işarə olunur.

Külək enerji sisteminin gücü

$$N = \frac{\rho v^3 \cdot F \varepsilon}{2} \left(\frac{\text{kqm}}{\text{san}} \right)$$

ilə təyin edilir. Külək pərlərinin yuxarı səthinə düşən enerji miqdarı

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = 0,785 D^2$$

D- külək təkərinin diametridir.

760 mm civə sütunu təzyiqli, 15°C temperaturda hava sıxlığı $\rho = 0,125 \text{ kqsan}^2/\text{m}^4$ bərabər olur.

Bu zaman külək mühərrikinin gücü:

$$N = \frac{v^3 \cdot D^2 \varepsilon}{1530}$$

Burada N-güc, at gücü ilə hesablanır.

$$N = \frac{v^3 \cdot D^2 \varepsilon}{2080} \text{ (kVt).}$$

Müasir külək mühərriklərinin maksimum istifadə əmsalı $\varepsilon = 0,46 - \text{dir.}$

Bu formullardan görünür ki, hər bir külək mühərrikinin gücü, küləyin sürətinə uyğun olaraq dəyişir.

Külək mühərriklərini, digər sistemdən olan mühərriklərdən fərqləndirən cəhət ondan ibarətdir ki, digər sistemdən olan mühərriklərin gücü ya sabit qalır, və ya cüzi olaraq dəyişir. Külək enerji sistemləri layihələndirilən zaman

ehtiyat enerji mənbəyi olaraq akkumulyator qurğularından istifadə edilir.

KÜLƏK ELEKTRİK STANSİYALARI. AKKUMULYATOR BATAREYALARINI DOLDURMAQ ÜÇÜN İSTİFADƏ OLUNAN KÜLƏK ENERJİ QURĞULARI

Kənd təsərrüfat sahələrində aşağıda göstərilən külək elektrik stansiyalarından istifadə edilir.

Bu aqreqatlar əsasən 2-3 kVt gücündə olub kənd radio ötürmə məntəqələrində akkumulyator batareyalarını doldurmaq üçün nəzərdə tutulur. Eyni zamanda kiçik o məntəqələri, elektrik enerjisi ilə təmin edə bilər.

Bu aşağıdakı tip aqreqatlardır.

BE-2; BE-3 və BE-5.

Kiçik güclü külək elektrik stansiyaları. Bu stansiyaların gücü əsasən 20÷90 kVt arasında olur. Bu külək elektrik stansiyalarından kiçik sənaye müəssisələrinin elektrik təchizatında istifadə edilir. Bu aqreqatlar bəzi sahələrdə mexaniki intiqal kimi də istifadə olunur. Yəni sahənin işıqlanma sistemi akkumulyator batareyalarından mexanizmlər isə generator vasitəsi ilə qidalandırılır.

Bəzi yerlərdə bu tip elektrik stansiyalarında, ehtiyat enerji mənbəyi olaraq, onunla eyni güclü və paralel işləyən istilik enerji aqreqatlarından da istifadə olunur. Bu istilik aqreqatı avtomatik olaraq işləyir və tələbatçını lazım olan enerji ilə təmin etdikdən sonra avtomatik olaraq dayanır. Aşağıdakı tipləri mövcuddur:

D-12; D-18 və 1D-18.

Orta güclü külək elektrik stansiyaları. Əsasən 100 kVt gücündə olub, kənd təsərrüfatı obyektlərində tətbiq olunur. Əsasən böyük ferma təsərrüfatlarında, fermer təsərrüfatlarında, kiçik kənd sənaye obyektlərində, kənd dəyirmanlarında və s. istifadə olunur.

Orta güclü külək elektrik stansiyalarında, bəzən külək təkərlərinin (dairəsinin) diametri kiçik olan bir neçə külək mühərriklərindən istifadə edilir.

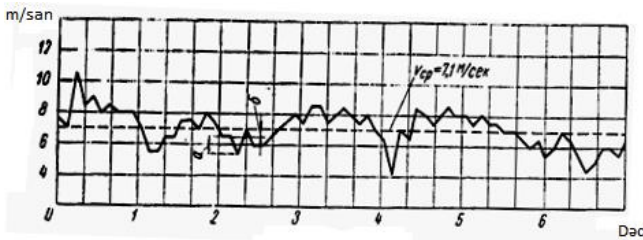
Böyük güclü külək elektrik stansiyaları. Bu tip stansiyaların gücü bir aqreqat üçün bir neçə yüz kVt-a çatır. Əsasən kənd istilik elektrik stansiyaları və hidrostansiyalarla paralel işləyir. Eyni zamanda güclü enerji sistemlərinə qoşulmaq üçün istifadə edilir.

Böyük güclü külək elektrik stansiyalarının külək mühərriklərindən effektiv istifadə üsulları hələ də öyrənilməkdədir.

Bu stansiyalarda istehsal olunan elektrik enerjisindən səmərəli istifadə etmək və etibarlı enerji mənbəyi kimi tam istifadəsini təmin etmək çətin prosesdir. Bu da külək enerjisinin, yəni onun sürətinin və istifadəsinin tez-tez dəyişməsi ilə əlaqədardır.

Ona görə də bu tip stansiyaları layihələndirən zaman çox dəqiqliklə yerli coğrafi mövqeyi öyrənilməli. Fəsillərə uyğun olaraq külək sürətini dəyişmə hədləri öyrənilməli, orta aylıq, orta illik külək sürətinin qiymətləri tərtib edilməlidir. Bununla bərabər külək sürətinin ani dəyişməsi də nəzərə alınmalıdır.

Əgər kiçik zaman müddətində külək sürətinin dəyişmə qrafikini qursaq yuxarıdakı şərtlərin nə qədər önəmli olduğu üzə çıxır.



Şəkil 14.2. Külək sürətinin dəyişmə qrafiki.

Xarakteristikadan ani zaman kəsiyində külək enerjisinin dəyişməsi aydın görünür (şəkil 14.2).

Böyük güclü bu stansiyaların stabil işini təmin etmək üçün, digər stansiyalardan fərqli olaraq, burada təkmilləşmiş, həm avtomatik, həm də əl ilə idarə olunan sürət tənzimləyici sistemlərə ehtiyac vardır.

Bunun üçün əsasən belə stansiyalarda etibarlı ehtiyat enerji mənbələri yaradılır və eyni zamanda bu stansiyalar istilik elektrik stansiyaları və hidrostansiyalar ilə paralel işləyir.

Sürət tənzimləmə mexanizmlərindən biri də bu tip stansiyalarda tətbiq olunan ətalət akkumulyatorlarıdır. Külək mühərriki ilə ətalət akkumulyatoru arasında quraşdırılan sürüşən muftanın hesabına, ətalət akkumulyatoru fırlanma momentini təkcə generatora ötürür. Külək sürətinin artması nəticəsinə, külək mühərriki həm ətalət akkumulyatorunun, həm də generatorun fırlanma sürətini artırır.

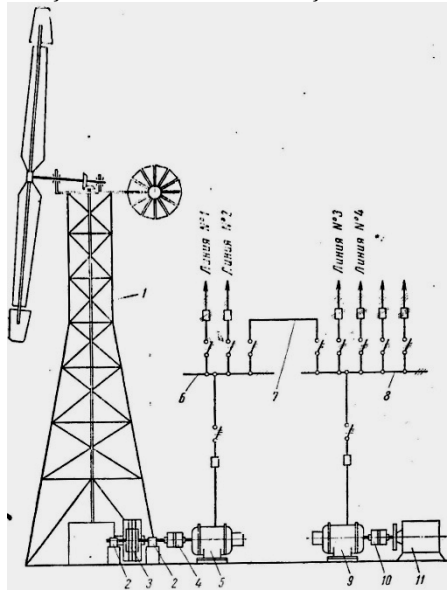
Küləyin sürəti azaldığı zaman külək mühərrikinin fırlanma sürəti azalır. Bu zaman sürüşən mufta yerini dəyişir. Ətalət akkumulyatoru isə generatorun fırlanma sürətinə uyğun olaraq öz sürətini saxlayır. Yenidən küləyin sürəti artan zaman, külək mühərrikinin də fırlanma sürəti artır, ətalət akkumulyatoru və generatorun fırlanma sürətləri bərabərləşir. Bu proses külək sürətinin dəyişməsinə uyğun olaraq davam edir. Külək sürətinin dəyişməsinə baxmayaraq, generator çox kiçik xətlərlə işləyir və onun fırlanma sürətinin nominal sürətdən çox kiçik fərqlə işləməsi qaçılmaz olur. Bu tip külək elektrik stansiyalarında akkumulyator batareyalarından istifadə edilir.

Külək aqreqatının generatorundan açar vasitəsi ilə elektrik cərəyanı iki akkumulyator batareyasından birinə ötürülür və batareyaya doydurulur. Bu zaman digər batareyaya vasitəsi ilə radioötürücü məntəqə qidalandırılır. Əsasən bu batareyaların gərginliyi 12 V. Enerji tutumu isə 50-120 A saat arasında olur. Açarın digər vəziyyətində isə batareyaların

funksiyası dəyişir. Aşağıda külək elektrik stansiyalarının, istilik elektrik stansiyaları və hidroelektrik stansiyaları ilə paralel işləməsi sxeminə nəzər salağ.

Bu stansiyalar paralel işlədiyi zaman, tələbatçıların etibarlı enerji ilə təmin olunması külək enerjisindən səmərəli istifadə olunması və külək enerjisinin kəskin dəyişməsi zamanı yarana biləcək fasilələrin aradan qaldırılması üçün əlverişli şərait yaradır.

Şəkil 14.3-də külək enerji stansiyası ilə istilik elektrik stansiyasının paralel işləmə sxemi verilmişdir.



Şəkil 14.3. Külək enerji stansiyası ilə istilik elektrik stansiyasının paralel işləmə sxemi: 1-külək mühərriki, 2-yastıqlar, 3-ətələt akkumulyatoru (maxovik), 4 və 10 – sürüşən muftalar, 5 və 9 –generatorlar, 6 və 8 – enerji paylayıcı şinlər, 7 rabitə xətti, 11-istilik mühərriki.

Bu stansiyanın iş prinsipinə nəzər salaq. Külək mühərriki-1 elektrik generatorunu-5 işə salır. Külək mühərriki ilə generator arasında sürüşən mufta-4 ilə əlaqə vardır.

İstilik mühərriki (dizel və ya lokomobil) – 11 generator-9 ilə digər sürüşən mufta -10 ilə əlaqədə olur. Hər iki generator külək və istilik aqreqatlarının paylayıcı şin sisteminə bağlanır. Sxemdə külək aqreqatının şinləri -6, istilik aqreqatının şinləri-8 ilə işarə edilir. Bu şinlər öz aralarında rabitə xətti-7 birləşdirilir. Bu aqreqatların gücü bərabər olmalıdır. Az miqdarda bir aqreqatın gücü digərindən kiçik ola bilər. Aqreqatların paralel işində külək elektrik stansiyası eyni zamanda əvəzedici qida mənbəyi rolunu oynayır. Bu o deməkdir ki, istilik elektrik stansiyasının tələbatçıları təmin etdiyi güc dəyişmişdir. Aşağıda bu elektrik stansiyalarının paralel işləmə rejiminə nəzər salaq.

Küləyin sürətinin 8-9 m/san və çox olduğu zaman külək elektrik stansiyası tam olaraq enerji tələbatçılarını təmin etməyə qadir olur. Bütün yüklər külək mühərrikinin üzərinə düşür. Əgər küləyin sürəti 8 m/san aşağı düşərsə, generatorun fırlanma sürəti azalır. İstilik mühərrikinin sürət tənzimləyicisi, mühərriki o miqdarda yanacaq ilə təmin edir ki, bu yanacaq da mühərrikin sürətinin artmasına sərt olunur və sürüşən mufta vasitəsi ilə istilik generatora işə düşür və külək mühərrikinin sürətinin azalması nəticəsində azalan elektrik enerjisini bərpa edir.

Küləyin sürəti davamlı olaraq yüksək olarsa, istilik mühərriki, mərkəzdənqaçma sürət tənzimləyicisi sayəsində, yüksüz iş rejimindən kiçik yük altında işləmə rejiminə keçirilir ki, bu da az miqdarda yanacaq sərf etməklə, stansiyanın işinin-təmin edilməsi üçün zəmin yaradır. Əgər küləyin sürəti 8 m/san-dən 4,5 m/san-yə düşərsə, bu zaman, külək mühərrikinin gücü 0-a qədər azala bilər. Ona görə də bu halda, ümumi yükün çox hissəsi istilik stansiyasının payına düşür. Deməli, küləyin sürəti 8 m/san-dən aşağı düşərsə, generatorun fırlanma sürəti azalır və bu zaman sürüşən mufta istilik mühərriki ilə generator arasında əlaqə yaradır və generator işləyir. İstilik mühərrikinin sürət

tənzimləyicisi onu lazım olan miqdarda yanacaq ilə təmin edir ki, bu da istilik elektrik stansiyasının gücünün artmasına səbəb olur. Bu mühərrikdə yaranan güc, külək mühərrikində itən gücü kompensasiya edir və aqreqlər sistemi stabil olaraq işləyir.

Əgər küləyin sürəti 4,5 m/san-dən də aşağı düşərsə bu zaman, istilik mühərriki tam gücü ilə işləyir və bütün yükü öz üzərinə götürür. Yəni külək mühərrikinin sürüşən muftası, onu öz generatorundan ayırır və bütün yük istilik elektrik stansiyasının üzərinə düşür.

Bu aqreqlərin paralel işləməsi zamanı küləyin orta illik sürətindən asılı olaraq, istilik elektrik stansiyasına sərf olunan yanacağın miqdarı da fərqli olur.

Məsələn, küləyin orta illik sürəti 4,5 m/san olduqda yanacağa -25 %, 6,5 m/san olarsa isə, yanacağa 50 % qənaət edilmiş olur.

Bütün bunlarla yanaşı külək elektrik stansiyası eyni zamanda kiçik güclü MikroSES-lə də paralel qoşula bilər. Bu halda MikroSES-in iş rejimi xeyli yaxşılaşmış olur. Yəni su hövzəsində suyun miqdarı artır, bu da stansiyanın ümumi gücünün 25÷30 % artmasına gətirib çıxarır.

XV FƏSİL

GÜNƏŞ ENERJİ MƏNBƏLƏRİ **Azərbaycanda günəş enerjisindən istifadə imkanları**

Azərbaycanın təbii iqlim şəraiti günəş enerjisindən istifadə etməklə elektrik və istilik enerjisinin istehsalını artırmağa geniş imkanlar açır. Belə ki, günəşli saatların miqdarı il ərzində ABŞ–da və Orta Asiya ölkələrində 500...2000 saat, Azərbaycanda isə 2400...3200 saatdır.

Günəş enerjisindən istifadənin inkişafı Azərbaycanın bir çox rayonlarında enerji problemini qismən həll edə bilər. Son zamanlar dünyanın bir sıra qabaqcıl dövlətlərində Fotovodtaik proqramların (FVP) geniş şəkildə tətbiq olunmasına başlanmışdır. Azərbaycanın bu Proqrama cəlb olunması regionda enerji sistemlərinin tətbiqində mühüm rol oynaya bilər.

Qeyd etmək lazımdır ki, günəş stansiyalarının effektivliyi ölkənin təbii iqlim şəraitindən və coğrafi mövqeyindən asılıdır. Belə ki, bir il ərzində 1 m² yer səthinə düşən günəş enerjisinin miqdarı ABŞ–da 1500...2000 kVts, Rusiyada 800...1600 kVts, Fransada 1200...1400 kVts, Çində 1800 ...2000 kVts, və Azərbaycanda 1500...2000 kVts təşkil edir. Göründüyü kimi, Azərbaycan ərazisinə düşən günəş şüalarının miqdarı digər ölkələrlə müqayisədə üstünlük təşkil edir ki, bu da günəş enerjisindən istifadənin tətbiqinə sərmayələrin cəlb edilməsinin səmərəlilik meyarlarından biri kimi qiymətləndirilə bilər.

Paralel işlədiləcək enerji mənbələrinin iş prinsipi

Eksperimental qurğu dedikdə paralel işləyən sistemin akkumulyator doldurma məntəqəsi və onun işləmə prinsipi nəzərdə tutulur. Bu qurğunun işini araşdırmaq üçün şəkil 15.1 və şəkil 15.2-yə nəzər salaq.

Şəkil 15.1-də: 1. Külək generatoru (gücü $P=3$ kVt); 2. Kabel xətləri; 3. Kontroller; 4. Yarımkeçirici (diod); 5. Şinlər; 6. Fotoelektrik modullar - 100 ədəd; 7. Kondensatorlar - 100 ədəd; 8. Mis lövhə; 9. Dielektrik lak.

Şəkil 15.2-də kondensatorun konstruktiv quruluşu və elektrik birləşmə sxemi verilmişdir. Burada δ_1 mis lövhənin qalınlığı $\delta_1 = 0,5$ mm, mis lövhənin eni $a=900$ mm, mis lövhənin uzunluğu $b=1250$ mm.

Şəkildə 10 ədəd mis lövhədən ibarət kondensator batareyası göstərilmişdir, $n=10$ ədəd.

Onda kondensator batareyasının ümumi qalınlığı: $\delta=(\delta_1 + \delta_2)n$.

burada δ_1 - mis lövhənin qalınlığı $\delta_1 = 0,5$ mm;

δ_2 – dielektrik lak $\delta_2 = 0,2$ mm.

Deməli, $\delta=(\delta_1 + \delta_2)n = (0,5 + 0,2)10 = 7,0$ mm

Burada 3 ədəd, hər birinin gücü $P=3$ kVt olan külək generatorları ilə paralel işləyən, günəş batareyasının sxemi verilmişdir.

Bu günəş batareyaları:

- fotoelektrik modullardan- 100 ədəd;

- Kondensatorlardan – 100 ədəd ibarətdir.

kV -140/12 M tipli bu modulların hər birinin maksimal gücü

$P = 140 \div 150$ Vt – dır. Elementlərin orta gücü isə $P_{or} = 90$ Vt 100 ədəd modulun maksimal gücü:

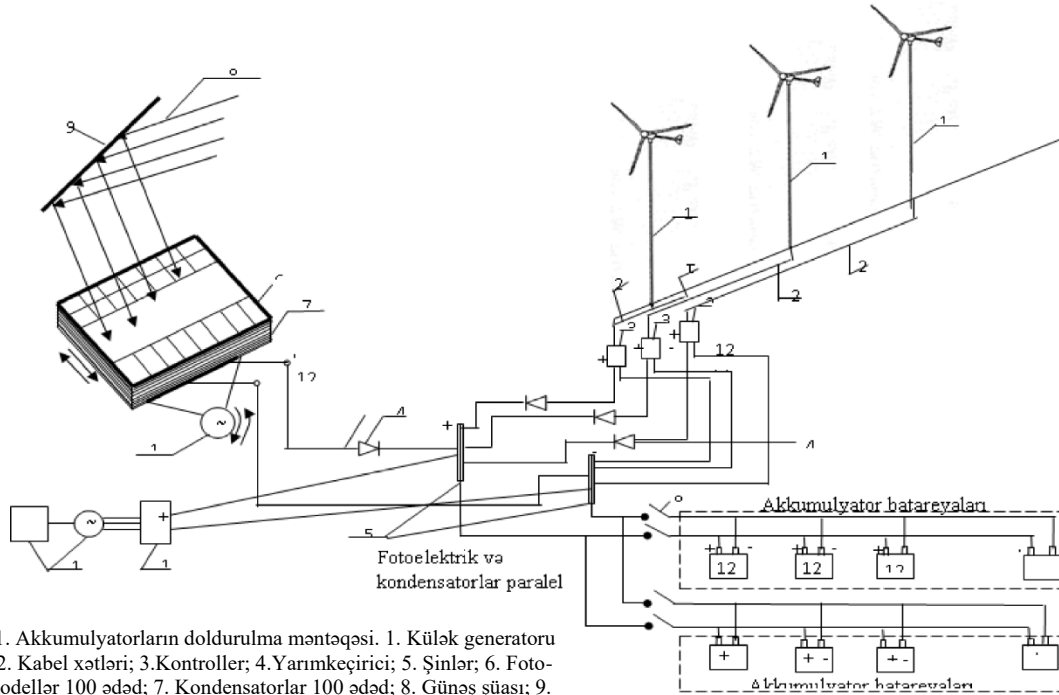
$$P_{max} = P \cdot 100 = 140 \cdot 100 = 14000 \text{ Vt}$$

olar.

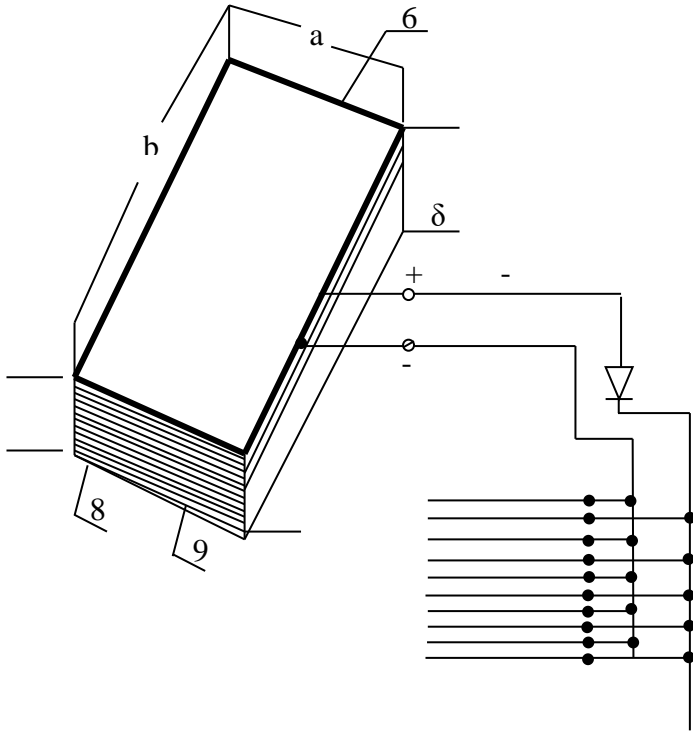
Əgər modulun orta işçi gücünü hesablamalı olsaq, onun sutkada təqribən 7 saat işlədiyini faydalı iş sayılır.

Gün ərzində bu fotoelektrik modulların orta ümumi gücü:

$$P_{üm} = P_{or} \cdot 100 = 90 \cdot 100 = 9000 \text{ Vt olur.}$$



Şəkil 15. 1. Akkumulyatorların doldurulma məntəqəsi. 1. Külək generatoru $P=3$ kVt; 2. Kabel xətləri; 3. Kontroller; 4. Yarımqeçirici; 5. Şinlər; 6. Fotoelektrik modellər 100 ədəd; 7. Kondensatorlar 100 ədəd; 8. Günəş şüası; 9. Güzgü; 10. Günəşi izləyən qurğu; 11. Ehtiyat enerji mənbəyi, dizel-generator; 12. İnventor.



Şəkil 15.2 Kondensatorun konstruktiv quruluşu və elektrik birləşmə sxemi: 8 – mis lövhə qalınlığı $\delta_1 = 0,5 \text{ mm}$; $a=900\text{mm}$; $b=1250\text{mm}$; 9 – dielektrik lak - $\delta_2=0,2\text{mm}$;

Kondensatorun ümumi lövhələrinin sayı $n=10$ ədəd.

Kondensatorun ümumi qalınlığı

$$\delta = (\delta_1 + \delta_2)n = (0,5 + 0,2)10 + 70\text{mm}$$

Eksperimental qurğu dedikdə paralel işləyən sistemin akkumulyator doldurma məntəqəsi və onun işləmə prinsipi nəzərdə tutulur. Bu qurğunun işini araşdırmaq üçün şəkil 15.1 və şəkil 15.2-yə nəzər salaq.

Şəkil 15.1-də: 1. Külək generatoru (gücü $P=3 \text{ kVt}$); 2. Kabel xətləri; 3. Kontroller; 4. Yarımkəçirici (diod); 5. Şinlər;

6. Fotoelektrik modullar - 100 ədəd; 7. Kondensatorlar - 100 ədəd; 8. Mis lövhə; 9. Dielektrik lak.

Şəkil 15.2-də kondensatorun konstruktiv quruluşu və elektrik birləşmə sxemi verilmişdir. Burada δ_1 mis lövhənin qalınlığı $\delta_1 = 0,5$ mm, mis lövhənin eni $a=900$ mm, mis lövhənin uzunluğu $b=1250$ mm.

Şəkildə 10 ədəd mis lövhədən ibarət kondensator batareyası göstərilmişdir, $n=10$ ədəd.

Onda kondensator batareyasının ümumi qalınlığı: $\delta=(\delta_1 + \delta_2)n$.

burada δ_1 - mis lövhənin qalınlığı $\delta_1 = 0,5$ mm;

δ_2 – dielektrik lak $\delta_2=0,2$ mm.

Deməli, $\delta=(\delta_1 + \delta_2)n=(0,5 + 0,2)10=70$ mm

Burada 3 ədəd, hər birinin gücü $P=3$ kVt olan külək generatorları ilə paralel işləyən, günəş batareyasının sxemi verilmişdir.

Bu günəş batareyaları:

- fotoelektrik modullardan- 100 ədəd;

- Kondensatorlardan – 100 ədəd ibarətdir.

kV -140/12 M tipli bu modulların hər birinin maksimal gücü

$P = 140 \div 150$ Vt – dır. Elementlərin orta gücü isə $P_{or} = 90$ Vt 100 ədəd modulun maksimal gücü:

$$P_{max} = P \cdot 100 = 140 \cdot 100 = 14000 \text{ Vt}$$

olar.

Əgər modulun orta işçi gücünü hesablamalı olsaq, onun sutkada təqribən 7 saat işlədiyi faydalı iş sayılır.

Gün ərzində bu fotoelektrik modulların orta ümumi gücü:

$$P_{üm} = P_{or} \cdot 100 = 90 \cdot 100 = 9000 \text{ Vt olur.}$$

Deməli, $P_{üm} = 9000$ Vt = 9 kVt

Nəzərə alsaq ki, günəş şüalarının gün ərzində 7 saat müddətində aktiv olduğunu nəzərə alsaq, onda bu qurğuların gün ərzində istehsal etdiyi enerjinin miqdarı

$$W_{üm} = P_{üm} \cdot 7 = 9kVt \cdot 7 \text{ saat} = 54 kVt. \text{ saat}$$

olur.

Sxemə nəzər salsaq görərik ki, günəş şüalarının aktiv vəziyyətində bir-biri ilə paralel birləşdirilmiş fotoelektrik modullar (100 ədəd) və kondensatorlar (100 ədəd) ibarət günəş batareyası vasitəsi ilə, akkumulyator bloku doldurulur. Günəş şüaları zəif olduqda, sxemdə göstərildiyi kimi kontrollerlər -3 vasitəsi ilə, akkumulyator blokları külək generatoru tərəfindən enerji ilə təmin edilir. Bu proses hava şəraitinin dəyişməsi ilə əlaqədar olaraq davam edir. Akkumulyator doldurma məntəqəsində istehsal ediləcək elektrik gücünün orta qiymətini hesablamaq mümkün olur.

Külək generatorlarının çıxış gərginliyi

$$U = \sim 240 V \text{ (dəyişən cərəyan)}$$

Kontrollerlərdən çıxış gərginliyi isə $U = -12 V$ (sabit cərəyan).

Bu sistemin illik enerji istehsalı

$$W_{il} = 7500 kVt. \text{ saat} .$$

Təklif olunan hər bir akkumulyator blokunun yükü

$Q = 2400 Am. \text{ saat}$ olduğundan, hər bir generatorun orta işçi gücü tapılır.

$$P_{gen} = \frac{W_{il}}{T_{il}} = \frac{7500}{8760} \text{ saat} = 0,85 k Vt$$

T_{il} – il ərzində saatların ümumi sayı – 8760 saat;

W_{il} – sistemin illik enerji istehsalı – 7500 kVt.saad.

Generatorların ümumi orta gücü

$$P_{üm.gen} = P_{gen} \cdot n = 0,85 \cdot 3 = 2,55 kVt$$

n – külək generatorlarının sayı, - 3 ədəd.

3 ədəd generatorun birlikdə istehsal etdiyi enerji miqdarı

$$W_{üm.gen} = P_{üm.gen} \cdot T_{gün} = 2,55 \cdot 24 = 61,2 kVt. \text{ saat} .$$

Gün ərzində akkumulyator doldurma məntəqəsində istehsal ediləcək elektrik gücünün orta qiyməti

$$P_{üm.} = P_{üm.gen} + P_{üm} = 2,55 + 9 = 11,55 kVt$$

olar.

$P_{\text{üm}}$ – fotoelektrik modulların orta gücü;

$P_{\text{üm.gün}}$ – generatorların ümumi gücüdür.

Bu məntəqədə gün ərzində istehsal olunan enerji miqdarı

isə

$W_{\text{üm.gün}} = W_{\text{üm.gen}} \cdot W_{\text{üm}} = 61,2 + 54 = 115,2 \text{ kVt.saat}$
olacaqdır.

Hesabatdan məlum olur ki, əsasən kiçik və orta güclü kənd təsərrüfat obyektlərini, bəzi fermer təsərrüfatlarının, kiçik güclü istehsal müəssisələrinin enerji ilə təmin edilməsi üçün, yuxarıda araşdırdığımız enerji sistemlərindən istifadə oluna bilərlər. Bu enerji mənbələri alternativ enerji mənbələrinin, tərkib hissəsi olub, uzun müddətli və etibarlı enerji mənbəyinə malik olan enerji sistemidir.

Ümumiyyətlə, bu sistemlərdən kiçik güclü maşın-mexanizmlər şəbəkəsinin işində də istifadə etmək olar.

Yanacağa qənaət edilməsi üçün kənd təsərrüfatı sahələrində təbii enerji mənbələrindən istifadə olunması eyni zamanda iqtisadi cəhətdən əlverişlidir. Məsələn, traktor üzərində quraşdırılmış günəş batareyasının enerji istehsal hesabına nəzər salaq. Bu proses şəkil 15.3-də göstərilən sxema üzrə həyata keçirilir.

Burada: 1, 3- fotoelektrik modul və kondensator qurğusu; 2 – tənzimləyici reostat; 4- əlavə enerji mənbəyi; 5- qarışıq təsirlənən sabit cərəyan mühərriki; 6- açarlar.

Əgər traktor üzərində quraşdırılmış akkumulyator batareyalarının sayını 30 ədəd, elektrik yük tutumu $Q = 200 \text{ A.saat}$ götürsək, onda gün ərzində onların doldurulmasına tələb olunan güc

$$P_{\text{akk}} = \frac{Q}{T_{\text{dol}}} \cdot U \cdot n = \frac{200}{16} \cdot 12 \cdot 60 = 4,5 \text{ kVt}$$

olar.

Burada: Q – akkumulyator, yük tutumu – 200 A.saat

T_{dol} – onun dolma müddəti – 16 saat; U – tələb olunan gərginlik – 12 V;

n – akkumulyatorun sayı – 30 ədəd.

Doldurulmuş akkumulyatorun enerjisi

$$W_{akk} = Q \cdot n \cdot U = 200 \cdot 30 \cdot 12 = 72 \text{ kVt.saat}$$

olur.

Külək generatorunun və fotoelektrik modulların ümumi gücü, akkumulyator batareyasının gücündən çox olduğuna görə, akkumulyator batareyalarının daimi enerji mənbəyi olaraq işçi vəziyyətdə olması təsdiqlənir.

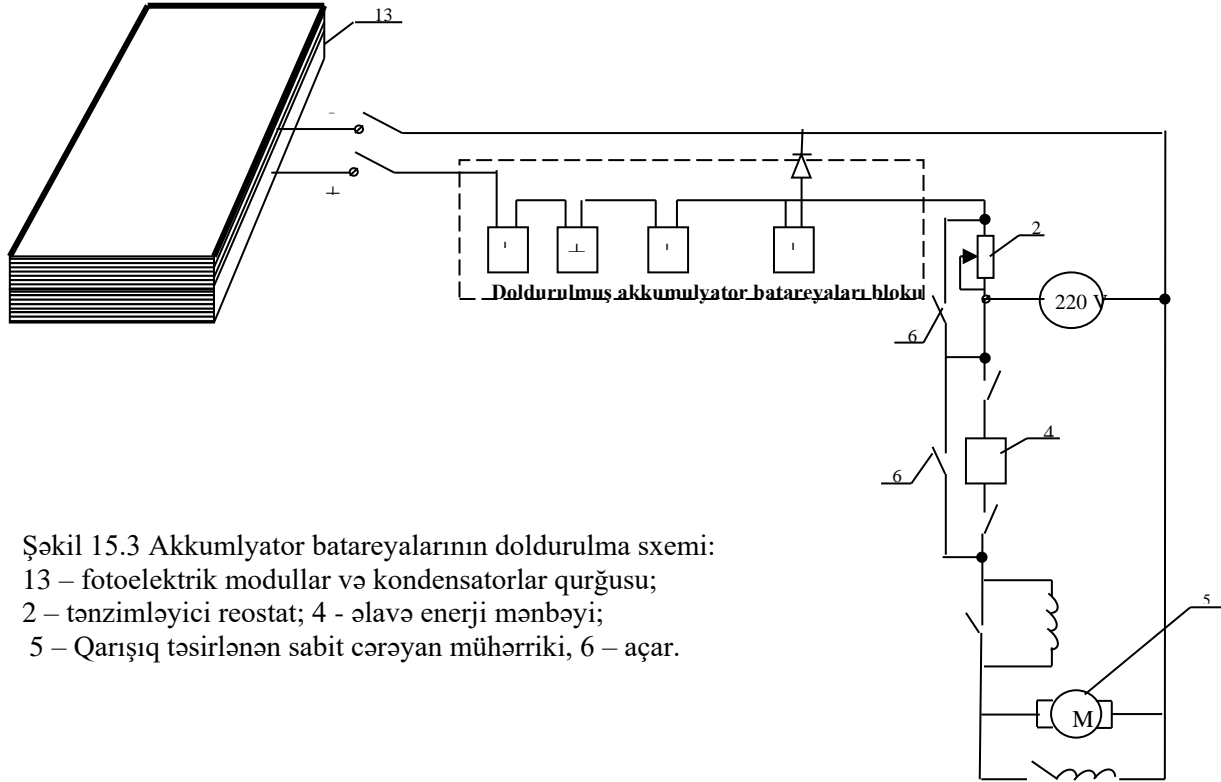
$$P_{üm} \geq P_{akk}; \quad P_{üm} = 11,55 \text{ kVt}; \quad P_{üm} = 4,5 \text{ kVt}.$$

Hesabat göstəriciləri nəzərə alınaraq, hər birində 30 ədəd, elektrik yük tutumu 200 A.saat olan, iki akkumulyator batareyası bloklarının seçilməsi qanunauyğundur. Onlardan biri traktor üzərində işlək vəziyyətdə, digəri isə akkumulyator doldurma məntəqəsində doldurma rejimində olmalıdır.

Traktorun energetik hesabatı aşağıdakı ardıcılıqla aparılır.

Akkumulyator batareyaları bir-biri ilə paralel bağlanaraq doldurulduqda sıxaclarda 220 V gərginlik alınır. Onlardan 19 ədədi ardıcıl, 11 ədədi isə paralel birləşdirilərək bir mənbə alınır. Eyni zamanda traktor üzərində quraşdırılma fotoelektrik modullarının da hər 20 ədədi paralel birləşdiriləcək 5 komplekt mənbə yaradılır və onlar da ardıcıl birləşdirilərək nəticədə 220 V gərginliklə akkumulyator blokuna paralel qoşular (şəkil 15.3).

Traktor saatda 8 saat işləyərsə, onun orta gücü, 2 mənbəyin gücü əsasında hesablanır.



Şəkil 15.3 Akkumlyator batareyalarının doldurulma sxemi:
 13 – fotoelektrik modullar və kondensatorlar qurğusu;
 2 – tənzimləyici reostat; 4 - əlavə enerji mənbəyi;
 5 – Qarışıq təsirlənən sabit cərəyan mühərriki, 6 – açar.

I – akkumulyator blokunda toplanmış enerji hesabına olan güc

$$P_{akk} = W_{akk}/T_{gün} = 72/8 = 9 \text{ kVt.}$$
$$T_{gün} = 8 \text{ saat}$$

götürülür.

II – Traktor üzərində quraşdırılmış fotoelektrik modulunda istehsal olunan güc

$$P_{üm.F} = P_{akk} \cdot n = 9 \cdot 100 = 9 \text{ kVt.}$$

n- modulların sayı -100 ədəd.

Traktorun ümumi elektrik gücü

$$P_{tr.} = P_{akk} + P_{üm.F} = 9 + 9 = 18 \text{ kVt.}$$

Mühərrikin valında yaranan güc

$$P = P_{tr} \cdot \eta_{müh} = 18 \cdot 0,8 = 14,4 \text{ kVt.}$$

$$P_{tr} = P_{el} \cdot 1,36 = 19,5 \text{ at. qüv.}$$

olur.

Bu gücə malik traktorla kiçik güc tələb olunan texnoloji əməliyyatları həyata keçirmək mümkündür.

Mis, alüminium və polad-alüminium çılpaq məftillərin
konstruksiya və hesablama məlumatları

Mis məftillər (M)					Alüminium məftillər (A)					Polad-alüminium məftillər (AC)					
Nominal en kəsik, mm ²	Hesablama en kəsiyi, mm ²	Hesablama diametri, mm	Aktiv müqavimət, r_0 , Om/km	Məftilin çəkisi, Kq/km	Nominal en kəsik, mm ²	Hesablama en kəsiyi, mm ²	Hesablama diametri, mm	Aktiv müqavimət, r_0 , Om/km	Məftilin çəkisi, Kq/km	Nominal en kəsik, mm ²	Hesablama en kəsiyi, mm ²		Hesablama diametri, mm	Aktiv müqavimət, r_0 , Om/km	Məftilin çəkisi, Kq/km
											Alüminium hissəsinin	Polad hissəsinin			
4	3,94	2,2	4,65	35	16	15,9	5,1	1,98	44	25	22,8	3,8	6,6	1,38	92
6	5,85	2,7	3,06	52	25	24,7	6,4	1,28	68	35	36,9	6,2	8,4	0,85	150
10	9,79	3,5	1,84	87	35	34,4	7,5	0,92	95	50	48,3	8,0	9,6	0,65	196
16	15,5	5,0	1,20	140	50	49,5	9,0	0,64	136	70	68,0	11,3	11,4	0,46	275
25	24,5	6,3	0,74	221	70	69,3	10,7	0,46	191	95	95,4	15,9	13,5	0,33	386
35	34,1	7,5	0,54	323	95	93,3	12,4	0,34	257	120	115	22,0	15,2	0,27	492
50	48,5	8,9	0,39	439	120	117	14,0	0,27	322	150	148	26,6	17,0	0,21	617
70	68,3	10,7	0,28	618	150	148	15,8	0,21	407	185	181	34,4	19,0	0,17	771
95	92,5	12,5	0,20	837	185	183	17,5	0,17	503	240	238	43,1	21,6	0,132	997
120	117	14,0	0,158	1058	240	239	20,0	0,132	656	300	295	56,3	24,2	0,101	1257
150	148	15,8	0,123	1338	300	298	22,4	0,106	817	400	395	72,2	28,0	0,08	1660

Yüngülləşdirilmiş (ACO) və gücləndirilmiş konstruksiyalı
polad-alüminium məfillərin konstruktiv və hesablama
məlumatları

Nominal kəsik, mm ²	ACO					ACU				
	Hesablama en kəsiyi, mm ²		Məftilin hesablama diametri, mm	Aktiv müqavimət, r _o , Om/km	Məftilin çəkisi, Kq/km	Hesablama en kəsiyi, mm ²		Məftilin hesablama diametri, mm	Aktiv müqavimət, r _o , Om/km	Məftilin çəkisi, Kq/km
	Alüminium hissənin	Polad hissənin				Alüminium hissənin	Polad hissənin			
120	-	-	-	-	-	116	26,6	15,5	0,28	530
150	148	17,8	16,6	0,21	559	147	34,4	17,5	0,21	678
185	181	22,0	18,4	0,17	687	185	43,1	19,6	0,17	850
240	243	31,7	21,6	0,13	937	241	56,3	22,4	0,131	1111
300	291	37,2	23,5	0,108	1098	297	72,2	25,2	0,106	1390
400	392	9,5	27,2	0,08	1501	400	93,3	29,0	0,079	1840
500	482	59,7	30,2	0,065	1836	-	-	-	-	-
600	578	72,2	33,1	0,055	2206	-	-	-	-	-
700	712	93,3	37,1	0,044	2756	-	-	-	-	-

Hava xətlərinin induktiv müqaviməti, Om/km

Məftillər arasında hesabı məsafə, m	Məftillərin diametri, mm													
	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24	28	32
0,6	0,359	0,347	0,337	0,329	0,322	0,316	0,305	0,245	-	-	-	-	-	-
0,8	0,376	0,364	0,356	0,347	0,340	0,333	0,322	0,312	-	-	-	-	-	-
1,0	0,391	0,379	0,370	0,361	0,354	0,347	0,336	0,326	-	-	-	-	-	-
1,25	0,404	0,393	0,383	0,376	0,368	0,362	0,350	0,340	-	-	-	-	-	-
1,5	0,416	0,404	0,394	0,386	0,379	0,372	0,362	0,351	-	-	-	-	-	-
1,75	0,426	0,415	0,404	0,396	0,389	0,383	0,371	0,363	-	-	-	-	-	-
2,0	0,443	0,422	0,413	0,404	0,396	0,391	0,379	0,370	0,361	0,354	0,347	-	-	-
2,5	-	-	0,426	0,419	0,411	0,404	0,393	0,383	0,376	0,368	0,362	-	-	-
3,0	-	-	0,437	0,429	0,422	0,416	0,404	0,394	0,386	0,379	0,372	-	-	-
3,5	-	-	0,448	0,439	0,432	0,426	0,415	0,404	0,395	0,389	0,383	-	-	-
4,0	-	-	0,456	0,448	0,441	0,433	0,422	0,413	0,404	0,395	0,391	0,379	0,370	0,361
4,5	-	-	-	-	0,448	0,441	0,432	0,419	0,412	0,404	0,398	0,386	0,378	0,369
5,0	-	-	-	-	0,455	0,448	0,436	0,429	0,419	0,411	0,404	0,393	0,383	0,376
5,5	-	-	-	-	0,461	0,454	0,442	0,432	0,425	0,418	0,410	0,399	0,389	0,381
6,0	-	-	-	-	0,466	0,460	0,448	0,436	0,429	0,422	0,416	0,404	0,394	0,386
6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,421	0,410	0,400	0,391
7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,426	0,415	0,404	0,396
7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,430	0,419	0,409	0,400
8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,433	0,422	0,413	0,404
8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,438	0,426	0,416	0,408

Hava xətlərinin tutum keçiriciliyi, 1 Om.km.10⁶

Məfillərin arasında orta hündəsi məsafə, m	Məfillərin diametri, mm								
	10	12	14	16	18	20	24	28	32
3,0	2,73	2,82	2,90	2,95	3,01	3,06	-	-	-
3,5	2,66	2,73	2,82	2,87	2,93	2,98	-	-	-
4,0	2,61	2,68	2,75	2,82	2,87	2,92	3,01	3,08	3,16
4,5	2,56	2,62	2,70	2,76	2,82	2,86	2,94	3,02	3,10
5,0	2,53	2,60	2,66	2,71	2,76	2,82	2,89	2,97	3,03
5,5	2,49	2,56	2,62	2,67	2,72	2,77	2,86	2,93	2,99
6,0	2,46	2,53	2,59	2,64	2,68	2,73	2,82	2,90	2,95
6,5	-	-	-	-	-	2,70	2,77	2,85	2,91
7,0	-	-	-	-	-	2,66	2,73	2,82	2,87
7,5	-	-	-	-	-	2,64	2,71	2,78	2,84
8,0	-	-	-	-	-	2,61	2,68	2,75	2,82
8,5	-	-	-	-	-	2,59	2,66	2,73	2,78

Polad məfilli hava xətlərinin xarici induktiv müqavimətləri,

$X_0, Om/km$

Məfillərin arasında orta hündəsi məsafə, m	Məfillərin markası							
	ΠCO-3,5	ΠCO-4	ΠCO-	ΠC-25	ΠC-35	ΠC-50	ΠC-70	ΠC-95
	Məfillərin hesablamə en kəsiyi, mm ²							
	9,6	12,6	19,6	-	-	-	-	-
Məfillərin hesablamə diametri, mm								
	3,5	4	5	5,6	7,8	9,2	11,5	12,6
0,4	0,341	0,332	0,318	0,311	0,290	0,281	-	-
0,6	0,368	0,359	0,345	0,336	0,317	0,308	0,295	-
0,8	0,384	0,375	0,361	0,354	0,333	0,324	0,311	0,303
1,0	0,398	0,389	0,375	0,368	0,347	0,338	0,325	0,317
1,25	-	0,403	0,389	0,381	0,361	0,352	0,339	0,331
1,5	-	0,414	0,400	0,393	0,372	0,363	0,350	0,342
2,0	-	-	-	0,412	0,391	0,382	0,369	0,361
2,5	-	-	-	0,426	0,405	0,396	0,383	0,375
3,0	-	-	-	0,437	0,416	0,406	0,394	0,386




Çoxtelli polad məfillərin aktiv və daxili induktiv müqavimətləri, Om/km

Cəryan, a	Aktiv müqavimət, r_0					Daxili induktiv müqavimət, x_d				
	Məfillərin markası					Məfillərin markası				
	ПC-25	ПC-35	ПC-50	ПC-70	ПC-85	ПC-25	ПC-35	ПC-50	ПC-70	ПC-85
1	5,25	3,66	2,75	1,70	1,55	0,54	0,33	0,23	0,16	0,08
1,5	5,25	3,66	2,75	1,70	1,55	0,55	0,33	0,23	0,16	0,08
2	5,27	3,66	2,75	1,70	1,55	0,55	0,35	0,24	0,17	0,08
3	5,28	3,67	2,75	1,70	1,55	0,56	0,36	0,25	0,17	0,08
4	5,30	3,69	2,75	1,70	1,55	0,59	0,37	0,25	0,18	0,08
5	5,32	3,70	2,75	1,70	1,55	0,63	0,40	0,26	0,18	0,08
6	5,35	3,71	2,75	1,70	1,55	0,67	0,42	0,27	0,19	0,08
7	5,37	3,73	2,75	1,70	1,55	0,70	0,45	0,27	0,19	0,08
8	5,40	3,75	2,76	1,70	1,55	0,77	0,48	0,28	0,20	0,08
9	5,45	3,77	2,77	1,70	1,55	0,84	0,51	0,29	0,20	0,08
10	5,50	3,80	2,78	1,70	1,55	0,93	0,55	0,30	0,21	0,08
15	5,97	4,02	2,80	1,70	1,55	1,33	0,75	0,35	0,23	0,08
20	6,70	4,40	2,85	1,72	1,55	1,63	1,04	0,42	0,25	0,09
25	6,97	4,89	2,95	1,74	1,55	1,91	1,32	0,49	0,27	0,09
30	7,10	5,21	3,10	1,77	1,56	2,01	1,56	0,59	0,30	0,09
35	7,10	5,36	3,25	1,79	1,56	2,06	1,64	0,69	0,33	0,09
40	7,02	5,35	3,40	1,83	1,57	2,09	1,69	0,80	0,37	0,09
45	6,92	5,30	3,52	1,88	1,57	2,08	1,71	0,91	0,41	0,10
50	6,85	5,25	3,61	1,93	1,58	2,07	1,72	1,00	0,45	0,11
60	6,70	5,13	3,69	2,07	1,58	2,00	1,70	1,10	0,55	0,11
70	6,60	5,0	3,73	2,21	1,61	1,90	1,64	1,14	0,65	0,13
80	6,50	4,89	3,70	2,27	1,63	1,79	1,57	1,15	0,70	0,15
90	6,40	4,78	3,68	2,29	1,67	1,73	1,50	1,14	0,72	0,17
100	6,32	4,71	3,65	2,33	1,71	1,67	1,43	1,13	0,73	0,20
125	-	4,60	3,58	2,33	1,83	-	1,29	1,04	0,73	0,22
150	-	4,47	3,50	2,38	1,87	-	1,27	0,95	0,73	0,34
175	-	-	3,45	2,23	1,89	-	-	0,94	0,71	0,35
200	-	-	-	2,19	1,88	-	-	-	0,69	0,35

Birtelli polad məfillərin aktiv və daxili induktiv müqavimətləri, *Om/km*

Məfillərdəki cərəyan, a	Məfillərin diametri							
	3,5		4		5		6	
	r _o	x'' _o	r _o	x'' _o	r _o	x'' _o	r _o	x'' _o
0,5	14,9	1,04	11,5	0,69	-	-	-	-
1	15,2	2,27	11,8	1,54	-	-	-	-
1,5	15,7	4,24	12,3	2,82	7,9	2,13	-	-
2	16,1	6,45	12,5	4,38	8,35	3,58	7,2	3,95
3	17,4	9,6	13,4	7,9	9,5	6,45	7,7	5,53
4	18,5	11,9	14,3	9,7	10,8	8,1	8,85	7,2
5	20,1	14,1	15,5	11,5	12,3	9,7	10,1	8,4
6	21,4	16,3	16,5	12,5	13,8	11,2	10,7	9,15
7	21,5	16,5	17,3	13,2	15,0	12,3	11,1	9,55
8	21,7	16,7	18,0	14,2	15,4	13,3	11,3	9,85
9	21,8	16,9	18,1	14,3	15,2	13,1	11,4	9,9
10	21,9	17,1	18,1	14,3	14,6	12,4	11,5	10,3
15	20,2	18,3	17,3	13,3	13,6	11,4	11,3	10,3
20	-	-	-	-	12,7	10,5	11,0	9,7
25	-	-	-	-	-	-	10,7	9,2

Ekranın 2 tərəfdən torpaqlanmasını nəzərə alaraq CİƏ izolyasiyalı olan kabelin damarlarının induktiv müqaviməti

Kabel damarının nominal en kəsiyi, mm ²	İnduktiv müqavimət, <i>Om/km</i>					
	10 kV		20 kV		35 kV	
	ooo*		ooo*		ooo*	
50	0,184	0,126	0,217	0,141	0,228	0,152
70	0,177	0,119	0,210	0,133	0,220	0,144
95	0,170	0,112	0,202	0,125	0,211	0,135
120	0,166	0,108	0,199	0,123	0,208	0,132
150	0,164	0,106	0,193	0,116	0,202	0,125
185	0,161	0,103	0,188	0,111	0,196	0,120
240	0,157	0,099	0,183	0,106	0,192	0,115
300	0,154	0,096	0,179	0,103	0,187	0,111
400	0,151	0,093	0,173	0,097	0,181	0,105
500	0,148	0,090	0,169	0,093	0,176	0,100
630	0,145	0,087	0,165	0,089	0,172	0,096
800	0,142	0,083	0,160	0,085	0,167	0,091

20 °C СПЭ izolyasiyalı kabelin sabit cərəyana damarın müqaviməti

Номинальное сечение жилы, мм ²	Сопротивление, не менее	
	медной жилы, Ом/км	алюминевой жилы, Ом/км
50	0,387	0,641
70	0,268	0,443
95	0,193	0,320
120	0,153	0,253
150	0,124	0,206
185	0,0991	0,164
240	0,0754	0,125
300	0,0601	0,100
400	0,0470	0,0778
500	0,0366	0,0605
630	0,0280	0,0464
800	0,0221	0,0367


CПЭ izolyasiyalı kabelin tutumu, mkF/km

Damarın en kəsiyi, mm ²	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800
10 кВ	0,23	0,26	0,29	0,31	0,34	0,37	0,41	0,45	0,50	0,55	0,61	0,68
20 кВ	0,17	0,19	0,21	0,23	0,26	0,27	0,29	0,32	0,35	0,39	0,43	0,49
35 кВ	0,14	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,24	0,26	0,29	0,32	0,35	0,40
110 кВ	-	-	-	-	-	0,131	0,141	0,151	0,172	0,186	0,202	0,221

10 kV gərginlikli CПЭ kabelin texniki xassələri

En kəsiyi	mm ²	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800
Izolyasiyanın qalınlığı	mm ²	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Örtük qalınlığı	mm	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,7	2,7



Xarici diametr	mm	28	29,7	31	33	34	36	38	40	44	47	50	54
Təxmini çəki Alyuminiy damar Mis damar	Kq/km	725 1020	825 1260	935 1540	1040 1800	1230 2175	1370 2530	1575 3100	1795 3730	2195 4655	2570 5705	3015 7080	3605 8710
Əyrinin minimal radiusu	sm	42	45	47	50	51	54	57	60	66	71	75	81
Dartının verilə bilən qüvvəsi Alyuminiy damar Mis damar	kN	1,5 2,5	2,1 3,5	2,85 4,75	3,60 6,00	4,50 7,50	5,55 9,25	7,20 12,0	9,00 15,0	12,0 20,0	15,0 25,0	18,9 31,5	24,0 40,0
Çatdırılmanın tikinti uzunluğu	m	2500	2500	2000	1800	1800	1600	1400	1200	1000	800	800	700
Torpaqda uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan alyum. mis.	A	170 220	210 270	250 320	280 360	320 410	360 460	415 530	475 600	540 680	610 750	680 830	735 920
Torpaqda uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan OOO alyum. mis.	A	175 230	215 280	260 335	295 380	330 430	375 485	440 560	495 640	570 730	650 830	750 940	820 1030

Havada uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan	A												
 alyum. mis.		185 245	235 300	285 370	330 425	370 475	425 545	505 645	580 740	675 845	780 955	910 1115	1050 1270
Havada uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan OOO alyum. mis.	A	225 2 90	280 3 60	340 4 35	390 5 00	440 5 60	505 6 35	595 7 45	680 8 45	770 9 40	865 1050	1045 1160	1195 1340

Əlavə 12

20 kV gərginlikli **СИЭ** kabelin texniki xassələri

En kəsiyi	mm ²	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800
Izolyasiyanın qalınlığı	mm ²	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Örtük qalınlığı	mm	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,7	2,7	2,9
Xarici diametr	mm	33	34	36	38	39	41	43	45	49	52	56	60



Təxmini çəki Alyum. damar Mis damar	Kq/km	904 1213	1011 1542	1133 1721	1248 1990	1467 2395	1615 2760	1833 3318	2068 3925	2539 5014	2907 6000	3401 7299	3999 8948
Əyrinin minimal radiusu	sm	50	51	54	57	59	62	65	68	74	78	84	90
Dartının verilə bilən qüvvəsi Alyuminiy damar Mis damar	kN	1,5 2,5	2Д 3,5	2,85 4,75	3,60 6,00	4,50 7,50	5,55 9,25	7,20 12,0	9,0 15,0	12,0 20,0	15,0 25,0	18,9 31,5	24,0 40,0
Çatdırılmanın tikinti uzunluğu	m	2350	2350	1850	1650	1650	1450	1250	1050	850	650	650	550
Torpaqda uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan mis.  alyum.	A	225 175	270 215	325 255	365 290	415 330	465 370	540 425	615 480	700 550	780 620	860 690	970 760
Torpaqda uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan OOO mis. alyum.	A	230 185	290 225	345 270	390 305	435 350	490 390	570 450	650 510	750 600	855 685	950 770	1050 850
Havada uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan  Mis alyum.	A	250 190	310 240	375 295	430 340	490 395	560 450	650 515	745 595	880 700	980 795	1130 900	1285 1025

Havada uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan OOO mis. alyum.	A	290 225	365 280	440 345	505 395	575 450	660 515	750 595	845 680	955 785	1060 875	1185 970	1340 1100
--	---	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------	-------------	--------------

Əlavə 13



35kV gərginlikli CİİƏ kabelin texniki xassələri

En kəsiyi	mm ²	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800
Izolyasiyanın qalınlığı	mm	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Örtük qalınlığı	mm	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,7	2,7	2,9	2,9	2,9
Xarici diametr	mm	39	40	42	44	45	47	49	52	55	58	62	66
Təxmini çəki Alyum. damar Mis damar	Kq/k m	1187 1496	1310 1743	1446 2034	1574 2317	1805 2733	1968 3113	2235 3720	2492 4348	2995 5469	3390 6483	3883 7780	4517 9467
Əyrinin minimal radiusu	sm	59	60	63	66	68	71	74	78	83	87	93	99
Dartının verilə bilən qüvvəsi Alyuminiy damar Mis damar	kN		2,1 3,5	2,85 4,75	3,60 6,00	4,50 7,50	5,55 9,25	7,20 12,0	9,0 15,0	12,0 20,0	15,0 25,0	18,9 31,5	24,0 40,0
Çatdırılmanın tikinti uzunluğu	m	1200	1200	1200	1000	1000	1000	800	800	600	600	600	500

Torpaqda uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan mis.  alyum.	A	225 175	270 215	325 255	365 290	415 330	465 370	540 425	615 480	700 550	780 620 .	860 690	970 760
Torpaqda uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan OOO mis. alyum.	A	230 185	290 225	345 270	390 305	435 350	490 390	570 450	650 510	750 600	855 685	950 770	1050 850
Havada uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan  Mis alyum.	A	250 190	310 240	375 295	430 340	490 395	560 450	650 515	745 595	880 700	980 795	1130 900	1285 1025
Havada uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan OOO mis. alyum.	A	290 225	365 280	440 345	505 395	575 450	660 515	750 595	845 680	955 785	1060 875	1185 970	1340 1100

10 kV gərginlikli CİƏ kabelin texniki xassələri

En kəsiyi	mm ²	240	300	350	400	500	630	800
Izolyasiyanın qalınlığı	mm	16,0	16,0	16,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Örtük qalınlığı	mm	3,2	3,4	3,4	3,4	3,4	3,6	3,8
Xarici diametr	mm	66	69	70	70	74	77	81
Təxmini çəki Alyum. damar Mis damar	Kq/km	3700 5180	4000 5870	4230 6390	4290 6760	4830 7930	5410 9310	6140 11090
Əyrinin minimal radiusu	sm	99	104	105	105	111	116	122
Dartının verilə bilən qüvvəsi Mis damar Alyuminiy damar	kN	7,20 12,00	9,00 15,00	10,5 17,5	12,0 20,00	15,0 25,0	18,9 31,5	24,0 40,0
Sabiiitt cərəyan müqaviməti Alyum Mis	Om/km	0,0754 0,1250	0,0601 0,1000	0,0543 0,0890	0,0470 0,0778	0,0366 0,0605	0,0280 0,0464	0,0221 0,0367

Torpaqda uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan								
mis. 	500	575	650	715	755	840	935	1030
alyum.	395	455	515	560	600	675	760	850
Torpaqda uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan								
OOO								
mis.	451	507	557	581	611	667	724	777
alyum.	366	416	461	486	514	572	631	690
Havada uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan								
 Mis	600	690	775	835	895	995	1115	1245
alyum.	480	555	630	680	735	825	935	1060
Havada uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyan								
OOO								
mis.	624	725	820	871	938	1065	1204	1352
alyum.	494	576	656	702	758	872	999	1139

60 MVt və artıq turbogeneratorların əsas texniki xassələri

Növ	P, MVt	cos φ	Q, Mvar	$U_{НОМ}$ кВ	ƒİƏ,%	X _d '', %	X _d '%,	X _d ,%	X _σ ,%	X ₂ ,%	X ₀ ,%	OKZ	GD^2 , T·M ²	T _{đ0} ,c
TBΦ-60-2	60	0,8	45	10,5 (6,3)	98,5	19,5	28	161	12,1	23,8	9,2	0,64	8,85	4,9
TBΦ-63-2	63	0,8	47	10,5 (6,3)	98,3	13,9 (18)	22,4 (27,5)	220 (192)	12,1	22 (17)	9,2	0,537 (0,544)	9,7	8,7 (6,1)
TBΦ-100-2	100	0,8	75	10,5	98,4	19,1	27,8	192	16,7	23,4	9,73	0,563	13	6,5
TBB-160-2	160	0,85	102	18	98,5	22,1	32,9	230	16,7	26,9	11,5	0,475	13	5
TГB-200M	200	0,85	124	15,75	98,0	20,4	31,0	186,2	16,7	24,9	11,5	0,572	25	6,8
TBB-200-2a	200	0,85	124	15,75	98,6	18	27,2	210,6	15,6	22	10	0,512	21,1	7
TBB-220-2	220	0,85	137	15,75	98,6	20	29	197	20	24	9	0,46	21,1	6,4
TГB-300	300	0,85	186	20	98,7	19,5	30	219,5	17	23,8	9,6	0,505	31	7
TBB-320-2	320	0,85	198	20	98,7	17,3	25,8	169,8	17	21,1	9	0,624	29,8	5,9
TГB-500	500	0,85	310	20	98,7	24,3	37,3	241,3	21,75	29,6	14,6	0,428	36	6,3
TГB-500-4	500	0,85	310	20	98,6	26,8	39,8	215,8	26,8	32,7	13	0,494	190	6,9
TBM-500	500	0,85	310	36,75	98,8	27,3	38	243	26,8	33	13	0,443	36,5	6,6
TBB-500-2E	500	0,85	310	20	98,75	22,2	31,8	231	26,8	27,4	12,5	0,5	38,6	8,1
TBB-800-2	800	0,9	384	24	98,75	21,9	30,7	233	21,9	26,7	11,7	0,47	56	9,3

TBB- 1000-2	1000	0,9	475	24	98,75	26,9	38,2	282	26,9	32,8	14,2	0,4	56	9,6
TBB- 1000-4	1000	0,9	475	24	98,7	31,8	45,2	235	31,8	38,8	15,8	0,46	245	8,8
TBB-1200-2	1200	0,9	570	24	98,8	24,8	35,8	242	-	30,2	15,2	0,448	-	8,5
Qeneratorlar IIIY														
БЕАХ 9-450	113	0,8	141,2	15		13,2	19,0	182		16,0	8,0		3,915	

Əlavə 16

Asinxron generatorların əsas texniki xassələri

Parametrlərin adı	Ölçü vahidi.	Qeneratorun növü			
		ACTГ-200	T3BA-ИO	T3BA-220*	T3BA-320*
Güc	MVt	200	110	220	320
Statorun nominal gərginliyi	kV	15,75	10,5	15,75	20,0
Güc əmsalı:					
Reaktiv gücü verdikdə	-	0,85	0,85	0,85	0,85
reaktiv gücün istifadəsində	-	0,85	0,85	0,85	0,85
Statorun cərəyanı	A	9470	7560	9490	10870
Fırlanma tezliyi	Döv/dəq	3000	3000	3000	3000
Maksimal işlədilən reaktiv güc : P=P nom P=0	Mvar	124 235	68 129	136 259	186 353
Uzunmüddətli asinxron rejimdə maksimal uzunmüddətli yük (işlənən reaktiv güc)	MVt (Mvar)	150 (180)	84 (98)	174 (192)	228 (269)

50 MVt və artıq güclü hidrogeneratorların əsas texniki xassələri

Növ	P, MVt	cos φ	Q, Mvar	U _{ном} kV	FİƏ,%	X' _d , %	X _d , %	X _d , %	X _σ , %	X ₂ , %	X ₀ , %	OK3	GD ² , т-м ²	Fırlan. Tezliyi 1/dəq	T _{ao} , c
BГC seriyası															
BГC-1525/135-120	57,2	0,85	35,8	10,5	97,2	29,0	34,0	66	17,5	-	11,5	1,78	73 000	50	3,81
BГC-1260/147-68	82,5	0,85	52,3	13,8	97,5	21,0	28,0	76	14,0	-	—	1,47	37 000	88,2	5,0
BГC- 1260/200-60	150	0,85	93,0	15,75	97,6	25,0	35,0	102	16,0	-	-	1,10	58 000	100	8,2
BГC-930/233-30	294	0,85	182,0	15,75	98,25	19,0	33,0	147	12,4	20	-	0,75	-	200	-
BГCBФ-940/235-30	353	0,85	219,0	15,75	98,2	24	38	131	-	25	-	0,8	-	200	-
CB seriyası															
CB-375/195-12	52,4	0,8	39,2	10,5	97,4	16,0	28,0	130	-	-	-	0,86	4000	-	-
CB-430/210-14	55	0,8	41,3	10,5	97,55	18,0	28,0	114	-	19,0	-	1,01	825	428	5,45
CB-1250/1 70-96	55	0,8	41,3	13,8	97,3	33,0	33,0	77,0	-	-	-	-	-	-	-
CB-660/165-32	57	0,8	42,7	10,5	97,5	19,0	29,0	104	-	20,1	-	1,12	4500	188	5,80
CB-1340/140-96	57,2	0,8	43,0	13,8	96,7	21,0	29,0	63,0	12,1	21,2	8,0	1,78	51 700	62	4,33
CBH(CBK,CBKC)-1340/150-96	57,2	0,8	43,0	13,8	96,88	21,0	29,0	63,0	12,1	—	—	1,63	73 000	50	3,81
CB-780/137-32	63	0,85	39,4	10,5	97,95	17,0	26,0	88,0	10,4	-	-	-	-	-	-
CB-640/170-24	67	0,85	41,5	13,8	97,62	20,0	27,0	107	-	-	-	1,03	4000	250	-
CB-1130/140-48	117,7	0,85	88,5	13,8	98	21,0	26,0	91,0	-	22	10	-	7250	125	-
CB-850/ 190-48	75	0,85	46,9	13,8	97,55	23,0	28,0	91,0	-	-	-	-	-	-	-

CB-850/1 90-48	72,5	0,85	45,0	16,5	97,5	23,0	32,0	87,0	-	23,1	11,0	1,30	14 080	125	6,75
CBБ-750/211-40	75	0,85	46,9	13,8	97,85	23,0	28,0	91,0	15,6	-	-	-	-	-	-
CBB-780/ 190-32	77	0,85	48,2	13,8	97,66	15,0	24,0	85,0	9,6	-	-	-	9500	188	-
CB-850/190-40	90	0,9	43,2	16,5	98,0	19,0	27,0	87,0	-	19,8	9,1	1,52	16 000	150	6,48
CB-850/190-40	100	0,9	48,0	13,8	98,2	26,0	37,0	97,0	17,2	26,2	12,0	1,10	16 000	180	7,6
CB-1500/170-96	100	0,85	62,5	13,8	97,5	21,0	29,0	65,0	-	21,7	8,9	1,75	88 000	-	5,02
CB-1225/130-56	108,5	0,85	68,0	13,8	98,29	24,0	34,0	93,0	16,0	-	-	-	-	-	-
CB-1500/200-88	127,8	0,9	56	13,8	97,6	15,0	20,0	52,0	-	15	-	-	25 000	68,2	-
CB-855/235-32	150	0,9	72,0	13,8	98,07	17,0	28,0	100	-	16,5	5,1	1,12	18 000	187,5	-
CB-1500/175-84	171	0,9	82,0	15,75	98,3	26,0	37,0	100	-	28,0	10,0	0,97	82 000	71,5	6,5
CB-1190/250-48	225	0,85	140	15,75	97,44	24,0	35,0	107	16,4	24,4	13,6	1,04	57 200	125	9,5
CB-712/227-24	260	0,85	162	15,75	98,15	28,8	42,0	165	17,8	27,0	10,0	0,64	8 000	250	8,8
CB-1100/250-36	300	0,85	187	15,75	98,4	20	33,0	130	-	20,0	40,6	-	43 000	165,7	5,1
CBФ seriyası															
CBФ-1500/130-88	128	0,8	96,0	13,8	96,3	40,0	57,0	175	-	40,9	12,5	0,62	110 000	68,2	3,44
CBФ-990/230-36	300	0,85	183	15,75	98,2	24,0	37,0	134	13,6	-	-	-	-	-	-
CBФ-1690/175-64	500	0,85	310	15,75	98,25	30,0	42,0	158	-	30,7	8,4	0,67	187 000	93,8	5,10
CBФ-1285/275-42	640	0,9	315	15,75	98,3	29,5	43,0	158	—	30,5	15,0	0,66	102 000	142,8	5,10
Kapsulalı hidrogeneratorlar															
ГГКБ-480/115-64	20	1,0	0	3,15	96,3	45,0	57,0	194	-	-	-	0,58	-	93,8	-
ГГБК-720/140-80	45	0,98	5,0	6,3	97,0	39,0	76,0	106	—	—	—	0,68	3000	75	--
Çevrilən hidrogeneratorlar															
CBO-733/130-36	33,4	0,73/ 0,91	35/19,0	10,5	96,9	22,0	33,0	103	—	—	22,0	—	—	—	5,75
	40	0,9	19,2	10,0	97,4	24,0	37,0	114	-	-	24,0	-	-	-	5,75

В ГДС-1005/245-40	200	0,85	124	15,75	98,4	32,0	45,0	142	-	33	12,0	0,8	32 000	150	12,8
-------------------	-----	------	-----	-------	------	------	------	-----	---	----	------	-----	--------	-----	------

Qaz turbinli elektrostansiyaların əsas xassələri

Göstəricilər	Elektrostansiyaların növü						
	ГТЭС-2,5	ГТЭС-4	ГТЭС-5	ГТЭС-6	ГТЭС-12	ГТЭС-16	ГТЭС-25
Elektrik gücü, kVt	2500	4000	5000	6000	12 000	16000	2500 0
Gərginlik, kV/tezlik, Hs	6,3 yaxud 10,5/50						
FİƏ QTQ, %, az olmamaqla	21,4	24,0	26,0	27,0	34,5	37,0	40,0
Generatorun FİƏ, % az olmamaqla	97						
Buxar qazanı FİƏ ilə, %	72-87						
Yanacaq növü	Təbii qaz, neftlə yanası qaz, maye yanacaq						
Yanacaq qazının sərfi, kq/saat	825	1160	1360	1560	2496	3104	4425
İstilik gücü, Qkal/saat	6,0	8,2	9,5	10,7	16,7	20,7	30,1
Səs gücünün dərəcəsi, DBA	Artıq olmamalıdır: qulluq ediləndə — 80, məsafədə 700 m — 45						
Resurs, saat: Tımirə qədər, Ləğvolunmaya qədər	25 000, texniki vəziyyətinə görə — 35 000 100 000 gədər, texniki vəziyyətinə görə — 120 000 gədər						

1 MVt və artıq güclü külək enerji qurğuları

KEQ	Ölkə	Gücü, MVt
Иогйех N-54/1000	Daniya	1
2300-1000	Daniya	1
Вопох 1M\У	Daniya	1
№о"Мп<155/1000	Niderlandiya	1
Когйех N-60/1300	Daniya	1,3
ЭТК 1500/64	Daniya	1,5
Еперсон Е-66/1500	Almaniya	1,5
Уе51азУ66-1650	Daniya	1,65

Üçfazlı ikidolaqlı 35kV-luq transformatorlar

Növ	S_{HOM} MVA	Gərginliyin tənzimlənməsi	Kataloq göstəriciləri						Hesablamalar		
			U_{HOM} dolaq, kВ		u_{kr} %	ΔP_k , kVt	ΔP_x , kVt	I_x , %	R_x , Ом	X_T Ом	ΔQ_x kvaxr
			YG	AG							
TM-100/35	0,1	+2x1,5%	35	0,4	6,5	1,9	0,5	2,6	241	796	2,6
TM-160/35	0,16	±2x1,5 %	35	0,4; 0,69	6,5	2,6; 3,1	0,7	2,4	127; 148	498	3,8
TM-250/35	0,25	±2x1,5%	35	0,4; 0,69	6,5	3,7; 4,2	1,0	2,3	72; 82	318	5,7
TMH(TM)-400/35	0,4	±6x1,5%	35	0,4; 0,69	6,5	7,6; 8,5	1,9	2,0	23,5; 26,2	126	12,6
TMH(TM)-630/35	0,63	±6x1,5 %	35	0,4; 0,69; 6,3; 11	6,5	11,6; 12,2	2,7	1,5	14,9; 14,2	79,6	15
TMH (TM)- 1000/35	1	±6x1,5%	35	0,4; 0,69; 6,3; 11	6,5	16,5; 18	3,6	1,4	7,9; 8,6	49,8	22,1
TMH (TM)- 1600/35	1,6	±6x1,5 %	35	6,3; 11	6,5	23,5; 26	5,1	1,1	11,2; 12,4	49,2	17,6
TMH (TM)- 2500/35	2,5	±6x1,5 %	35	6,3; 11	6,5	23,5; 26	5,1	1,1	4,6; 5,1	31,9	27,5
TMH (TM) - 4000/35	4,0	±6x1,5 %	35	6,3; 11	7,5	33,5	6,7	1,0	2,6	23	40

ТМН (ТМ)- 6300/35	6,3	±6x1,5 %	35	6,3; 11	7,5	46,5	9,2	0,9	1,4	14,6	56,7
ТД-10000/35	10	±2x2,5 %	38,5	6,3; 10,5	7,5	65	14,5	0,8	0,96	НД	80
ТМН-10000/35	10	±9xД,3 %	36,75	6,3; 10,5	7,5	65	14,5	0,8	0,88	10,1	80
ТДНС-10000/35	10	±8x1,5%	36,75	6,3; 10,5	8,0	60	12,5	0,6	0,81	10,8	60
ТД-16000/35	16	±2x2,5 %	38,5	6,3; 10,5	8,0	90	21	0,6	0,52	7,4	96
ТДНС-16000/35	16	±8x1,5 %	36,75	6,3-6,3; 10,5-10,5	10	85	18	0,55	0,45	8,4	88
ТРДНС-25000/35	25	±8x1,5 %	36,75	6,3-6,3; 10,5-10,5	9,5	115	25	0,5	0,25	5,1	125
ТРДНС-32000/35	32	±8x1,5%	36,75	6,3-6,3; 10,5-10,5	11,5	145	30	0,45	0,19	4,8	144
ТРДНС-40000/35	40	±8x1,5 %	36,75	6,3-6,3; 10,5-10,5	11,5	170	36	0,4	0,14	3,9	160
ТРДНС-63000/35	63	±8x1,5 %	36,75	6,3-6,3; 10,5-10,5	11,5	250	50	0,3	0,1	2,5	220

Əlavə 21

Üçfazlı ikidolaqlı 110kV-luq transformatorlar

Növ	$S_{НОМ}$ MVA	Gərginliyin tənzimlənməsi	Kataloq göstəriciləri					Hesablamalar			
			$U_{НОМ}$, kV		u_k , %	ΔP_k ,	ΔP_x , kVt	I_x , %	R_T , Om	X_T Om	ΔQ_x kvar
			YG	AG							

ТМН-2500/110	2,5	+10x1,5 % -8x1,5 %	110	6,6; 11	10,5	22	5,5	1,5	42,6	508,2	37,5
ТМН-6300/110	6,3	±9x1,78 %	115	6,6; 11	10,5	44	11,5	0,8	14,7	220,4	50,4
ТДН-10000/110	10	±9x1,78 %	115	6,6; 11	10,5	60	14	0,7	7,95	139	70
ТДН-16000/110	16	±9x1,78 %	115	6,6; 11; 34,5	10,5	85	19	0,7	4,38	86,7	112
ТДЦ-21000/110	21	±2x2,5 %	121	10,5	-	-	-	-	-	-	-
ТДН-25000/110	25	±9x1,78 %	115	11	-	-	-	-	-	-	-
ТРДН-25000/110 (ТРДНФ-25000/110)	25	±9x1,78 %	115	6,3-6,3; 6,3-10,5; 10,5- 10,5	10,5	120	27	0,7	2,54	55,9	175
ТДНЖ-25000/110	25	+9x1,78 %	115	27,5	10,5	120	30	0,7	2,5	55,5	175
ТРДН-32000/110	32	±9x1,78 %	115	6,3-6,3	-	-	-	-	-	-	-
ТД-40000/110	40	+2x2,5 %	121	3,15; 6,3; 10,5	10,5	160	50	0,65	1,46	38,4	260
ТДН-40000/110	40	±9x1,78 %	115	36,5; 10,5	-	-	-	-	-	-	-
ТРДН-40000/110	40	±9x1,78 %	115	6,3- 6,3:6,3- 10,5; 10,5- 10,5	10,5	172	36	0,65	1,4	34,7	260

ТРДЦН-63000/110 (ТРДН)	63	±9x1,78 %	115	6,3-6,3; 6,3-10,5; 10,5- 10,5	10,5	260	59	0,6	0,87	22	410
ТРДЦНК-63000/110	63	±9x1,78 %	115	6,3-6,3; 6,3-10,5; 10,5- 10,5	10,5	245	59	0,6	0,8	22	378
ТДЦ-80000/110	80	±2x2,5 %	121	6,3; 10,5; 13,8	10,5	310	70	0,6	0,71	19,2	480,
ТРДЦН (ТРДН)-80000/110	80	±9x1,78 %	115 (121)	6,3-6,3; 6,3-10,5; 10,5- 10,5	10,5	310	70	0,6	0,6	17,4	480
ТДЦ-100000/110	100	±2x2,5 %	115	10,5	-	-	-	-	-	-	-
ТДЦ-125000/110	125	±2x2,5 %	121	10,5; 13,8	10,5	400	120	0,55	0,37	12,3	687,5
ТРДЦН-125000/110	125	±9x1,78 %	115	10,5- 10,5	10,5	400	100	0,55	0,4	11,1	687,5
ТДЦ-200000/110	200	±2x2,5 %	121	13,8; 15,75	10,5	550	170	0,5	0,2	7,7	1000
ТДЦ-250000/110	250	±2x2,5 %	121	15,75	10,5	640	200	0,5	0,15	6,1	1250

ТДЦ-40000/110	400	±2x2,5%	121	20	10,5	900	320	0,45	0,08	3,8	1800
---------------	-----	---------	-----	----	------	-----	-----	------	------	-----	------

Əlavə 22

Üçfazlı üçdolaqlı 35 və 110kV-luq transformatorlar

Növ	$S_{ном}$ MVA	Kataloq göstəriciləri										Hesablamalar						
		$U_{ном}$ dolaq, кВ			u_k , %			ΔP_k , кVt	ΔP_x , кVt	I_x , %	R_T , Ом			X_{TOM}			Q_x кvar	
		YG	OG	AG	YG	OG	AG				YG	OG	AG	YG	OG	AG		
ТДТН-25000/35	25	36,75	10,5	6,3														
ТМТН-6300/110	6,3	115	38,5	6,6; 11	10,5	17	6	58	14	1,2	9,7	9,7	9,7	225,7	0	131, 2	75,6	
ТДТН-10000/110	10	115	11,5; 22,0; 34,5; 38,5	6,6; 11	10,5	17	6	76	17	1Д	5	5	5	142,2	0	82,7	ПО	
ТДТН-16000/110*	16	115	22,0; 34,5; 38,5	6,6; 11	10,5	17	6	100	23	1,0	2,6	2,6	2,6	88,9	0	52	160	
ТДТН-25000/110	25	115	И; 22,0; 34,5; 38,5	6,6; 11	10,5	17,5	6,5	140	31	0,7	1,5	1,5	1,5	56,9	0	35,7	175	
ТДТНЖ-25000/110	25	115	38,5; 27,5	6,6; II; 27,5	10,5 (17)	17 (10,5)	6	140	42	0,9	1,5	1,5	1,5	57	0(33)	33 (0)	225	

ТДТН-40000/110*	40	115	И; 22; 34,5; 38,5	6,6; 11	10,5 (17)	17 (10,5)	6	200	43	0,6	0,8	0,8	0,8	35,5	0 (22, 3)	22,3 (0)	240
ТДТНЖ-40000/110	40	115	27,5; 35,5	6,6; 11; 27,5	10,5 (17)	17 (10,5)	6	200	63	0,8	0,9	0,9	0,9	35,5	0 (20, 7)	20,7 (0)	320
ТДТН-63000/110* (ТДЦТН, ТДТНМ)	63	115	11; 34,5; 38,5	6,6; 11	10,5	17	6,5	290	56	0,7	0,5	0,5	0,5	22,0	0	13,6	441
ТДТН-80000/110* (ТДЦТН, ТДЦТНК)	80	115	38,5	6,6; 11	11 (17)	18,5 (10,5)	7 (6,5)	390	82	0,6	0,4	0,4	0,4	18,6 (21,7)	0 (10,7)	11,9 (0)	480

Əlavə 23

Üçfazlı ikidolaqlı 150kV-luq transformatorlar

Növ	$S_{НОМ}$ MVA	Gərginliyin tənzimlənmə si	Kataloq göstəriciləri						Hesablamalar		
			$U_{НОМ}$ dolaq, кВ		u_k , %	ΔP_k , кVt	ΔP_x , кVt	I_x , %	R_T , Om	X_T Om	Q_x kvar
			YG	AG							
ТДН-16000/150	16	$\pm 8 \times 1,5$ %	158	6,6; 11	11	85	21	0,8	8,3	172	128
ТРДН-32000/150	32	$\pm 8 \times 1,5$ %	158	6,3-6,3; 6,3-10,5; 10,5-10,5	10,5	145	35	0,7	3,54	82	224
ТРДН-63000/150	63	$\pm 8 \times 1,5$ %	158	6,3-6,3; 6,3-10,5; 10,5-10,5	10,5	235	59	0,65	1,48	41,6	410

ТЦ-250000/150, ТДЦ-250000/150	250	-	165	10,5; 13,8; 15,75	11	640	190	0,5	0,3	12	1250
----------------------------------	-----	---	-----	-------------------	----	-----	-----	-----	-----	----	------

Əlavə 24

Üçfazlı üçdolaqlı 150 kV-luq transformatorlar və avtotransformatorlar

Növ	$S_{ном}$ MVA	Gərginliyin tənzimlənməsi	Kataloq göstəriciləri											Hesablamalar						
			$U_{ном}$ обмоток, кВ			u_k , %			ΔP_k , кВт			ΔP_x , кВт	I_x , %	R_T , Ом			X_T Ом			Q_x kvar
			YG	OG	AG	YT	YG	OG	YT	YG	OG			YG	OG	AG	YG	OG	AG	
ТДТН-16000/150	16	$\pm 8 \times 1,5$ %	158	38,5	6,6; 11	10,5	18	6	96	-	-	25	1,0	4,7	4,7	4,7	176	0	103,5	160
ТДТН-25000/150	25	$\pm 8 \times 1,5$ %	158	38,5	6,6; 11	10,5	18	6	145	-	-	34	0,9	2,9	2,9	2,9	112,5	0	67,5	225
ТДТНЖ-25000/150	25	$\pm 8 \times 1,5$ %	158	27,5; 38,5	6,6; 11; 27,5	18	10,5	6	145	-	-	34	0,9	2,9	2,9	2,9	112,5	0	67,4	225
ТДТН-40000/150	40	$\pm 8 \times 1,5$ %	158	38,5	6,6; 11	10,5	18	6	185	-	-	53	0,8	1,45	1,45	1,45	70	0	42,2	320
ТДТН-63000/150	63	$\pm 8 \times 1,5$ %	158	38,5	6,6; И	10,5	18	6	285	-	-	67	0,7	0,9	0,9	0,9	44,7	0	26,8	431

АТДТНГ-100000/150	100	$\pm 4 \times 2,5$ %	158	115	6,6	5,3	15	15	310	235	230	75	1,5	0,54	0,2	14,2	6,6	6,6	30,9	1500
-------------------	-----	-------------------------	-----	-----	-----	-----	----	----	-----	-----	-----	----	-----	------	-----	------	-----	-----	------	------

Əlavə 25

Üçfazlı ikidolaqlı 220 kV-luq transformatorlar

Növ	$S_{НОМ}$ MVA	Gərginliyin tənzimlənməsi	Kataloq göstəriciləri						Hesablamalar		
			$U_{НОМ}$ обмоток, кВ		$u_k, \%$	$\Delta P_k,$ кVt	$\Delta P_x,$ кVt	$I_x, \%$	$R_T,$ Om	$X_T,$ Om	Q_x квар
			YG	AG							
ТРДНС-25000/220	25	YG neytrallı PПН $\pm 12\%, \pm 12$ pillə	230	6,3-6,3	-	--	-	-	-	-	-
ТРДН-32000/220	32		230	6,3-6,3; 6,6-6,6	11,5	150	45"	0,65	7,7	190,5	208
ТРДНС-40000/220	40		230	11-11; 11-6,3	11,5	170	50	0,9	5,6	152,4	360
ТРД(ДЦ)Н-630()0/220 (ТРДН)	63		230	11-11; 11-6,3	11,5	300	82	0,8	3,9	96,7	504
ТРДНС-63000/220	63		230	6,3-6,3	11,5	300	82	0,8	3,9	96,7	504
ТДЦ-80000/220	80	YG tərəfdə ПБВ $\pm 2 \times 2,5$ %	242	6,3; 10,5; 13,8	11	320	105	0,6	2,9	80,5	480

ТРДЦН-100000/220	100	YG neytralında РПН ±12%, ±12 pillə	230	11-11	12	360	115	0,7	1,9	63,5	700
ТДЦ-125000/220	125	YG neytralında ПБВ ±2x2,5 %	242	10,5; 13,8; 15,75	11	380	135	0,5	1,4	51,5	625
ТРДЦН-160000/220	160	YG neytralında РПН ±12 %, +12 pillə	230	38,5*; 11-11	13,5	525	167	0,6	1,08	44,9	960
ТДЦ(Ц)-200000/220	200	YG tərəfində ПБВ +2x2,5 %	242	13,8; 15,75; 18	11	580	200	0,45	0,77	32,2	900
ТДЦ(Ц)-250000/220	250	Tənzimlənmədən	242	13,8; 15,75	11	650	240	0,45	0,6	25,7	1125
ТДЦ(Ц)-400000/220	400		242	15,75; 20	11	880	330	0,4	0,29	16,1	1600
ТЦ-630000/220	630		242	15,75; 20; 24	12,5	1300	380	0,35	0,2	11,6	2205
ТЦ-1000000/220	1000		242	24	11,5	2200	480	0,35	0,2	6,7	3500

Üçfazlı üçdolaqlı 220 kV-luq transformatorlar və avtotransformatorlar

Növ	$S_{ном}$ MVA	Gərginliyin tənzimlənməsi	Kataloq göstəriciləri										Hesablamalar							
			$U_{ном}$ обмоток, кВ			u _k , %							$U_{ном}$ обмоток, кВ			u _k , %			Q _x kvar	
			YG	OG	AG	YG- OG	YG- AG	OG- AG	YG- OG		O G- A G			YG	OG	AG	YG	OG		AG
ТДТН- 25000/220	25	YG neytralında РПН ±12%, 12 pilləli ПБВ OG ±2x2,5 %	230	38,5	6,6; 11	12,5	20	6,5	135	-	-	50	1,2	5,7	5,7	5,7	275	0	148	30 0
ТДТНЖ- 25000/220	25	YG neytralında РПН ±12%, 8 pilləli ПБВ OG ±2x2,5 %	230	27,5; 38,5	6,6; 11; 27,5	12,5	20	6,5	135	-	-	50	1,2	5,7	5,7	5,7	275	0	148	30 0
ТДТН- 40000/220	40	YG neytralında РПН ±12%, 8 pilləli ПБВ OG ±2x2,5 %	230	38,5	6,6; 11	12,5	22	9,5	220	-	-	55	1Д	3,6	3,6	3,6	165	0	125	44 0

ТДТНЖ-40000/220	40	YG neytralında РПН ±12%, 8 pilləli ПБВ OG ±2x2,5 %	230	27,5; 38,5	6,6; И; 27,5	12,5	22	9,5	240	-	-	66	1,1	3,9	3,9	3,9	165	(1	125	44 0
АТДЦТН-63000/220/110	63	OG xəttində +12%, ± 6 pilləli	230	6,6; 11; 27,5	12,5	11	35	22	215	-	-	45	0,5	1,4	1,4	2,8	104	0	195,6	31 5
АТДЦТН-63000/220/110/0,4*	63	OG xəttində РПН +12%, 8 pilləli ПБВ 0,4 kV ±2x2,5 %	230	121	0,4	11			180	-	-	33	0,4	1,2	1,2	120	104	0		
АТДЦТН-125000/220/ПО (в знаменателе — выпуск после 1985 г.)	125	OG xəttində +12%, ± 6 pilləli	230	121	6,6; 11; 38,5	П/ 11	31/ 45	19/ 28	290/ 305	-	-	85/ 65	0,5	0,5/ 0,52	0,5/ 0,52	1,0/ 3,2	48,6/ 49,0	0	82,5/ 131	62 5
АТДЦТН-125000/220/110/0,4*	125	OG xəttində РПН +12%, ± 6 pilləli ПБВ 0,4 kV +2x2,5%	230	121	0,4	11	14	14	305	-	-	54	0,25	0,52	0,52	52	49	0		
АТДЦТН-200000/220/110	200	OG xəttində +12%, ± 6 pilləli	230	121	6,6; П; 38,5	11	32	20	430	-	-	125	0,5	0,3	0,3	0,6	30,4	0	54,2	10 00

АТДЦТН-250000/220/110	250	OG xəttində +12%, ± 6 pilləli	230	121	6,6; 10,5; 11	11	33,4	20,8	520	-	-	145	0,5	0,2	0,2	0,4	25,5	0	45,1	12 50
-----------------------	-----	-------------------------------	-----	-----	---------------	----	------	------	-----	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	------	---	------	----------

Əlavə 27

Üçfazlı ikidolaqlı 330 kV-luq transformatorlar

Növ	S_{nom} MVA	Gərginliyin tənzimlənməsi	Kataloq göstəriciləri						Hesablamalar		
			U_{nom} dolaq, kV		u_k , %	ΔP_k , kVt	ΔP_x , kVt	I_x , %	R_T , Om	X_T , Om	Q_x kvar
			YG	AG							
ТРДНС-40000/330	40	YG neytralında PПH ±12%, 12 pilləli	330	6,3-6,3; 6,3-10,5; 10,5-10,5	11	180	80	1,4	12,3	299	560
ТРДЦН-63000/330	63		330	6,3-6,3; 6,3-10,5; 10,5-10,5	11	265	120	0,7	7,3	190	441
ТДЦ- 125000/330	125	Tənzimlənmədən	347	10,5; 13,8	11	360	145	0,5	2,78	106	625
ТДЦ-200000/330	200		347	13,8; 15,75; 18	11	560	220	0,45	1,68	66,2	900
ТДЦ-250000/330	250		347	13,8; 15,75	11	605	240	0,45	1,2	52,9	1125
ТЦС-400000/330, ТДЦ-400000/330	400		347	15,75; 20	11,5	810	365	0,4	0,6	34,7	1600
ТЦ-630000/330	630		347	15,75; 20; 24	11,5	1300	405	0,35	0,4	21	2205
ТЦ-1000000/330	1000		347	24	11,5	2200	480	0,4	0,26	13,2	4000

ТЦ-1250000/330	1250		347	24	14,5	2300	750	0,75	0,2	11	!Y5
----------------	------	--	-----	----	------	------	-----	------	-----	----	-----

Əlavə 28

Üçfazlı və birfazlı 330 kV-luq avtotransformatorlar

Növ	$S_{НОМ}$ MVA		Gərginliyin tənzimlənməsi	Kataloq göstəriciləri										Hesablamalar							
	AT	AG dolaqlar 1		$U_{НОМ}$ dolaq, kV			u_k , %			ΔP_k , kVt			ΔP_x , kVt	I_x , %	R_T , Om			X_T Om			Q_x kvar
				BH	CH	HH	B-C	B-H	C-H	B-C	B-H	C-H			BH	CH	HH	BH	CH	HH	
АТДЦТН- 125000/ 330/110	12 5	63	OG xəttə РПН ±12%, +6 pilləli	330	115	6,6; H; 15, 75; 38, 5	10	35	24	370			115	0,5	1,3	1,3	2,6	91,5	0	213,4	625
АТДЦТН- 200000/ 330/110	20 0	80		330	115	6,6; 10,5; 38,5	10	34	22, 5	600	—	—	180	0,5	0,8	0,8	2,0	58,5	0	126,6	1000
АТДЦТН- 250000/ 330/150	25 0	100		330	158	10, 5; 38, 5	10,5	54	42	660	490	400	165	0,5	1,0 7	0,08	4,3	49	0	186,2	1250

АТДЦТН- 240000/ 330/220	24 0	60	Тэнзимлөнм эдэн	330	242	11; 38, 5	7,3/ 9,6	70/ 74	60	430/ 560	260	250	130	0,5	0,4/ 0,5 3	0,4/ 0,53	7,3/ 7,2	39,2/ 59,2	0	278,4 / 312,1	1200
АОДЦТН- 133000/ 330/220	13 3	33	ОГ хэттэ РПН ±12%, +6 pilləli	330/ $\sqrt{3}$	230 / $\sqrt{3}$	10,5 ; 38,5	9	60,4	48, 5	280	125	105	55	0,1 5	0,6 2	0	3,5	28,7	0	136,5	599
АТДЦТН- 400000/ 330/150	40 0	400	YG neytralında РПН 8,4%- дэн + 7,2%, + 6 pilləli	330	—	165	—	11	—	—	720	—	180	0,25	0,5	—	0,5	29,9	—	0	1000

6-20 kV açarlar

Növ	U_{nom} kV	I_{nom} A	S_{omkl} MVA	I_{omkl} kA	$i_{yö}$ kA	t_{otkl}, c	t_{vkl}, c
Yağ açarları							
МГУ-20	20	5000	3000	90	300	0,155	0,8
МГГ-10	10	5000	1000	63	170	0,12	0,4
		5000; 4000; 3200	750	45	120	0,12	0,4
ВМПЭ-10	10	630; 1000; 1600; 3200	550	31,5	80	0,12	0,3
ВКЭ-10	10	1600; 1000; 630; 1600; 1000; 630	550; 350	31,5; 20	80; 52	0,07; 0,07	0,3; 0,3
ВК-10	10	1600; 1000; 630; 1600; 1000; 630	550; 350	31,5; 20	80; 52	0,05; 0,05	0,075; 0,075
ВПМ-10	10	1000; 630; 630; 400	350; 280	20; 16	52; 40	0,1; 0,1	0,3; 0,3
ВПП-10	10	1000; 630 630; 400	350 280	20 16	52 40	0,12 0,12	0,3 0,3
ВММ-10	10	400	170	10	25	ОД	0,2
Hava açarları							
ВВГ-20	20	20000; 12500	5500	160	410	0,14	0,1
ВЭ-10	10	3600; 2500; 1600; 1250	550	31,5	80	0,075	0,075
		3600; 2500; 1600; 1250	350	20	52	0,075	0,075
Vakuum açarları							
ВВТЭ-М-10	10	630-1600	220;	12,5;	32;	0,04	-
ВВПС-10			350;	20;	52;	0,055	-
			550	31,5	80		
ВВЭ-М-10			350; 550	20; 31,5	52; 80	0,04	-
ВВПВ-10						0,035	-
ВВЧ-СП-10						0,04	-
ВВЧ-СЭ-10						0,04	-
ВВСК-10	220; 350	12,5; 20	32; 52	0,05	-		

BBƏ-M-10		2000-3150	550; 700	31,5; 40	80; 100	0,05	—
VD4 tökmə gütblərlə (ABB)	10	630-1250	280	16	40	0,06	0,06
		630-1250	350	20	52	0,06	0,06
		630-2500	430	25	63	0,06	0,06
		630-2500	550	31,5	80	0,06	0,06
		630-2500	700	40	100	0,06	0,06
	20	630-2000	560	16	40	0,06	0,06
		630-2000	700	20	50	0,06	0,06
		630-2500	860	25	63	0,06	0,06
YD4 Yəğma qütblərlə	10	3150-4000	430	25	63	0,06	0,06
		3150-4000	550	31,5	80	0,06	0,06
		3150-4000	700	40	100	0,06	0,06
		1250-4000	860	50	125	0,06	0,06
		1250-2000	1090	63	158	0,06	0,06
	35	1250-3150	1500	25	63	0,06	0,06
		1250-3150	1900	31,5	80	0,06	0,06
Eleqaz açarları							
LF1	6,3	630; 1250	270; 340	25; 31,5	36; 80	0,7	-
	10		430; 550				-
LF2	6,3	630; 1250; 2000	440	40	100	—	—
	10		550	31,5	80		—
Eleqaz generator açarları və kompleks aparatları							
HC12	17,5	6300	-	50	125	0,055	0,056
H013	21	8000	-	63	158	0,048	0,048
HOC 3*	21	7700	-	63	158	0,053	0,056
HOC 3/4*	25,3	12 000	-	100	255	0,55	0,053
HOC 5/6*	25,3	12 000	-	120	310	0,55	0,053
HOC 7/8*	30	22 000-28 000	-	190	490	0,67	0,07

35—220 kV yağ açarları

Növ	I_{nom} A	S_{otkl} MVA	I_{otkl} kA	$i_{y\delta}$ kA	t_{otkl}, c	t_{vkl}, c
35 kV						
C-35	3200; 2000	3000	50	125	0,08	0,7
MKP-35*	1000	1200; 1500	20; 25	52; 63	0,05	0,4
BMKЭ-35	1000	1000	16	40	0,11	0,35
BT-35	630	750	12,5	32	0,15	0,34
BTД-35	630	750	12,5	32	0,09	0,34
C-35M*	630	600	10	26	0,04	0,3
110 kV						
У-ПОА(Б)	2000; 2000	9500; 7600	50; 40	125; 100	0,05; 0,06	0,3; 0,8
ММО-ПОБ	"1600; 1250	5900; 3800	31,5; 20	80; 52	0,08; 0,08	0,08; 0,08
ВМТ-ПОБ*	1600; 2150	4800; 7600	25; 40	63; 100	0,08	0,6
MKP-ИОБ	1000; 630	3800	20	52	0,05	0,6
220 kV						
У-220А(Б)	2000	16 000	40	100	0,08	0,45; 0,8
У-220А(Б)*	2000; 1000	9500; 9500	25; 25	63; 63	0,08; 0,08	0,45; 0,8
У-220 Б	1000	9500	25	63	0,08	0,8
ВМТ-220	1600; 2150	9500; 15 200	25; 40	63; 100	0,08	0,6

35—750 kV hava açarları

növ	I_{nom} A	S_{otkl} MVA	I_{otkl} kA	$i_{y\delta}$ kA	t_{otkl}, c	t_{vkl}, c	Bərpa olunan gərginliyin sürəti, kV/mks
35 kV							
BBЭ-35*	1600	1200	20	52	0,05	0,28	-
BBУ-35А*	2000; 3150	2400	40	100	0,07	0,15	Qeyri məhdud
110-150 kV							
BBK-ПОБ	3150	9500	50	125	0,045	0,3	1,5
BBУ-ПОБ	2000	7600	40	100	0,08	0,2	Qeyri məhdud
BBEM -110Б*	2000	5900	31,5	80	0,07	0,2	1,0

ВВБТ-ИОБ -	1600	5900	31,5	80	0,06	0,2	1,2
ВВБК-150Б	3150	6800	35,5	90	0,07	0,2	1,4
220 kV							
ВНВ-220	3150; 3150	24 000; 15 200	63; 40	158; 100	0,04; 0,04	0,1; 0,1	1,8; 1,4
ВВБК-220Б	3150	21 000	56	143	0,025	0,3	1,6
ВВД-220Б* ВВС-220Б*	2000	15 200	40	100	0,08	0,25	2,0
ВВБ-220Б	2000	12 000	31,5	80	0,08	0,2	1,2
ВВБТ-220Б	1600	12 000	31,5	80	0,08	0,25	1,2
330 kV							
ВНВ-330Б	3150	36 000	63	158	0,04	0,1	2,0
ВНВ-330	4000; 3150	22 800; 36 000	40; 63	100; 158	0,025	0,1	1,5
ВВБК-330	3150	22 800	40	100	0,04	0,08	1,5
ВВД-330Б	3200	22 800; 18 000	40; 31,5	100; 80	0,08	0,25	1,2
ВВ-330Б	2000	18 000	31,5	80	0,05	0,23	1,2
ВВДМ-330Б	3150	29 000	50	125	0,06	0,25	-
500 kV							
ВНВ-500*	4000	55 000	63	158	0,025	0,1	2,4
ВВБК-500(А)	3150	43 000	50	125	0,025	0,3	2,1
ВНВ-500*	3150; 4000	34 500; 55 000	40; 63	100; 158	0,04; 0,04	0,1; 0,1	1,8
ВВБ-500 (АБ)	2000	31 000	35,5	90	0,08	0,25	1,5
ВВ-500 (АБ)	2000	31000	35,5	90	0,055	0,25	1,5
750 kV							
ВНВ-750	4000; 3150	52000	40	100	0,025	0,1	2,6
ВВБ-750	3200	52 000	40	100	0,06	0,15	2,0
ВО-750	500	52 000	40	100	0,025	0,1	2,0
1150 kV							
ВНВ-1150	4000	80 000	40	100	0,03	ОД	2,6

BO-1150	600	80 000	40	100	0,03	0,1	2,6
---------	-----	--------	----	-----	------	-----	-----

Əlavə 32

Hava açarları

növ	<i>Inom A</i>	S_{omkl} MVA	I_{omkl} kA	$i_{y\delta}$ kA	t_{otkl}, c	t_{vkl}, c
35 kV						
ВНТ-35	630	1200; 1900	20; 35	52; 89	0,05	0,06
ВБУ-35	1000; 1250; 1600	3000	50	125	0,085	0,4
ВВН-35И	1600	1200	20	52	0,05	0,06
110 kV						
ВБЭ-110	1600	3800; 5500	20; 31,5	52; 80	0,07	од
ВБУ-110	1000; 1250; 1600	9500	50	125	0,085	0,4

Əlavə 33

Eleqaz açarları

Növ	<i>Inom A</i>	S_{omkl} MVA	I_{omkl} kA	$i_{y\delta}$ kA	t_{otkl}, c	t_{vkl}, c	Qeyd
35 kV							
ВГБЭ-35 ВГБЭП-35	630	750	12,5	32	0,04	0,1	-
110kV							
ВГТ-110	2500	7600	40	100	0,035	0,062	УЭТМ
ВЭБ-110	2000; 2500	7600	40	100	0,035	0,08	УЭТМ и ЭМЗ
БТВ-14501	3150	7600	40	100	0,04	0,04	АББ
НРБ 145A1	4000	12 000	63	158	0,04	0,08	АББ
145 PM	3000	7600	40	100	0,05	0,065	АББ
	4000	12 000	63	158			
ЗАРПС-145	до 4000	7600	40	100	0,035	0,063	Siemens

ЗАРГОТ-145	до 4000	7600	40	100	0,034	0,057	Siemens
НОР 1012	2500; 4000	5900; 7600	31,5; 40	80; 100	0,028	0,1	Alstom
220 kV							
ВГТ-220	2500	15 200	40	100	0,035	0,062	УЭТМ
ВГБУ-220	2000	15 200	40	100	0,035	0,07	УЭТМ и ЭМЗ
НРЬ 245В1	5000	19 000	50	125	0,04	0,065	АББ
242 РМК	4000	15 200	40	100	0,055	0,065	АББ
242 РМО	4000	24 000	63	158	0,055	0,065	АББ
ЗАРПО-245	до 4000	19 000	50	125	0,037	0,058	Siemens
ЗАРГОТ-245	до 4000	19 000	50	125	0,037	0,060	Siemens
НОР 1014	3000; 4000	15 200; 19 000	40; 50	100; 125	0,025	од	Alstom
330 kV							
ВГУ-330	3150	27 000	47	120	0,030	0,12	УЭТМ
ВГБ-330	3150	22 800	40	100	0,035	0,1	УЭТМ и ЭМЗ
НРЬ420В2	5000	29 000	50	125	0,04	0,065	АББ
362 РМ	4000	29 000	50	125	0,04	0,065	АББ
ЗАО>362	до 4000	29 000	50	125	0,04	-	Siemens
ОБ315	4000	29 000	50	125	0,036	0,15	Alstom
500 kV							
ВГБ-500	3150	34 600	40	100	0,035	ОД	УЭТМ и ЭМЗ
НРЬ550В2	5000	43 000	50	125	0,04	0,065	АББ
550 РМ	4000	43 000	50	125	0,04	0,060	АББ
ЗАО>550	до 4000	43 000	50	125	0,04	-	Siemens
ОБ317	4000	43 000	50	125	0,036	-	Alstom
750 kV							
ВГУ-750	3150	61 000	47	120	0,027	0,12	УЭТМ
НРЬ800В4	4000	64 900	50	125	0,04	0,065	АББ

Eleqaz açarlarının kameraları

Növ	Gərginlik, kV	I_{nom} A	S_{omkl} MVA	I_{omkl} kA	i_{yd} kA	$t_{otkl,c}$	$t_{bkl,c}$
ЯЭ-110	ПО	1600; 2000	7 600	40	100	0,055	0,08
ЯЭУ-220	220	3150	15 200; 19 000	40; 50	100; 125	0,06	0,15
ЯЭУ-330*	330	4000	36 000	63	158	0,055	0,1
ЯЭУ-500*	500	4000	43 000	50	158	0,055	ОД

Ayrıcılar və qısaqapayıcılar

Növ	$U_{nom,}$ кВ	I_{nom} A	i_{yd} kA	$I_{пр}$ A	Baölamağın tam vaxtı	
					Buzlama olmadan, c	buzlamada, c
Ayrıcılar						
ОДЗ-35; ОД-35	35	630	80	12,5	0,4	0,5
ОДЗ-ПОМ	ПО	630	80	22	0,4	0,5
ОДЗ-ПОУ	ПО	1000	80	31,5"	0,4	0,5
ОДЗ-150У	150	1000	80	31,5	0,45	0,55
ОДЗ-150	150	1000	80	31,5	0,4	0,5
ОДЗ-220	220	1000	80	31,5	0,5	0,6
qısaqapayıcılar						
КРН-35	35	-	80	12,5	0,1	0,15
КЗ-110У	ПО	-	51	20	0,14	0,2
	ПО	-	82	12,5	0,18	0,28
КЗ-150У	150	-	82	12,5	0,28	0,85
	150	-	51	20	0,2	0,28
КЗ-220	220	-	51	20	0,25	0,85

BEYNƏLXALQ VAHIDLƏR SISTEMI (BS)

Ölçü vahidləri elm və texnikanın bütün sahələri üçün universaldır. Bu sistemdə qəbul edilmiş əsas və əlavə vahidlər 1- ci cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 36

Əsas və əlavə vahidlər sistemi

Kəmiyyətin adı	Vahidi	Ölçü vahidinin qısa işarəsi
Əsas vahidlər		
Uzunluq	Metr	M
Kütlə	Kiloqram	kQ
Zaman	Saniyə	San
Elektrik cərəyanı	Amper	A
Termodinamik temperatur	Kelvin dərəcəsi	$^{\circ}K$ (temperatur fərqi üçün dərəcə işarəsi işlədilir)
Işıq şiddəti	Şam	Ş
Əlavə vahidlər		
Müstəvi bucaq	Radian	rad
Fəza bucağı	steradian	ster

Göstərilən vahidlərdən başqa, yerdə qalan vahidlərin hamısı əsas və əlavə vahidlərdən törəmədir.

Törəmə vahidlərdən ən çox istifadə ednləri 2-ci və 3-cü cədvəllərdə verilmişdir.

Cədvəl 37

Törəmə vahidlər sistemi

Kəmiyyət	Ölçü vahidi	Ölçü vahidinin qısa işarəsi	Vahidin ölçüsü
1	2	3	4
Sahə	Kvadrat metr	M^2	(1m).(1m)
Həcm	Kub metr	M^3	(1m).(1m).(1m)
Tezlik	Hers	Hc	1:(1san)
Xətti sürət		m/san	(1m):(1san)

Bucaq sürəti	Metr bölünsün saniyə		
Xətti təcili	Radian bölünsün saniyə	rad/san	(1rad):(1san)
Bucaq təcili	Metr bölünsün saniyə kvadratı	m/san ²	(1rad/san:1san)
Qüvvə	Radian bölünsün saniyə kvadratı	rad/san ²	(1rad/san:1san)
Təzyiq(mexaniki gərginlik)	Nyuton	N	(1kQ).(1/san ²)
Sıxlıq (həcmi kütlə)	Nyuton bölünsün kvadrat metr	N/m ²	(1/1):(1m ²)
İş enerji,istilik miqdarı	Kiloqram bölünsün kub metr	kQ/m ³	(1kQ):1m ³ (1N):(m)
Güc		C	(1C):(1san)
Xüsusi çəki	Coul	Vm	(1C):(1san)
Dinamik özlülük	Vatt	N/m ³	(1N):(1m ²)
Kinematik özlülük	Nyuton bölünsün kubmetr	N.san/m ²	(1N).(1san):(1m)
	Nyuton saniyəbölünsün kvadrat metr.	M ² /san	(1m ²):(1san)
	Kvadrat metr bölünsün saniyə		

Elektrik miqdarı. elektrik yükü	Kulon	K	(I.A)·(Isan)
Elektrik potensalları fərqi, elektrik hərəkət qüvvəsi,elektrik gərfinliyi	Volt	V	(1V) : (IA)
Elektrik tutumu	Farad	F	(1K) : (1V)
Elektrik müqaviməti	Om	Om	(1V):(1A)
Xüsusi elektrik müqaviməti	Om-metr	Om.m	(1om)·(1m ²):(1m)
Elektrik keçiriciliyi	Simens	Sim	(1A):(1B)
Maqnit seli	Veber	Vb	(1V):(1san)
Maqnit induksiyası	Tesla	Tl	(1Vb):(1m ²)
Maqnit hərəkət qüvvəsi, maqnit potensiallar fərqi	Amper	A	(IA)
Maqnit sahəsinin intensivliyi	Amper bölünsün	A/m	(1A):(1m)
İnduktivlik, qarşılıqlı induksiya	metr		
Maqnitləşmə	Henri	Hn	(1Bb):(1A)
Elektrik enerjisi	Amper bölüşün metr	A m	(1A):(1m)
Elektrik dövrəsinin aktiv gücü	Coul	C	(1N):(1m)
Elektrik dövrəsinin reaktiv gücü	Vatt	Bm	(1C):(1san)
Elektrik dövrəsinin tam gücü	Volt-Amper reakti	Var	(1B)·(1A)
Elektrik dövrəsinin tam gücü	Volt-Amper	B A	(1B)·(1A)
Elektrik rəqslərinin tezliyi	Hers	He	1:(1san)

Cədvəl 38.

Müxtəlif ölçü vahidlərinin müqayisəsi
E n e r j i

Vahidin adı	kQ.m	C	kVt.saət	kkal
1 kiloqrammetr (kQm)	1		$2,72 \cdot 10^{-6}$	$2,34 \cdot 10^{-3}$
1 Coul (C)	0,102	9,81	$0,278 \cdot 10^{-6}$	$2,39 \cdot 10^{-4}$
1 kilovat-saat(kVt·saət)	$3,67 \cdot 10^5$	1	1	860
1 kilokalori(kkal)	427	$3,6 \cdot 10^6$	$1,63 \cdot 10^{-3}$	1
		$4,91 \cdot 10^3$		

Cədvəl 39

Kəmiyyət	Ölçü vahidi	Ölçü vahidinin qısa işarəsi	Vahidin ölçüsü
1	2	3	4

Sahə	Kvadrat metr	m^2	(1m).(1m)
Həcm	Kub metr	m^3	(1m).(1m).(1m)
Tezlik	Herc	Hs	1:(1san)
Xətti sürə	Metr bölünsün	m/san	(1m):(1san)
Bucaq sürəti	saniyə	rad/san	1rad):(1san)
	Radian bölünsün		
Xətti təcil			
	Metr bölünsün	m/san^3	
Bucaq təcili	saniyə kvadratı		(1rad/san):1san
	Radian bölünsün		
Qüvvə	saniyə kvadratı	rad/san ²	
	Nyuton	N	(1rad/san):1san
Təzyiq (mexaniki gərginlik)	Nyuton bölünsün		(1kQ).(1m/san ²)
	kvadrat metr	N/m^2	
Sıxlıq (həcmi kütə)	Kiloqram		(1N):(1m ²)
	bölünsün kub	kQ/m^3	
	metr		(1kQ):1m ³
İş,enerji,istilik miqdarı			(1N):(m)
		C	
Güc	Coul	Vm	(1C):(1san)
	Vatt		(1C):(1san)
Xüsusi çəki	Nyuton	N/m^3	
	bölünsün kubmetr		(1N):(1m ²)
Ətalət momenti			
	Kiloqram	kQm^2	
	vurulsun		(1kI). (1m ²)
	Kvadrat metr		
Dinamik özülülük			
	Nyuton saniyə	$N.san./m^2$	
	bölünsün kvadrat		(1N.).(1san):(1m)
	metr		
		M^2/san	
Kinematik özülülük			
	Kvadrat metr		(1m ³):(1san)
	bölünsün saniyə		

ƏDƏBİYYAT

1. P.Rüstəməzadə. Elektrik stansiyalarının elektriki hissəsi. Bakı, Maarif, 1966.
2. А.А.Васильев, Н.П. Крючков, Е.Ф.Наяшкова, М.Н.Околович. Электрическая часть станций и подстанций. М., Энергоатомиздат. 1990.
3. Ю.Б.Гук, В.В.Контан, С.С.Петрова. Проектирование электрической части станций и подстанций. Ленинград. Энергоатомиздат. 1985.
4. Ə.C.Bədəlov. Elektrik sistemləri və şəbəkələri. Bakı. Azərbaycan Dövlət neft Akademiyasının mətbəəsi. 1995.
5. А.А. Федоров , Л.Е. Старкова. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. М., Энергоиздат. 1087.
6. E.H.Suleymanlı. Elektrik sistemlərində keçid prosesləri. Bakı. Maarif. 2008.
7. S.Z.Məmmədov, S.M. Gözəlov. Kurs işlərinin və diplom layihələrinin yerinə yetirilməsinə dair metodiki vəsait. Gəncə. ADAU-nun mətbəəsi.2010.
8. S.Z. Məmmədov., N.Ə.Babayev. Kənd təsərrüfatının elektrik təchizatı. Gəncə. Araz poliqrafiya müəssisəsi. 2012.
9. S.Z.Məmmədov, N.Ə.Babayev. Alternativ enerji mənbələri. Gəncə. Araz poliqrafiya müəssisəsi. 2012.
10. Под редакцией Д.Л.Файбисовича. Справочник по проектированию электрических систем. М., ЭНАС. 2009.
11. Правила устройства электроустановок. 7-ое изд. Издательство НЦЭНАС. 2002.
12. В.М,Блок. Г.К. Обушев и др. Пособие к дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей вузов. М., Высшая школа. 1990.

13. B.Y.Lipkin. Sənaye müəssisələri və qurğularının elektrik təchizatı. Bakı, Maarif. 1985.
14. Прохорский А.А. Электрические станции и подстанции.-М.: Транспорт, 1983.
15. Федоров А.А. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию.-М.: Энергоатомиздат, 1987.
16. Фоков К.И. Выбор проектных решений при разработке подстанций 10 – 500 кВ. Учебное пособие. -Хабаровск, изд-во ДВГУПС, 2001.
17. Бей Ю.П. Тяговые подстанции.-М.: Транспорт, 1987.
18. Пронтарский А.Ф. Системы и устройства электроснабжения.-М.: Транспорт, 1984.
19. Васильев А.А. Электрическая часть станций и подстанций. -М: Энерго-атомиздат, 1990.
20. Справочник по проектированию электроснабжения. Под ред. Барабина Ю.Г. и др. -М.: Энергоатомиздат, 1990.
21. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Энергоатомиздат, 1986. – 640 с.
22. Крючков И.П., Кувшинский Н.Н., Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. 3-е изд.– М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
23. Электрическая часть электростанций / под ред. С.В. Усова. –Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 616 с.

Giriş

I FƏSİL. ENERGETİK SİSTEM. ELEKTRİK STANSİYALARI

Elektrik enerji tələbəcilləri

Elektrik enerji tələbəcillərinin yük rejimləri

Elektrik enerjisinin keyfiyyətinə olan tələblər

Elektrik təchizatının etibarlılığına olan tələblər

Elektrik stansiyalarının tipləri və xarakteristikaları.

Kondensasiyalı elektrik stansiyası

Su elektrik stansiyaları.

Su akkumulyasiyalı elektrik stansiyaları

Atom elektrik stansiyası.

Elektrik stansiyaları, yarımstansiyaları və sistemin

yük qrafiklərinin qurulma üsulları

İllik yük qrafiki

Davamiyyət müddətinə görə illik yük qrafiki

Aylardakı maksimum yüklərə nəzərən illik yük qrafiki

Sistemdə tezliyin saxlanması üsulları haqqında anlayış

II FƏSİL. GENERATORLAR

Ümumi məlumat

Sinxron generatorların təsirləndirmə sistemi

Bilavasitə təsirlənmə sistemi

Dolayı təsirlənmə sistemi

Təsirləndirmənin tənzi

Generatorların soyudulma sistemləri

Generatorların açıq tsikl üzrə soyudulması

Generatorların qapalı tsikl üzrə soyudulması

Turbogeneratorun xarici üsul üzrə hidrogenlə

soyudulması

Sinxron generatorların paralel işləməsi

Sinxron generatorların paralel işləmə şərtləri

Sinxron generatorların paralel işə qoşulma üsulları

Generatorun sinxronizmə girmə şərtləri

III FƏSİL. YÜKSƏLDİCİ YARIMSTANSİYALAR

Transformatorların elementlərinin konstruksiyaları

Transformatorun soyudulma üsulları

Transformatorlarda transformasiya əmsalının dəyişdirilməsi üçün qurğu

Transformatorların yüklənmə və artıq yüklənmə qabiliyyəti

Buraxıla bilən qızma temperaturu

Transformatorların qənaətli iş rejimləri

Güc transformatorlarında güc və enerji itkiləri

Şin və kabellərin normal rejimi şərtinə görə en kəsilişlərinin seçilməsi

Şin və kabellərin uzun müddət buraxıla bilən yük cərəyanına görə en kəsilişlərinin seçilməsi

Cərəyan sıxlığına görə kabel və şinlərin iqtisadi cəhətdən əlverişli en kəsilişlərinin seçilməsi

Kabelin gərginliyə görə seçilməsi

Reaktorlarda güc və enerji itkiləri

Reaktorların vəzifələri

IV FİSİL. ELEKTRİK STANSİYALARININ XÜSUSİ EHTİYAC GÜCÜ

Ümumi məlumat

Enerjinin işlədicilərə verilməsində enerji və güc

itkisinin və stansiyanın xüsusi ehtiyacının təmini

Yüklərin stansiyalar arasında qənaətli paylanması haqqında anlayış

Sistemdə ehtiyat güc

Elektrik sisteminin işini xarakterizə edən əmsallar və kəmiyyətlərə

Enerji sistemləri haqqında ümumi məlumat

V FƏSİL. PAYLAYICI QURĞULARIN ELEKTRİK SXEMLƏRİ

Bir sistem şinli paylayıcı qurğular

İki sistem şinli paylayıcı qurğular

Paylayıcı qurğuların sadələşdirilmiş sxemləri

VI FƏSİL. ELEKTRİK KONTAKTLARI

Elektrik kontaktların konstruktiv quruluşları

Kontaktların müqaviməti

Uzun müddətli yüklə kontaktların qızması

Qısaqapanma zamanı kontaktların dayanıqlığı

Elektrik aparatlarında işə buraxma və dayanmalar

zamanı baş verən proseslər

Elektrik dövrəsinin şəbəkədən açılması

Sabit cərəyan qövsü

VII FƏSİL. QISAQAPANMA ZAMANI ƏMƏLƏ

GƏLƏN ELEKTRODİNAMİKİ QÜVVƏLƏR

Elektrodinamik qüvvələrin təyin üsulları

Kommutasiya aparatların yüksək gərginlik açarlari.

Ümumi məlumat.

VIII FƏSİL. ELEQAZ AÇARLARININ

İSTİSMARI VƏ TƏHLÜKƏSİZLİYİ

Açarın açılması və qoşulması

Eleqazın təzyiqi və ona nəzarət.

Açarın işinin bloklanması

Mexaniki qoşma bloklanması

Acılmaların yol verilən sayı

3APİ Fİ güc açarının mümkün nasazlıqları və onların

aradan qaldırılması tədbirləri.

Texniki xidmət və nəzarət üzrə yerinə yetirilən işlər.

Texniki xidmət işlərini yerinə yetirərkən təhlükəsizlik

texnikası tədbirləri.

Texniki xidmət planına uyğun görülən tədbirlər.

330kv gərginlikli 3aq2ei tipli eleqaz açarlarının

xarakteristikaları, quruluşu və istismar qaydaları

Açarın texniki karakteristikaları

İntiqalın hidrosisteminin işləmə prinsipi

Hidravlik akkumulyator və onun işləmə prinsipi

İdarəetmə bloku

Eleqaz açarının istismara buraxılması zamanı nəzarət
sınaqları

Qazın rütubətliyinin ölçülməsi .

Açarın istismar qaydaları

Texniki xidmət üzrə ümumi göstərişlər.

Yüksək gərginlikli eleqaz güc açarlarının ultizasiyası

Daxili quruluş ayırıcıların konstruksiyaları

Xarici quruluş ayırıcılarının konstruksiyaları

Ayırıcıların intiqalları

IX FƏSİL. ÖLÇÜ TRANSFORMATORLARI

Ölçü transformatorlarının vəzifələr

Cərəyan transformatorlarının iş prinsipi

Gərginlik transformatorları

Gərginlik transformatorlarının iş prinsipi və xətası

Gərginlik transformatorlarının konstruksiyaları

X FƏSİL. QISAQAPANMA CƏRƏYANININ

HESABLANMASI

Ümumi məlumat

XI FƏSİL. Paylayıcı qurğuların yüksək gərginlikli elektrik aparatlarının seçilməsi

Ayırıcılar, aralayıcıların və qısa
qapayıcıların seçilməsi

Cərəyan transformatorlarının seçilməsi

Gərginlik transformatorlarının seçilməsi

Qoruyucuların seçilməsi

Yük açarlarının seçilməsi

Elektrik veriliş xətlərinin ekoloji təsiri

XII FƏSİL. ELEKTRİK QURĞULARININ

İSTİSMARINDA

TƏHLÜKƏSİZLİK

Ümumi məlumat

Ümumi tələblər

Personala verilən tələblər

Operativ xidmət və işlərin icrası. Operativ xidmət
İşlərin icrası
Təşkilatı tədbirlər
Ümumi tələblər
İşlərin təhlükəsiz icra olunması üçün məsuliyyət
daşıyan şəxslər, onların hüquq və vəzifələri
Naryad və sərəncam verilməsi
Qısamüddətli və təcili işlər
Briqadanın tərkibi
İşə buraxmaq və iş yerini hazırlamaq üçün icazənin
verilməsi
İş yerinin hazırlanması və işə buraxma
İşin icrasına nəzarət
Digər iş yerinə keçirmə
İşin qurtarmasının və işdəki fasilələrin qeyd olunması
(rəsmiləşdirilməsi)
İşlər tam qurtarandan sonra elektrik qurğusunun
qoşulması
Elektrik stansiyaları və yarımstansiyalarının elektrik
qurğularında, kabel xətlərində işlərin icrası zamanı
təşkilatı tədbirlər.
Bir neçə iş yerində, birləşmələrdə və
yarımstansiyalarda bir naryad üzrə aparılan işlər. İş
rəhbərinin təyini
Hava xətləri (HX), kabel xətləri (KX) və Dispedçer
texnoloji idarəetmə vasitələri (DTİV) sahəsi olan
paylayıcı quruluşlarda (PQ) işlərin aparılması.
İşlərin sərəncamla aparılması
Texniki tədbirlər
Texniki tədbirlər, açılmalar
Təhlükəsizlik lövhələrinin asılması, iş yerinin
çəpərlənməsi
Gərginliyin olmamasının yoxlanması
Torpaqlamaların qoyulması

Elektrik stansiyası və yarımstansiyalarının elektrik qurğularında torpaqlamalarının qoyulması
Elektrik sahəsinin təsiri zonasındakı açıq paylaşımcı qurğuda (APQ) və HX-də aparılan işlər
Akkumulyator batareyaları
Ezamiyyətdəki heyətin işi
Elektrik sayğaclarında Enerjinəzarət müəssisəsi heyətinin apardığı işlər
Elektrik stansiyaları və yarımstansiyalarının elektrik qurğularında işlərə buraxılış
Elektrik ötürücü xətlərin qoruq zonasındakı işlərə buraxılış

XIII FƏSİL. GƏLƏCƏYİN ELEKTRİK ENERJİ MƏNBƏLƏRİ.

YENİ ENERJİ MƏNBƏLƏRİNİN İNKİŞAF İSTİQAMƏTLƏRİ

Alternativ enerji mənbələri və onlardan istifadənin istiqamətləri

Alternativ enerji mənbələrinin sinifləşdirilməsi

Alternativ enerji mənbələrinin texniki iqtisadi göstəricilərinin hesabat metodikası

Alternativ enerji mənbələrinin ekoloji göstəricilərə görə qiymətləndirilməsi

Dağ çayları sularının enerjisi

Azərbaycanın dağ çaylarının təsnifatı

Su kanalının hidroenergetik hesabı

Kiçik güclü hes-ların layihələrinin təhlili

Hidroturbinlərin iş rejimləri və onlara nəzarət qaydaları

Dağ çaylarının konstruktiv və texniki göstəricilərinin təyin edilməsi

Bəndlərin yaratdığı su hövzələrinin potensial enerjisinin təyini

Dağ çaylarının suyunun enerjisindən istifadə sxemləri
və hidroenergetik hesabı

Dağ çaylarının hidroenergetik hesabı

Dağ çaylarının sel sularının sərfinin tənzimlənməsi ilə
onun enerjisindən istifadə texnologiyası

Torpaq sədlərinin (bəndlərinin) su buraxma qurğuları

Hidro stansiya binaları və onların təyinatı

XIV FƏSİL. KÜLƏK ENERJISİNDƏN

İSTİFADƏNİN SƏMƏRƏLİLİYİ

Azərbaycanın alternativ külək enerji potensialı

Külək enerji mənbələri. külək mühərrikləri və onların
gücünün təyin edilməsi

Külək elektrik stansiyaları. akkumulyator

bataryalarını oldurmaq üçün istifadə olunan külək
enerji qurğuları

XV FƏSİL. AZƏRBAYCANDA GÜNƏŞ

ENERJISİNDƏN İSTİFADƏ İMKANLARI

Paralel işlədiləcək enerji mənbələrinin iş prinsipi

Əlavələr

Ədəbiyyat