

İSTİLİK ELEKTRİK STANSİYALARININ SİNHRON VƏ ASİNHRONLAŞDIRILMIŞ TURBOGENERATORLARINDA NASOS VƏ VENTİLYATOR QURĞULARININ ÖTÜRÜCÜ İŞ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

ÜLKƏR İZZƏT QIZI AŞUROVA

*Mingəçevir Dövlət Universiteti,
AZ4500, Mingəçevir, Dilarə Əliyeva küç. 21
ulker_ashurova@mail.ru*

Bir çox enerji sistemində elektrik şəbəkələrində yüksək gərginlik səviyyəsini azaltmaq ehtiyacı problemi var. Gərginlik səviyyəsinin artması bir sıra səbəblərlə bağlıdır: gün və mövsüm ərzində qeyri-bərabər yük qrafiki, yüngül yüklənmiş yüksək gərginlikli elektrik xətlərinin olması, elektrik şəbəkələrində reaktiv gücün kompensasiyasının qeyri-kafi dərəcəsi. Bu şərtlərdə mövcud enerji kompleksinin maksimum səmərəliliyi ilə işləməsi üçün onun işini optimallaşdırmaq lazımdır. İstilik elektrik stansiyalarının enerji sisteminin strukturunda həm müxtəlif parametrlərə malik yüklərin ən böyük növünü buraxan obyektlərin, həm də bu yüklərin tez-tez dəyişdiyi (gündə bir neçə dəfə) obyektlərin olması faktına əsaslanaraq, daha sonra optimallaşdırılması onların işinin qısamüddətli rejimləri elektrik enerjisi sisteminin kompleks optimallaşdırılmasının ən mühüm və mürəkkəb mərhələlərindən biridir [1].

Açar sözlər: Sinxron və asinxronlaşdırılmış turbogeneratorlar (STG, ASTG), İstilik elektrik stansiyalarında yüklərin paylanması və optimallaşması, nasos və ventilyator qurğularının rejim xüsusiyyətləri.

UOT: 621.311

Bu problem təkcə elektrik birləşmələri və uzadılmış elektrik xətləri olan enerji sistemləri üçün deyil, həm də inkişaf etmiş hava və kabel elektrik şəbəkələri ilə bir-birinə və istehlakçılara bağlı olan çoxlu sayda əsasən istilik elektrik stansiyaları ilə xarakterizə olunan böyük konsentrasiya edilmiş enerji sistemləri üçün həll edilməlidir. Bu cür sistemlər yerə və elektrik xətlərinin fazaları arasında əhəmiyyətli bir ümumi tutuma malikdir. Transformatorlarda və avtotransformatorlarda, manevr reaktorlarında, aşırımölçənlərdə və digər növ avadanlıqlarda icazə verilən gərginlikdən artıq gərginliyin uzun müddət artması bu avadanlığın xidmət müddətinin kəskin azalmasına və qəzaların artmasına gətirib çıxarır, həmçinin etibarlılığını azaldır.

Magistral şəbəkələrdə gərginliyin tənzimlənməsi (reaktiv güc) aşağıdakılar tərəfindən həyata keçirilir:

- elektrik stansiyalarında sinxron generatorların (STG) avtomatik həyəcan tənzimləyiciləri;
- yarımstansiyalarda sinxron və statik tiristor kompensatorları;
- manevr reaktorları (MR), yük altında gərginlik tənzimlənməsi olan transformatorlar, statik kondensatorların bankları.

Gərginliyi azaltmaq üçün hətta həddindən artıq tədbirlərdən istifadə olunur, məsələn, magistrallıq elektrik xətlərinin bağlanması enerji sistemlərinin etibarlılığını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır və buna görə də elektrik şəbəkələrində gərginlik səviyyəsinin normallaşdırılması vasitəsi kimi tövsiyə edilə bilməz. Bundan əlavə, bir çox hallarda bu tədbir kifayət qədər effekt vermir.

Sinxron turbo və hidrogeneratorlar müəyyən hədlər daxilində reaktiv gücü tənzimləməyə qadirdir, lakin bu hədlər məhduddur. Elektrik stansiyalarının turbin generatorlarının reaktiv gücün istehlakı rejiminə keçirilməsi enerji sistemlərinin etibarlılığını aşağı salır və statorların son zonalının həddindən artıq istiləşməsi və məhv olması səbəbindən elektrik stansiyalarının tur-

bogeneratorları üçün təhlükəli iş şəraiti yaradır. Beləliklə, enerji sistemlərində yalnız ənənəvi sinxron turbogeneratorlardan istifadə edildikdə, enerji sistemlərinin elektrik şəbəkələrində gərginlik səviyyələrinin normallaşdırılması və tənzimlənməsi problemi əsaslı şəkildə həll edilə bilməz. Şəbəkələrdə əlavə olaraq reaktiv gücün idarə edən qurğuların (statik və ya elektrik maşınların) quraşdırılması, ya da reaktiv gücün çıxış və dərin istehlak rejimlərində sabit işləyə bilən STG istisna olmaqla, elektrik stansiyalarında xüsusi turbogeneratorlardan istifadə etmək lazımdır. İstilik elektrik stansiyalarında quraşdırılmış turbogeneratorların ümumi gücü 150 GVt (təxminən 1200 maşın) təşkil edir, halbuki turbogeneratorların təxminən 55%-i praktiki olaraq standartlarla müəyyən edilmiş minimum xidmət müddətini (25-30 il) işləyib. Sənaye istehsalının həcmi və bununla əlaqədar gözlənilən elektrik yüklərinin artımı cəhətdən köhnəlmiş avadanlığın dəyişdirilməsi üçün təcili tədbirlər tələb edir. Dəyişdirərkən generator tikintisində irəliləyişləri nəzərə almaq və avadanlığı tətbiq etmək lazımdır. Bura, xüsusən, texniki imkanlarına görə çoxməqsədli tətbiqə imkan verən asinxronlaşdırılmış turbogeneratorlar (ASTG) daxildir. İstilik elektrik stansiyalarında sinxron turbogeneratorlarla bəzə istismarda ASTG-dən istifadə nəzəriyyəsinə və təcrübəsinə daha da inkişaf etdirməkdir.

Konkret olaraq işdə aşağıdakı əsas vəzifələr həll olunur:

1. Elektrik stansiyasının elektrik dövrəsinin riyazi modelinin, ASTG və STG-nin paralel fəaliyyətində dayanıqlı və keçici proseslərin öyrənilməsi üçün alqoritmlərin və kompüter proqramının işlənilməsi hazırlanması.

2. ASTG və STG elektrik stansiyasında bəzə fəaliyyət göstərən dayanıqlı və fəvqəladə rejimlərin, dinamik dayanıqlığın və keçici proseslərin keyfiyyətinin təhlili.

3. Həyəcan sisteminin strukturu, idarəetmə sisteminin alqoritmləri və parametrləri üzrə tövsiyələrin işlənib hazırlanması, istilik elektrik stansiyalarında ASTG-nin iş rejimlərinin saxlanılması üçün tövsiyələr.

Qarşıya qoyulmuş vəzifələri həll etmək üçün aşağıdakılardan istifadə edilmişdir: elektromexaniki keçid nəzəriyyəsi, elektrik enerjisi sistemlərində keçici və sabit proseslərin təhlili üçün analitik üsullar, riyazi və fiziki modelləşdirmə üsulları, PC-də proqramlaşdırma nəzəriyyəsi və təcrübəsi, rəqəmsal sistemlərdə eksperimental tədqiqatlar və elektrodinamik modellər, dəzğah və tam miqyaslı testlər.

ASTG-nin universal riyazi modeli, alqoritmlər və proqram təminatı işlənib hazırlanmışdır ki, bunlar aşağıdakılarla fərqlənir:

- həyəcanlandırma və idarəetmə sistemlərinin müxtəlif strukturları olan generatorun dayanıqlı və keçici proseslərinin hesablamalarının aparılmasının mümkünlüyü;
- verilmiş səviyyədə həyəcan cərəyanlarının məhdudiyətlərinin nəzərə alınması;
- rotor sarımlarının (dolaq sarğı) elektromaqnit parametrlərinin dəyişdirilməsi imkanı;
- son modeldə lazımı sayda ASTG modelinə malik olmağa imkan verən tam blok strukturu;
- adi asinxronlaşdırılmış rejimdən ehtiyata və əksinə keçidləri həyata keçirməyə imkan verən idarəetmə sisteminin və kommutasiya qurğularının olması.

Tərkibində STQ və ASTG, transformatorlar və avtotransformatorlar, yerli yük və digər avadanlıqlar olan elektrik stansiyasının elektrik dövrəsinin riyazi modeli işlənib hazırlanmışdır. Alqoritmlər və proqram təminatı STG və ASTG-nin sabit və keçici rejimlərdə paralel işləməsinə tədqiq etməyə imkan verir.

1. ASTG universal riyazi modeli, o cümlədən generatorun amortizator sxemlərinin tənlikləri və idarəetmənin alqoritmləri və parametrlərinin dəyişməsi ilə həyəcan sisteminin müxtəlif strukturları ilə generatorun statik və dinamik rejimlərini hesablamağa imkan verən proqram təminatı.

2. Müxtəlif gərginlik sinifli istilikdaşıyıcılara, transformatorlara və avtotransformatorlara, yerli yüklənməyə və digər avadanlıqlara qoşulmuş, paralel qoşulmuş STG və ASTG turbogenerator qruplarından ibarət elektrik stansiyasının elektrik dövrəsinin riyazi modeli. Belə bir elektrik stansiyasının iş rejimləri üzrə tədqiqatların aparılması üçün alqoritmlər və proqram təminatı. Belə elektrik stansiyası modellərinin qurulması metodologiyası.

3. STG ilə birlikdə işləyərəkən generatorun işinin etibarlılığını artırmağa və elektromexaniki keçidlərin keyfiyyətini yaxşılaşdırmağa imkan verən ASTG həyəcanlandırma və idarəetmə sisteminin strukturu və idarəetmə alqoritmləri.

4. Real elektrik stansiyasında STG ilə işləyərəkən ASTG-nin dayanıqlı və keçici proseslərinin hesablamalarının nəticələrinə əsasən ASTG rejimlərinin saxlanması üçün tövsiyələr.

Eyni gücə malik sinxron maşınla müqayisədə ASTG-nin daha yüksək qiymətinə baxmayaraq, onun içindəki əlavə xərclər daha səmərəlidir və elektrik stansiyasının şinlərinə qoşulmuş əlavə keçid reaktorunun xərclərindən daha tez ödəyir. ASTG-dən istifadənin

texniki və iqtisadi effekti əsasən sistemli xarakter daşıyır və onları işlətməli olan ayrı-ayrı elektrik stansiyalarının kommersiya maraqlarından kənara çıxır.

Müasir iqtisadi şəraitdə bu vəziyyət asinxronlaşdırılmış turbogeneratorların tətbiqinə mane olur. Bu amilin mənfi təsirini aradan qaldırmaq üçün elektrik stansiyaları və enerji sistemləri arasında asinxronlaşdırılmış turbogeneratorların istifadəsindən effektin paylanması prinsipi və mexanizmi məsələsini həll etmək lazımdır [2]. ASTG-nin tətbiqi onlarla paralel işləyən sinxron maşınların az həyəcanlanma rejimlərini istisna etməyə və bununla da onların etibarlılığını və dayanıqlığını artırmağa imkan verir. Bu vəziyyət, elektrik stansiyalarının özlərinin ASTG-dən istifadədə bilavasitə texniki və iqtisadi marağı ilə bağlı ola bilər ki, bu da fəvqəladə avtomatika işə salındıqdan sonra enerji bloklarının yenidən işə salınma sayının azalması nəticəsində mümkün yanacağa qənaətlə dəstəklənir. ASTG-nin sağ qalma qabiliyyətini qiymətləndirmək üçün həyəcanlandırma və idarəetmə sistemlərində qəzalar zamanı keçici proseslər təhlil edilmişdir. Göstərilmişdir ki, bir sıra hallarda keçici proseslər uzanan xarakter daşıyır və rejim parametrlərində əhəmiyyətli dəyişikliklər, stator cərəyanının yüksəlməsi, hətta rotorun dirsəkləri və sinxronizmin itirilməsi ilə müşayiət olunur. Bu mənfi amilləri aradan qaldırmaq üçün ASTG idarəetmə sisteminin alqoritmlərinin optimallaşdırılması aparılmışdır.

Elektrik stansiyasının işlənmiş riyazi modeli və proqram təminatı aşağıdakılara imkan verir:

- ilkin stabil vəziyyəti hesablamağa;
- müxtəlif növ pozğunluqlar üçün dinamik dayanıqlığın hesablamalarını aparmaq (yükləmə/yükləmə; stansiya avtobuslarında, yerli yükün qoşulma nöqtələrində qısaqapanma);
- həyəcanlandırma və idarəetmə sistemlərində qəzalar zamanı generatorun (generatorların) işini qiymətləndirmək;
- ASTG-nin strukturunda əllə və ya avtomatik dəyişikliklərin aparılması;
- ASTG tənzimləyicisinin asinxron idarəetmə prinsipindən sinxron idarəetmə prinsipinə və əksinə əl-ə və ya avtomatik keçidini həyata keçirir.

Tərkibində ASTG olan elektrik stansiyasının sabit iş rejimləri nəzərdən keçirilir [2].

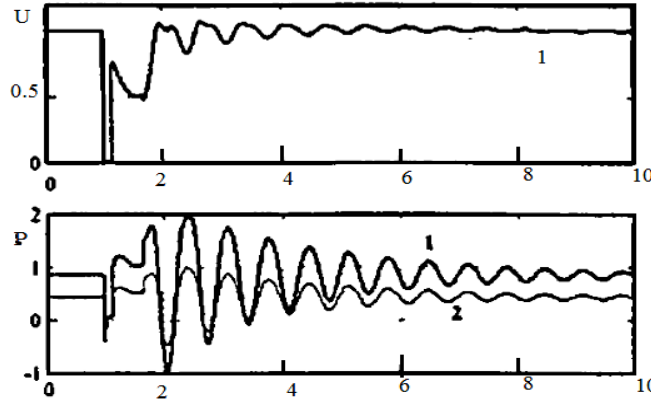
Stabil vəziyyət rejimlərinin hesablamaları aşağıdakıları müəyyən etməyə imkan verdi:

- ASTG-nin xarakterik iş rejimləri;
- paralel işləyən STQ-lərə reaktiv enerji istehlakı rejimlərinin təsiri;
- reaktiv gücün dərin istehlakı rejimlərində ASTG əməliyyatı zamanı köməkçi istilikdaşıyıcılarında gərginlik səviyyələri.

ASTG az həyəcan rejimlərində işləyərəkən (reaktiv enerji istehlakı), köməkçi istilikdaşıyıcılarında aşağı gərginlik səviyyələri müşahidə olunur, lakin onlar köməkçi transformatorun yük altındakı kran dəyişdiricisinin müvafiq tənzimlənməsi ilə məqbul hədlərdə olur. Buna görə də, köməkçi avadanlığın normal işləməsi üçün transformatorun yük altında kran dəyişdiricisinin avtomatik idarə edilməsi tövsiyə olunur. Stabil vəziyyət rejimlərinin hesablamaları enerji sistemindəki pozulmalar (tökülmə/yük artımı, qısaqapanma və s.) və

həyəcanlandırma sistemində baş verən qəzalar nəticəsində yaranan keçici proseslərin öyrənilməsində generatorların ilkin rejimlərini təyin etməyə imkan verdi. Sinxron turbogeneratorlarla paralel işləyərək ASTG, daha çox reaktiv gücün çıxışı olan zonaya ötürülməsi, həmçinin stansiya istilikdaşıyıcılarında gərginliyin da-

ha sürətli bərpası hesabına STG-nin dinamik dayanıqlığının hədlərinin artırılmasını təmin edir [1]. Göründüyü kimi, paralel işləyən STG-nin salınımlarının sönülməsinə kömək edir, keçici proses isə daha kiçik Salınım amplitudası ilə baş verir və daha tez başa çatır (şəkil 1).



Şəkil 1. Üç fazlı qısaqapanma stansiya istilikdaşıyıcıları (marşurutları) [1]. U - stansiya istilikdaşıyıcılarında gərginlik; P - aktiv güc;

Şəkildən göründüyü kimi, adi ASG rejimindən və bir ox boyunca həyəcanlı rejimlərə keçid qadağandır, çünki uğurlu keçidin mümkünlüyü bir çox amillərdən asılıdır: generatorun ilkin iş rejimi baxımından aktiv və reaktiv gücün və sarğılardan hansının işlək vəziyyətdə qalması. Nəticədə həm stabil, həm də qeyri-sabit rejimə keçid mümkündür (rotorun əyilməsi, həyəcanla asinxron işləmə). Buna görə də, ilkin rejimdən həyəcanlandırma kanallarından birində hər hansı qəza (uğursuzluq) baş verdikdə, generator qeyd-şərtsiz asinxron rejimə (AG) keçir. Bundan əlavə, nasazlığın səbəbini müəyyən etdikdən sonra heyət (asinxron rejimdə generator qeyri-müəyyən müddətə işləyə bilər) generatoru həyəcan sarğılarından birində həyəcanla iş rejiminə və həyəcanlandırma ilə normal rejimə (nasazlıqların aradan qaldırılmasından sonra) keçirə bilər. (Tiristor çeviricilərində cərəyanın dəyişdirilməsi zamanı körpülərin dəyişdirilməsi anında həyəcan sistemində daxili qısaqapanmanın aradan qaldırılması körpülərin ayrıca idarəetmə sistemi ilə həyata keçirilir ki, bu da problemsiz geri dönüşün yüksək etibarlılığını və minimum ölü vaxtı təmin etməlidir. Kompüter stendində aparılan tədqiqatlar ASTG-nin reaktiv gücün həm çıxış, həm də istehlak rejimlərində yüksək dinamik sabitlik səviyyəsini saxladığı maksimum icazə verilən vaxtı müəyyən etməyə imkan verdi. Transformatorların, avtotransformatorların, sinxron kompensatorların mövcudluğu nəzərə alınmaqla, müxtəlif gərginlikli (220 kV, 500 kV) istilikdaşıyıcıya qoşulmuş generator blokları (STG və ASTG) olan elektrik stansiyasının elektrik dövrəsinin modeli hazırlanmışdır:

- Model sinxron və asinxronlaşdırılmış turbogeneratorların paralel işləməsi zamanı baş verən prosesləri əlaqələrin həqiqi elektrik dövrəsinə ən tam əks etdirən ekvivalent sxemə uyğun öyrənməyə imkan verir;

- Həyəcan sarğılarının asimmetrik (ümumiyyətlə) strukturuna malik, rotor massivinin üç dövrəli ekvivalent sxemi və amortizatorun sarğısı olan ASTG modeli istənilən növ ASTG-ni öyrənməyə imkan verir;

- Asinxron rejimə operativ və fəvqəladə keçidlərin və asinxron rejimdən həyəcanlı rejimlərə tərs keçidin şərtlərini tədqiq etməyə imkan verən bloklar təqdim edilmişdir. ASTG-nin sinxron idarəetmə prinsipinə keçidlə bir ox boyunca həyəcanla işləməsi, həmçinin iki ox boyunca həyəcanla işləmə və sinxron idarəetmə prinsipi təmin edilir. Turbin modeli ixtiyari qrafikə uyğun olaraq turbinin boşaldılmasına imkan verir;

- Hazırlanmış metodologiya əsasında elektrik stansiyasının blok modeli standart blokları artırmaqla mürəkkəbləşdirilə bilər və ya əksinə, sadələşdirilə bilər ki, bu da demək olar ki, istənilən real elektrik stansiyasının modelini tez bir zamanda yaratmağa imkan verir;

- Elektrik stansiyasının işləyib hazırlanmış riyazi modeli və proqram təminatı aşağıdakılara imkan verir: ilkin sabit vəziyyət rejimlərinin hesablamalarını aparmaq; müxtəlif növ pozğunluqlar üçün dinamik dayanıqlığın hesablamalarını aparmaq (yükləmə/yükləmə; stansiya istilikdaşıyıcılarında, yerli yükün qoşulma nöqtələrində qısaqapanma); həyəcanlandırma və idarəetmə sistemlərində qəzalar zamanı generatorun (generatorların) işini qiymətləndirmək; ASTG-nin strukturunda əllə və ya avtomatik dəyişikliklərin aparılması; ASTG tənzimləyicisinin asinxron idarəetmə prinsipindən sinxron idarəetmə prinsipinə və əksinə əllə və ya avtomatik keçidini həyata keçirməsi;

- Elektrik stansiyalarında aktiv yükün azalması və gərginlik səviyyəsinin artması müşahidə edildikdə, gecə saatlarında asinxron rejimindən istifadə etmək tövsiyə olunur. ASTG-nin asinxron rejimdə işləməsi həyəcanlandırma sistemində profilaktik baxım aparmağa, həmçinin onun xidmət müddətini artırmağa imkan verir;

- ASTG az həyəcan rejimlərində işlədikdə (reaktiv enerji istehlakı), köməkçi istilikdaşıyıcılarında gərginlik adətən azalır. Buna görə də, köməkçi avadanlığın normal işləməsi üçün transformatorun yük altında kran dəyişdiricisinin avtomatik idarə edilməsindən istifadə

etmək tövsiyə olunur. Paralel işləyən sinxron və asinxronlaşdırılmış turbogeneratorlarla elektrik stansiyasının dinamik dayanıqlığının aparılmış tədqiqatları göstərmişdir ki, asinxronlaşdırılmış turbogenerator həm çıxış rejimlərində, həm də reaktivin dərin istehlakı rejimlərində dinamik gücü sabitdir. Sinxron turbogeneratorlarla paralel işləyərəkən ASTG, daha çox reaktiv gücün çıxışı olan zonaya ötürülməsi, həmçinin stansiya istilikdaşıyıcılarında gərginliyin daha sürətli bərpası hesabına STG-nin dinamik dayanıqlığının hədlərinin artırılmasını təmin edir;

- ASTG-nin normal iş rejimindən ehtiyata və əksinə keçidi üçün təklif olunan alqoritmlər keçidlərin keyfiyyətini yaxşılaşdırmağa, həmçinin generatorun etibarlılığını artırmağa imkan verdi. Fövqəladə iş rejimlərinin həyəcan tənzimləyicisinin inkişafı və elektrik stansiyalarında sinxron və asinxronlaşdırılmış turbogeneratorlar üçün mikroprosessor əsaslı həyəcan tənzimləyicilərinin qurulması üçün kompüter stendi hazırlanmışdır. Asinxronlaşdırılmış idarəetmə prinsipini həyata keçirən həyəcan tənzimləyicisi üçün istinad signalı olaraq, stansiya şininin gərginliyindən (aqrəqat transformatorunun daha yüksək gərginlikli tərəfdən) istifadə edilməsi tövsiyə olunur.

İstilik-energetika kompleksində enerjiyə qənaətin ümumi tanınan vasitəsi, qurğuların yaradılması və paylaşılmasının köməkçi mexanizmləri üçün tezliklə idarə olunan elektrik ötürücüsünün istifadəsidir. Dəyişən sürət ötürücü tənzimləməni aradan qaldırmaqla yanaşı, bir sıra mühüm texnoloji imkanları da təmin edir. İstilik elektrik stansiyalarının əsas mexanizmlərinin elektrik ötürücüləri məsul kimi təsnif edilir. Şəbəkə nasoslarının işində fasilə şəbəkə suyunun minimum istehlakı səbəbindən qorunmaq üçün bütün qazanların bağlanması səbəb olur. Fərdi qazan aqrəqatlarının işi başqalarından, məsələn, qaralama mexanizmlərindən asılıdır. Tezlik çeviriciləri qısamüddətli tədarük gərginliyinin azalmasına həssasdır, buna görə də, enişin hətta 20-30% baş verməsi mexanizmin və onunla birlikdə tez-tez bütün stansiyanın təcili dayandırılmasına səbəb olur. İstilik stansiyalarının avadanlıqlarının etibarlı-

ğının aşağı salınması və onların dayanmalarının sayının artması ciddi problemdir. Fasiləsiz işləməyi təmin etmək vəzifəsinə əlavə olaraq, istilik elektrik stansiyalarının nisbətən "zəif" enerji təchizatı şəbəkələrində tezlik çeviricilərinin mənfi təsirlərinin azaldılması vəzifəsi, mövcud enerji təchizatında elektromaqnit uyğunluğu problemlərinin həlli zərurəti ilə bağlıdır. İstilik elektrik stansiyalarında enerjiyə qənaət edən tezliklə idarə olunan elektrik ötürücülərindən istifadənin texniki və iqtisadi səmərəliliyinin artırılmasına, həmçinin istilik enerjisi ilə əlaqəli avadanlıqların etibarlılığının artırılmasına yönəlmiş bir sıra problemləri həll etməkdir. Bu məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı vəzifələr həll edilmişdir:

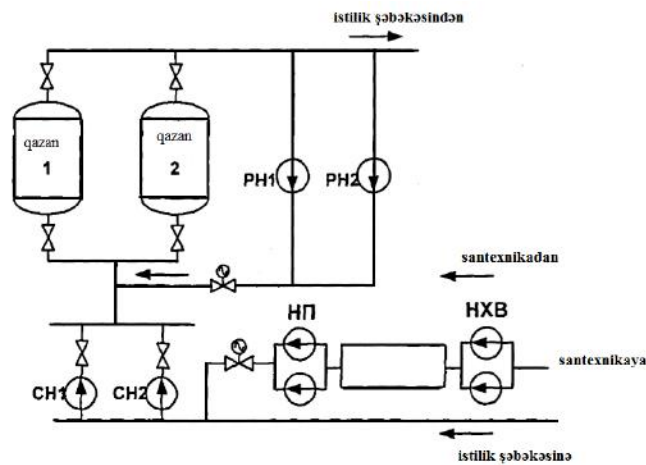
1. İstilik elektrik stansiyalarında tezliklə idarə olunan elektrik ötürücülərindən istifadənin texniki-iqtisadi təhlilinin və əsaslandırılmasının mühəndis metodologiyasının işlənilib hazırlanması.

2. Optimal iş rejimlərinin təmin edilməsi baxımından istilik elektrik stansiyalarının əsas mexanizmlərinin hər bir qrupu üzrə tezliklərin idarə edilməsi sxemlərinin texniki həllərinin öyrənilməsi, texnoloji avadanlıq, enerji daşıyıcılarının, elektrik enerjisinin itkilərinin azaldılması və xərclərin minimuma endirilməsi.

3. Enerji təchizatı sistemində gərginliyin düşməsi zamanı istilik elektrik stansiyalarının özünü işə salma rejimində məsul mexanizmlərinin xüsusiyyətlərinin tədqiqi, gərginliyin düşməsi zamanı etibarlılığını artırmaq üçün tövsiyələrin hazırlanması.

4. İstilik elektrik stansiyalarının enerji təchizatı şəbəkələri ilə elektromaqnit uyğunluğunun təmin edilməsi baxımından tətbiq olunan sxemlərinin təhlili, tələbin yerinə yetirilməsi nəzərə alınmaqla istilik elektrik stansiyalarının şəraitində rəasional sxemlərin istifadəsi üzrə tövsiyələrin işlənilib hazırlanması.

5. Qazanların etibarlı istismarının təmin edilməsi meyarına əsaslanaraq istilik elektrik stansiyalarının kritik mexanizmlərinin obyekt yönümlü tələbləri tərtib edilir və istilik təchizatı obyektlərinə münasibətdə optimal tezlik idarəetmə sxemlərinin seçilməsi üçün tövsiyələr hazırlanır.



Şəkil 2. İstilik elektrik stansiyasının növbəsinin texnoloji sxemi [3].

Əsas mexanizmlərin nümayişi ilə tipik istilik elektrik stansiyasının növbəsinin texnoloji sxemi şəkil 2-də göstərilmişdir. Texnoloji prosesi müəyyən edən əsas mexanizmlər şəbəkə və resirkulyasiya nasosları və

mənbə su nasoslarıdır. Üfləyici ventilyatorlar və tüstü çıxarıcılar qazanların istilik çıxışını və hava-qaz nisbətini tənzimləyir. Hər bir mexanizm qrupunun iş rejimlərinin təhlili əsasında idarə olunan sürücüyə keçir

din məqsədəuyğunluğu əsaslandırılır və ən prioritet mexanizmlərdir. Modernizasiya enerji və resurs qənaəti, eləcə də şəbəkə nasoslarının, üfürücülərin və tüstü çıxarıcıların texnoloji zərurətinin tənzimlənməsi baxımından müəyyən edilir [5].

Avadanlığın iş parametrləri; - qazanın istilik yükü ilə bağlı məlumatlar əsasında layihə mexanizmlərinin enerji qənaətini proqnozlaşdırmaq üçün bir üsul hazırlanmışdır; - qazan çəkmə mexanizmlərini tənzimləyənlər üfürücülərlə təchiz edərək qaza qənaət nəzərə alınır; - icrası layihələrinin həyata keçirilməsi üçün hər hansı qəbul edilmiş dövr üçün gəliri və geri ödəmə müddətini müəyyən etmək üçün genişləndirilmiş iqtisadi alətdən istifadə edərək, enerji qənaətinin proqnozlaşdırılması metodu hazırlanmışdır [1]. Üfləyici ventilyatorun və tüstü çıxarıcının idarə olunan və idarə olunmayan sürücüləri ilə elektrik enerjisinin istehlakına dair eksperimental məlumatlar əsasında əldə edilmişdir. Yüksək gərginlikli çeviricilərin ümumi sxemləri onların istilik elektrik stansiyalarında istifadəsinin məqsədəuyğunluğu və tərtib edilmiş texniki tələblərə uyğunluğu üçün nəzərdən keçirilir: - sürücünün mühərrikinə birbaşa qoşulmaqla inverterin yüksək gərginlikli modifikasiyası üçün müxtəlif variantlar; - aşağı gərginlikli tezlik çeviricisi olan iki transformatorlu dövrə; - yüksək gərginlikli asinxron mühərrikin aşağı gərginlikli mühərriklə dəyişdirilməsi; - bölməli aşağı gərginlikli klapa-induktor sürücüsünün istifadəsi. Gərginliyin düşməsi zamanı stabil işləmək üçün xüsusi olaraq hazırlanmış bölməli klapa-induktor sürücüsü optimaldır. Asinxron mühərrikləri olan şəbəkə nasoslarını idarə etmək üçün yüksək gərginlikli çeviricilərdən istifadə edərək, motorun idarə edilməsini qruplaşdırmaq məqsədəuyğundur. O, nasosların hər biri qarşılıqlı ehtiyatla tezlik çeviricisi tərəfindən idarə olunan nasosların sayından asılı olaraq qruplara bölünməsinə əsaslanır. Qısa elektrik kəsilməsindən sonra ilkin iş rejiminə qayıtmaq üçün vaxta ciddi tələblər qoyulduğundan, istilik qurğusunun şəbəkə nasoslarına və çəkmə mexanizmlərinə bölməli klapa-induktor sürücüsünün quraşdırılması ən məqsədəuyğundur. Mühərrikin hər bir bölməsi bir-biri ilə sinxronlaşdırılan öz çeviricisi tərəfindən idarə olunur. İki müstəqil mənbədən eyni vaxtda enerji təchizatı sayəsində bu elektrik ötürücü bir bölmədə qısamüddətli elektrik kəsilməsi zamanı tənzimləyən mexanizmi işlək vəziyyətdə saxlamaq imkanına malikdir. Elektrik enerjisi bərpa edildikdən sonra enerjisiz olan bölmələr işə salınır və işləyənlərlə sinxronlaşdırılır. Eyni zamanda, klapa-istəksizlik mühərriki yalnız fərdi nəzarət tələb edən 50 Hs şəbəkədən birbaşa işləmək qabiliyyətinə malik deyil. Şəbəkə nasosu dayandırıldıqda, qazandan qızdırılan suyun axınının icazə verilən dəyərdən aşağı düşməsi halında, qoruma işə salınır və gecikmə vaxtı geri sayımdan sonra qazan məcburi şəkildə işə salınır. Üfürülən hava təzyiqinin düşməsi ilə fəvqəladə qorunma tərəfindən nəzarət edilir və təxminən 3-4 s gecikmə ilə qazan ocaqları söndürülür. Bu, fəvqəladə mühafizəsi sobadakı vakuumun böyüklüyü ilə tətiklənən tüstü çıxarıcıya da aiddir [4].

İstilik elektrik stansiyalarında istifadə şəraitində tezliklə idarə olunan elektrik ötürücüsünün dövrə rejim xüsusiyyətlərinin aparılmış tədqiqatları aşağıdakı əsas nəticələri əldə etməyə imkan vermişdir: Mexanizmlərin

iş rejimlərinin təhlili əsasında istilik elektrik stansiyalarının köməkçi ehtiyacları, enerji və resurs qənaəti, eləcə də tənzimləmənin texnoloji ehtiyacı baxımından modernləşdirmənin ən prioritet mexanizmləri müəyyən edilmişdir. İstilik elektrik stansiyalarının enerji təchizatı şəbəkələrinin xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla onların əmin edilməsi baxımından çeviricilərin seçilməsi və istifadəsi üzrə tərtib edilmiş, əsaslandırılmış və eksperimental tədqiqatlar və onların əsasında əldə edilmiş nəticələr istifadəni optimallaşdırmağa, həmçinin təchiz edilmiş istilik elektrik stansiyalarının istismarının etibarlılığını artırmağa imkan vermişdir [4].

Elektrik enerjisinin qiymətinin formalaşması elektrik enerjisi təchizatı üçün ən ucuz təkliflərin seçilməsi üçün rəqabət mexanizmi əsasında baş verir. Ticarət sektorlarından biri də gün öncəsi bazarıdır. Elektrik enerjisi bazarında ticarət sisteminin inzibatçısı sifarişləri qiymət miqyasında ən ucuzdan ən bahasına qədər sıralayır. Tender təklifləri istehsal edən şirkətlərin müəyyən bir müddət ərzində müəyyən qiymətə tədarük edəcəyi elektrik enerjisinin həcmi əks etdirir. Aydın ki, qiymət təklifində yanacaq komponenti istilik elektrik stansiyaları (İES) avadanlığının optimal seçilməsi və yüklənməsi şərtindən müəyyən edilməlidir. Təqdim edilmiş müraciətlərin müqayisəsi nəticəsində sistem operatorunun operativ dispetçer nəzarəti həyata keçirilir. Ümumilikdə elmi yenilik istilik elektrik stansiyalarının avadanlıqlarının həm tərkibinin, həm də iş rejimlərinin birgə optimallaşdırılması, istilik və elektrik yüklərinin avadanlıqlar arasında bölüşdürülməsi metodologiyasının yaradılmasındadır. Bu texnika ilk dəfə olaraq bütün mümkün birləşmələrdən avadanlığın tərkibinin və iş rejimlərinin ən yaxşı birləşməsinə tez bir zamanda seçməyə imkan verir, avadanlığın tərkibinin təyin olunduğu bir çox mövcud metodlardan fərqli olaraq, yalnız istilik və istilik paylanması. Avadanlıqlar arasında elektrik yükləri optimallaşdırmaya məruz qalır. Proqram paketinin effektivliyini qiymətləndirmək üçün avadanlığın tərkibinin və iş rejimlərinin özbaşına təyin edilməsi üçün modul optimallaşdırma seçiminin nəticələrini və hər hansı digər icazə verilən rejimi müqayisə etməyə imkan verir. Eyni zamanda, optimallaşdırma modulunda və ixtiyari tapşırığın modulunda İES-lərin istilik sxemlərini, turbinlər üçün buxar sərfini və qazanlar üçün yanacağın hesablanması üçün proqram daxil edilmiş eyni alqoritmlər və enerji xüsusiyyətləri istifadə olunur. Elektrik enerjisi bazarında elektrik stansiyasının rəqabət qabiliyyətini artırmaq, çünki optimallaşdırma nəticəsində stansiyanın elektrik enerjisi ilə təchizatı üçün müraciətində yanacaq komponenti minimal olacaqdır. İES-lərdə istilik və elektrik yüklərinin iqtisadi paylanması müəyyən edilməsi problemi üçün indi müxtəlif dəqiqlik dərəcələri ilə verilmiş kompozisiyalar və avadanlıqların iş rejimləri üçün yüklərin optimal paylanması tapmağa imkan verən nəzəri və praktik həllər hazırlanmışdır [3]. Turbin sexi avadanlığının kombinasiyaları arasında istilik və elektrik yüklərinin optimal paylanması modulu aşağıdakı prosedurları yerinə yetirir:

1. Hər bir kombinasiya üçün canlı buxar kollektorundan öz istehlak funksiyası (axın xarakteristikası) formalaşır.

2. İstehlak xarakteristikasına görə, bərabərlik və məhdudiyətlər kimi məhdudiyətlərlə şərti optimal axtararaq, istilik və elektrik (İES-in işinin elektrik cədvəlini təyin edərək) yüklərin hər bir avadanlığın "daxili" paylanması üçün optimallaşdırılması həyata keçiriləcək və optimallaşdırılacaqdır.

Qazan seçim modulundan alınan bütün kombinasiyalarda minimum yanacaq sərfiyyatı meyarına uyğun olaraq hər kombinasiyaya daxil olan qazanlar arasında buxar sərfinin optimal paylanması üçün axtarış aparılır. Qazanların birləşmələri İES-lərin minimum yanacaq sərfiyyatı üçün optimallaşdırma meyarına uyğun olaraq sıralanır. Minimum kriteriyaya malik kombinasiya se-

çilir. Optimallaşdırma məlumatları istilik, buxar, yanacaq sərfiyyatının balansını yoxlamaq üçün qurğuya göndərilir. Proqram paketinin hesablanması nəticələri göstərilir. Həm optimallaşdırma modulundan istifadə edərək, həm də ixtiyari tapşırıq modulundan istifadə edərək proqram paketində aparılan avadanlığın iş rejimlərinin hesablamaları istilik və elektrik enerjisi istehsalının real proseslərini olduqca dəqiq əks etdirir (istismar hesabatlarına və onlarda yanacaq sərfiyyatına görə), istilik elektrik stansiyalarının istilik sxemlərinin və buxar-su və elektrik balanslarının məlumatlarının hesablanması üçün riyazi modelin kifayət qədər dəqiqliyini göstərir [5].

- [1] *И.А. Лабунец, Т.В. Плотникова, П.В. Сокур.* Обеспечение надежности работы асинхронизированных турбогенераторов. Вестник УГТУ-УПИ №5 (25). Электромеханические и электромагнитные преобразователи энергии и управляемые электромеханические системы. Сборник докладов международной конференции. Часть I Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2003, с.33-36.
- [2] *П.В. Сокур.* Математическая модель электростанции с синхронными и асинхронизированными турбогенераторами. II научно-техническая конференция молодых специалистов электроэнергетики. Москва, 15-19 сентября 2003 г. Сборник докладов. М: «НЦ Энас», 2003, с. 79-84.
- [3] *Д.В. Тарасов, А.В. Сорокин, Г.Б. Лазарев.* Экономические и экологические аспекты внедрения регулируемого привода на теплоснабжающих предприятиях города. Электрические станции, 2006.
- [4] *Д.В. Беляев, А.М. Вейнгер, Д.В. Тарасов.* Нестационарные процессы в регулируемом электроприводе с высоковольтным преобразователем частоты сетевого насоса станции теплоснабжения. Электротехника, 2007, № 10.
- [5] *Н.С. Иванов, В.И. Беспалов, Н.С. Лопатин.* Программный комплекс для оптимизации режимов работы тепловых электростанций и эффективность его применения// Известия Томского политехнического университета. 2008.-Т. 313.-№4.-С. 40-44.

U.I. Ashurova

TRANSFER CHARACTERISTICS OF PUMP-FAN UNITS OF SYNCHRONOUS AND ASYNCHRONOUS TURBOGENERATORS OF THERMAL POWER PLANTS

Many power systems are faced with the challenge of reducing high levels of voltage in the power grid. The increase in the voltage level is due to a number of reasons: an uneven load schedule during the day and season, the presence of lightly loaded high-voltage power lines, and an insufficient degree of reactive power compensation in electrical networks. Under these conditions, it is necessary to optimize the operation of the existing energy complex for its maximum efficiency. Based on the fact that in the structure of the energy system of thermal power plants there are both objects that release the largest type of loads with different parameters, and objects on which these loads change frequently (several times a day), further optimization of short-term temporary modes of their operation is the most important part of the integrated optimization of the electric power system and one of the complex stages

У.И. Ашурова

ПЕРЕДАТОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСНО-ВЕНТИЛЯТОРНЫХ АГРЕГАТОВ СИНХРОННЫХ И АСИНХРОННЫХ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Многие энергосистемы сталкиваются с проблемой необходимости снижения высоких уровней напряжения в электросетях. Повышение уровня напряжения обусловлено рядом причин: неравномерным графиком нагрузки в течение суток и сезона, наличием малонагруженных высоковольтных линий электропередач, недостаточной степенью компенсации реактивной мощности в электрических сетях. В этих условиях необходимо оптимизировать работу существующего энергетического комплекса для его максимальной эффективности. Исходя из того, что в структуре энергосистемы тепловых электростанций имеются как объекты, высвобождающие наибольший вид нагрузок с разными параметрами, так и объекты, на которых эти нагрузки меняются часто (несколько раз в сутки), дальнейшая оптимизация кратковременных временных режимов их работы – важнейшая часть комплексной оптимизации электроэнергетической системы и один из комплексных этапов.