

UOT. 621.311

TURBİN-GENERATORLARDA KEÇİD PROSESLƏRİNİN BƏZİ RƏQƏMSAL İDARƏ MƏSƏLƏLƏRİ

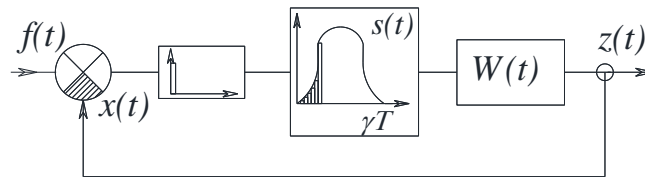
HƏSƏNOV Ə.Q.

Azərbaycan Texniki Universiteti
garahasanov@gmail.com

Turbinlərin idarə olunmasında tətbiq edilən proqramlar düzbucaqlı impulslardan ibarət olan xüsusi formalı siqnallar əsasında qurulur. Energetika sistemlərinin strukturasının və avtomatlaşdırılmasının mürəkkəbləşməsinə səbəb olan bəzi proseslər, həm də qəza rejimlərinin idarə edilməsində əlavə çətinliklər yaradır. Bu mənada inkişaf edən energetika sistemlərində rəqəmsal texnologiyalar, impuls nəzəriyyələri texnika və sistemlərinin yeni üsullarının tətbiqi bir daha aktuallaşır.

Açar sözlər: Əks əlaqə, keçid prosesləri, zaman sabiti, turbin-generator, blok, qazan, klapan yerdəyişmə, qızdırma, texnoloji mühafizə.

Sürət tənzimlənməsinin düzbucaqlı impuls təsirləri ilə aparılması elektrik intiqallarında geniş yayılmış bir üsuldur. Düzbucaqlı impuls siqnalları turbinlərin güclərinin sürətlə azaldılmasını təmin etməklə yanaşı, onlardan ikinci və sonra gələn qalıq, əksəlaqə xəta siqnalları turbinlərin sürətli yüklənmələri nəticəsində baş verən yırgalanmaların qarşısını alır, şəkl.1.



Şəkil 1. İmpuls nəzəriyyəsi elementlərinin sadə struktur sxemi.

İdarəetmədə xətti impuls sistemlər nəzəriyyəsi kifayət qədər inkişaf etmişdir [1]. Həmin nəzəriyyəyə əsasən, impuls xarakteristikası $W(t)$, çıxışında $x(t)$ kimi kəsilməz xətalara T periodlu siqnallara çevirir və təkrarlanan ardıcıl impulslar kimi formalaşdırıcı $s(t)$ -yə verir. Çevrilən $x(t)$ siqnallarının $s(t)$ formasının, təsir müddəti γT , ötürmə ədədi k_{im} olduğu qəbul edilir. $t=nT$ diskret zaman anlarında siqnal impulslarının amplitudası əks əlaqədən çıxan $x(t)$ funksiyasına mütənasib olacaqdır. Onda mT zamanında tətbiq edilən vahid impulsa, kəsilməz hissənin göstərdiyi reaksiya aşağıdakı kimi ifadə edilir:

$$z(t) = \begin{cases} k_{im} \cdot x(mT) \cdot \int_{mT}^t W(t-\tau) s(\tau) d\tau & mT \leq t \leq (m+\gamma)T, \\ k_{im} \cdot x(mT) \cdot \int_{mT}^{(m+\gamma)T} W(t-\tau) s(\tau) d\tau & (m+\gamma)T \leq t < \infty \end{cases}; \quad (1)$$

(1) ifadəsinin birinci tənliyi impulsun qiymət aldığı intervalda kəsilməz hissənin reaksiyasını, ikinci tənliyi isə, impulsun olmadığı və ya kəsildiyi halda olan reaksiyasını

göstərir. İmpuls sistemlər nəzəriyyəsinin, diskret çevirmələrlə, həllinin turbin-generator blokunun idarə sxeminə tətbiqi, şək.2 əlverişlidir.

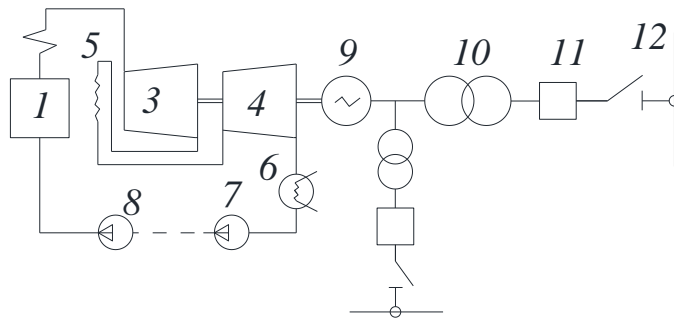
Rəqəmsal idarə sistemləri aşağıdakı xüsusiyyətləri ilə fərqlənilir.

- çox saylı obyektlərə məqsədyönlü təsirlərinə görə;
- etibarlılığın bütün sistemdə bərabər dərəcədə artırılması üçün idarə etmənin adaptivliyi;
- energetik obyektlər, stansiya və yarımstansiyalardan alınan məlumatların xüsusi emal bazasında mərkəzləşmiş idarə sistemləri;
- idarə edilə bilən proseslərin, digər proseslər və ya elementi başqa elementlə əlaqəli idarə olunan (mühafiz edilən) sxemləri;
- əks qəza üsul və vasitələrinin arsenalının genişləndirilməsi;
- avtomatik və avtomatlaşdırılmış idarə sistemlərində yüksək hesab əməliyyat və məntiqi imkanları ilə fərqlənən elektron hesablama – rəqəmsal hibrid qurğular, mikroprosessorlar və texnologiyalar istifadə edilməlidir.

Keçid proseslərinin rele mühafizəsi və əks qəza avtomatikasında tətbiq edilən kompleks idarə qurğuları qəza situasiyaları və qəzaların silsilə artımlarının qarşısını alan əks qəza idarə sistemləridir. Baxılan idarə sistemlərində seçilən məhdudlaşdırıl kriteriyalar qəza və qəzadan sonrakı rejimlərin təhlükəli hədlərə çatmadığı intervallarda dəyişir. Bu sistemlər funksional və ərazi yayılma ekspertlərinə görə keçid proseslərini idarə edir. Onlar enerji sistemlərinin etibarlılığının təmin edilməsində həlledici və artan əhəmiyyətlərə malikdirlər.

Ölkəmizdə Mingəçevir AZ DRES-də işləyən, 300 MVt gücündə İES kondensasiya bloku və onun gücünün idarəetmə struktur sxemi şək. 2,3- də göstərilədiyi kimi modulyasiya edilmişdir. Blokun iş rejimi bir sıra texnoloji parametrlərlə təyin edilir: - qazan qızdırıcısına verilən hava və yanacağıın xarakteristikaları, qidalandırıcı suyun təzyiq və temperaturu, buxarın təzyiq və temperaturu, turbin klapanlarının açılması. Bu parametrlər müəyyən hədlərdə dəyişə bilər. Parametrlərin qiymət artımları texnoloji mühafizənin işləməsinə və blokların açılmasına səbəb olur. Texnoloji parametrlər öz aralarında enerji blokunun riyazi modelinə uyğun tənliklərlə əlaqələndirilir. Riyazi modellər təyinatlarına görə az və ya çox dərəcədə xətalara qurur. Enerji sistemlərində Elektromexaniki keçid proseslərinin analizində modellər enerji blokunun daxili proseslərini yalnız təqribən nəzərə alır. Ona görə verilmiş struktur sxemi xeyli sadələşdirilmişdir.

Kondensasiya istilik elektrik stansiyalarının real texnoloji sxemində, hər blokun reaksiyasına və keçid prosesinə görə zaman sabitlərinə baxaq, şək.2.



Şəkil 2. KES blokunun prinsipial sxemi, 1-buxargenerator, 2-buxarqızdırıcı, 3-turbin yüksək təzyiq hissəsi, 4-turbin orta təzyiq hissəsi, 5-aralıq buxarqızdırıcı, 6-kondensator, 7-kondensat nasosu, 8-buxargenerator qidalanma nasosu, 9-generator, 10-yüksəldici transformator, 11-blok açarı, 12-stansiyanın yığım şinləri, 13-xüsusi sərfiyyat transformatoru.

Bu sxem qazan – turbində hadisələrin əsas gedişatını əks etdirir. Baxılan texnoloji ardıcılıqda bir sıra proseslər nəzərdən atılmışdır. Şək.3–də verilmiş struktur sxemi aşağıdakı tənliklərlə ifadə edilir:

Sürət tənzimləyicisi üçün riyazi model:

$$\frac{d\mu_*}{dt} = \left(\frac{S}{\sigma} - \mu_* + \mu_{0*} \right) / T_C ;$$

$$\mu_{min} \leq \mu_* \leq \mu_{maks} ; \quad (2)$$

$$\mu_* = \frac{\mu}{\mu_{nom}} ; \quad \mu_{0*} = \frac{\mu_0}{\mu_{nom}} ; \quad S = (f_{ilk} - f) / f_{ilk}$$

burada σ - turbinin fırlanma sürətinin tənzimləyicisinin statizm əmsalı, T_C - turbin klapanlarını hərəkət etdirən servomotorun zaman sabitidir; μ_* - turbinin ekvivalent tənzimləyici klapanın yerdəyişməsinə nəzərən servomotorun cari və nisbi yerdəyişməsidir; μ_{nom} - turbinin nominal gücünə uyğun olan blok rejiminin nominal parametrində servomotorun nominal yerdəyişməsidir; μ_{0*} - servomotorun ilkin vəziyyətinin başlanğıc qiymətidir; s - sürüşmə; $f, f_{baş}$ - tezliyin cari və başlanğıc qiymətləri; μ_{min}, μ_{maks} - servomotorun aşağı və yuxarı yerdəyişmələrinin hədləridir. Turbin riyazi modelinin yazılışı:

$$D = \mu_* P_T$$

$$P_{YTH} = DK_{YTH} \quad (3)$$

$$\frac{dP_{OTH}}{dt} = [D(1 - K_{YTH}) - P_{OTH}] / T_{aq} ; \quad P_{bt} = P_{YTH} + P_{OTH}$$

burada D – turbindən keçən buxar sərfiyyatının cari qiyməti; P_T - turbin girişində buxarın təzyiqi; T_{aq} - ara qızdırıcının zaman sabitidir; K_{YTH} - turbinin yüksək təzyiqli hissəsinin güc payı; turbinin P_{OTH} - orta və aşağı təzyiqli hissələrində hasil olunan güc; P_{bt} - buxar turbinin gücüdür.

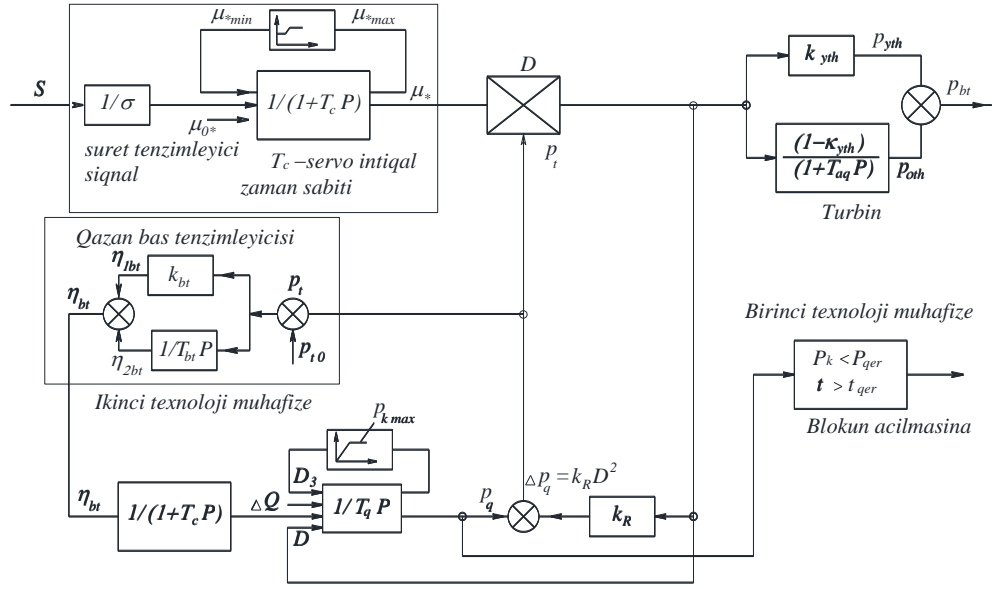
Qazan üçün riyazi modelin yazılışı:

$$\frac{dP_q}{dt} = (D_V - D - \Delta Q) / T_q$$

$$P_t = P_k - K_R D^2 \quad (4)$$

burada P_q - qazanın buxar generasiya hissəsində buxarın çıxış təzyiqi; T_q - qazanın buxar generasiya hissəsinin zaman sabiti; K_R - qazanla turbin arasında təzyiqlər düşkünlüyünün xarakterizə edən əmsal; D_V - turbindən keçən buxar sərfiyyatının verilmiş qiyməti; ΔQ - əsas tənzimləyicinin təsiri ilə, qazana verilən istilik dəyişməsi.

Şək.3-də verilmiş sxemdə turbin texnoloji hissələrinin əsas dinamik düyünləri (mənzillər) nəzərə alınmışdır: - sürət tənzimləyicisi, turbin, qazan, qazanın əsas tənzimləyicisi, qızdırma, texnoloji mühafizə.



Şəkil 3. 300 MVt gücündə kondensasiya turbinlərinin əsas texnoloji sxemi-tənzimləmə.

Yanma və qızdırma blokunun riyazi modeli:

$$\frac{d\Delta Q}{dt} = (\eta_{bt} - \Delta Q)/T_T \quad (5)$$

burada T_T - yanacağıın yanmasından alınan enerji, qızdırıcı qazlarda istiliyin akkumlyasiyası, qaynar borulardan keçən istilik və s. mənzəqlərin zaman sabitləri; η_{bt} - baş tənzimləyicinin çıxış siqnalıdır. Göründüyü kimi T_T zaman sabitində bir sıra elementlərin riyazi fiziki halı cəmləşmişdir. Bu, keçid prosesində reaksiya mexanizmləri və hesablamaları üçün müəyyən xəta verməlidir.

Baş tənzimləyici modelin riyazi tənlikləri:

$$\eta_{1bt} = -K_{bt}(P_{to} - P_T)$$

$$\frac{d\eta_{2bt}}{dt} = -\frac{P_{to} - P_T}{T_{bt}} \quad (6)$$

$$\eta_{bt} = \eta_{1bt} + \eta_{2bt}$$

burada k_{bt} -baş tənzimləyicinin gücləndiricisinin ötürmə əmsalı, T_{bt} -baş tənzimləyicinin zaman sabiti; η_{1bt} ; η_{2bt} - baş tənzimləyici qovşağın gücləndirici və integrallayıcılarının uyğun siqnallarıdır.

Texnoloji mühafizənin şərtləri:

$$P_q \leq P_{q\text{ər}} ; t > t_{q\text{ər}} ; P_q \leq P_{q\text{maks}} \quad (7)$$

burada $P_{q\text{ər}}$, $t_{q\text{ər}}$ - uyğun olaraq təzyiqlik və zamana görə texnoloji mühafizənin qoşğuları. Qoşğular qoşulmuş siyirtmələrin girişindəki təzyiqlik və temperatura aiddir. $P_{q\text{maks}}$ - buxar generasiya hissəsinin sonunda təzyiqliğin artmasına görə texnoloji mühafizə qoşğusudur.

“Sürət tənzimləmə” blokunu sadə olaraq avtomatik sürət tənzimləyicisinin bir hissəsi kimi və $1/\sigma$ ötürmə əmsalı ilə götürürlər. Turbin klapanlarının tənzimlənməsinin hidravlik servointiqalının ötürmə funksiyası $\frac{1}{1+T_C P}$ kimi göstərilir. Burada p Laplas çevirmə operatorudur. Zaman oblastında servointiqalın ifadəsi $\frac{1}{T_C} \cdot e^{-t/T_C}$ olur. Bu manqanın girişinə S – sürüşməsi verilir, onun çıxışında servomotorun yerdəyişməsi üçün μ_0 siqnalı alınır. Servomotorun yerdəyişməsi yuxarıdan μ_{max} və aşağıdan μ_{min} məhdudlaşdırılır.

Buxarın ara qızdırıcıları böyük akkumlyasiya tutumuna malik olan turbinlər biri gücləndirici, digəri ətalətli iki paralel manqa ilə modelləşdirilir. Gücləndirici manqa turbinin yüksək təzyiqli hissəsi (YTH), tənzimləyici klapanlarla ara qızdırıcı arasında turbin pilləsidir. YTH tənzimləyici klapanların vəziyyəti dəyişdikdə klapanın arxasında buxar həcmi, 0,2 – 0,4 san zaman sabitilə təyin edilir. Şəkildə göstərilmiş blok sxemdə, bu dəyişmə üçün ətalətlilik nəzərdən atıldığından güc P_{YTH} və ötürmə əmsalı K_{YTH} sabitilə götürülür. Turbinin digər pilləsində aşağı və orta təzyiqli hissəsinin gücü P_{OTH} və K_{OTH} əmsalı qəbul edilmişdir. Bu hissənin parametrləri ara qızdırıcının tutumu ilə təyin edilir və turbin $(1 - K_{YTH})/(1 + T_{aq} P) \rightsquigarrow \frac{(1 - k_{yth})}{T_{aq}} \cdot e^{-t/T_{aq}}$ ətalət momentilə modelləşdirilir.

Qazanın generatorun yükünə təsiri (enerji blokunun enerji sisteminə verdiyi güc) klapanların verilmiş açılma həddi və buxarın təzyiqinin dəyişməsi ilə təyin edilir. Ona görə turbin qazan tənzimləyici orqanlarının vəziyyət dəyişməsilə buxarın təzyiqinin dəyişməsinə ifadə edən qazan aqreqatının ötürmə funksiyası modelləşdirilir.

Düzaxınlı qazan zaman sabiti T_q olan bir tutumla əvəz edilir. Bu isə, inteqrallayıcı birləşmədir: $(\frac{1}{T_q P}) \rightsquigarrow 1(t)/T_q$ sabitinə çevrilir. Bu manqanın girişinə verilmiş buxarın D_V və cari buxarın sərfiyyat fərqləri təsir edir, şəkl.3. Blok manqasının çıxışında – buxarın təzyiqli qaz generasiya hissəsinin çıxışındakı buxarın P_q təzyiqinə bərabərdir.

Turbindən əvvəl buxarın təzyiqli P_T , qazanın P_q təzyiqindən, qazandan turbinə qədər məsafədəki təzyiqli düşküsi qədər az olur: $\Delta P_q = P_q - P_T$ - buxar sərfiyyatı D kvadratı ilə mütənasib olub K_R əmsalı ilə təyin edilir, şəkl.3.

Qəzanın baş (əsas) tənzimləyicisi, mütənasib – inteqral tipli tənzimləyicidir. Bu tənzimləyici turbinin girişində buxar təzyiqinin meyletməsinə və qoyğu qiymətinə uyğun keçid prosesindəki cavab reaksiyasına görə düzəlişlərlə işləyir.

Tənzimləyici işləyərkən, qidalandırıcı su və yanacaqın verilişini turbində buxarın təzyiqli ilkin qiymətinə bərpə olunana qədər davam etdirir. Baş tənzimləyici iki paralel blokla modelləşdirilir: - biri siqnal gücləndiricisi (η_{1bt} - çıxış siqnalı ilə); - digəri inteqrallayıcı (η_{2bt} - çıxış siqnalı ilə). Baş tənzimləyicinin giriş siqnalları η_{1bt} və η_{2bt} , siqnalların cəmi kimi, sxemin ətalətli odluğuna verilir. Bu riyazi üsulla yanacaqın verilməsinin ətalətliliyi modelləşdirilir. Eyni zamanda yanacaq qazlarında istilik akkumlyasiyası, istiliyin qaynar borularla ötürülməsi və s. kimi ətalətli proseslərə çevrilir. Sxemin bu blokunun çıxışında, qazana verilən istiliyin ΔQ dəyişməsi, baş tənzimləyicinin təsirindən meydana gəlir.

Sxemə görə iki texnologiyə mühafizə modelləşdirilir: birincisi qazanda buxarın P_{qoy} təzyiqinin düşməsilə blokun açılmasını təmin edən gecikməli t_{qoy} müddətilə işləyir; ikincisi buxarın P_{qmaks} qazan təzyiqinin maksimal qiymətində qoruyucu klapanların açılması və təzyiqli sonrakı artımlarının qarşısını alır.

NƏTİCƏLƏR

1. Enerji blokunun baxılan struktur sxemi onun əsas iş rejimini əks etdirir və baza modeli kimi qəbul edilə bilər.

2. Bəzi dəyişikliklər edərək, baza modelini enerji blokunun hər hansı köməkçi rejiminə uyğunlaşdırmaq olar.
3. O cümlədən tənzimlənməyən, “özünə qədər” tənzimləyicili, buxarın sürüşmə ilə dəyişən parametrləri, qidalandırıcı elektrik nasoslu halları və.s kimi idarə təsirləri vardır.
4. İmpuls nəzəriyyələri texnikasının tətbiqi fiziki proseslərin komputer modelləşdirilməsi, avtomatik idarə sistemləri üçün əlverişli və asan variantların yaradılmasına imkan verir.
5. İmpuls idarə sistemlərində verilən məhdudlaşdırıcı kriteriyalar, qəza və qəzadan sonrakı rejimlərin təhlükəli hədlərə çatmaması şərti ilə seçilməlidir.

-
1. *Цыпкин Я. З.* «Теория импульсных систем» Москва Энергоатомиздат 1976 г.
 2. *Павлов Г. М.* «Автоматизация энергетических систем» Изд. ЛГУ, 1977 г.
 3. *Веников В. А.* «Электрические системы» Высшая школа, Москва, 1982 г.
 4. *Нәсәнов Q. Ə.* “Yüksək gərginliklər və elektrik izolyasiya texnikası” Dərslik Bakı 2009.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТУРБОГЕНЕРАТОРАХ

ГАСАНОВ К. А.

Программы основанные на прямоугольные импульсы особой формы, широко применяются для управления и регулирования турбин. Сигналы состоящие из последовательных импульсов позволяет применить цифровые технологии к управлению турбин большой мощности. Усложнения структур и процессов энергетических систем, причиняют дополнительные затруднения в управлении противоаварийных режимов. В этом смысле применение новых методов развивающейся системы цифровой технологии и теория импульсных систем в электроэнергетике вновь становится актуальной.

Ключевые слова: Обратная связь, переходный процесс, постоянное времени, турбин-генератор, блок, котёл, перемещение клапана, топка, технологическая защита.

SOME QUESTIONS OF DIGITAL CONTROL OF TRANSIENT PROCESSES IN TURBINE GENERATORS

HASSANOV G.A.

Programs based on rectangular pulses of a special shape, are widely used to control and regulate turbines. Signals consisting of consecutive pulses make it possible to apply digital technologies to the control of high-power turbines. Complications of the structures and processes of energy systems cause additional difficulties in managing emergency response regimes. In this sense, the application of new methods of developing digital technology systems and the theory of pulsed systems in electric power industry are becoming relevant again.

Keywords: Feedback, transient process, time constant, turbine generator, unit, boiler, valve movement, furnace, process protection.