

AFƏT SÜDEF qızı HÜSEYNOVA

**KREKİNG PROSESİNDƏ KATALİZATOR
DÖVRANI DİNAMİKA PARAMETRLƏRİNİN
DOLAYI ÖLÇÜLMƏSİ ÜÇÜN METODİK
ƏSASLARIN İŞLƏNMƏSİ**

3337.01 – İnformasiya-ölçmə və idarəetmə sistemləri (sahələr üzrə)

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

SUMQAYIT – 2018

Dissertasiya işi Sumqayıt Dövlət Universitetinin Proseslərin avtomatlaşdırılması kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

- Elmi rəhbər:** **Nağıyev Əli Həsən oğlu**
texnika üzrə elmlər doktoru, professor
- Rəsmi opponentlər:** **Əhmədov Məhəmməd Aydın oğlu**
texnika üzrə elmlər doktoru, professor
- Rzayev Asif Hacı oğlu**
texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
- Aparıcı təşkilat:** **“Neftqazavtomat” Elmi –İstehsalat Müəssisəsi**

Dissertasiyanın müdafiəsi “30” mart 2018-ci il saat 14⁰⁰-da Sumqayıt Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD.02.193 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ5008, Sumqayıt şəh., 43-cü məhəllə.

Dissertasiya işi ilə Sumqayıt Dövlət Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat 23 fevral 2018–ci ildə göndərilmişdir.

**FD.02.193 Dissertasiya
Şurasının elmi katibi,
kimya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent**

M.M.Mustafayev

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Respublikamızın neftayırma sənayesində aparıcı sahələrdən birini təşkil edən katalitik krekinq prosesləri iri tonnajlı, mürəkkəb dinamikaya malik olan reaksiya-regenerasiya qovşaqlarında, yüksək temperatur şəraitində həyata keçirilirlər. Bərk katalizator zərrələrinin qaynar təbəqədə krekinq prosesində iştirakından sonra onların koksdan yandırılma yolu ilə təmizlənməsi və təkrar krekinqə yönəldilməsi boru xəttli pnevmonəqliyyat vasitəsi ilə həyata keçirilir. Dənəvər bərk hissəciklərin qaynar təbəqədə emal proseslərində iştirakı artıq uzun müddətdir ki, dispers mühit dinamikasının nəzəri öyrənilməsini stimullaşdırmaqdadır. Tədqiqatların laboratoriya eksperimental materialına olan ehtiyacı və sənaye sahələrində bu texnologiyaların çox geniş yayılması praktiki cəhətdən kifayət qədər effektiv ölçmə üsullarının işlənməsini aktual məsələ kimi qarşıya qoymuşdur. Bu üsulların inkişaf etdirilərək ölçmə texnikasında metodik əsaslar səviyyəsinə gətirilməsinin, bu sahədə texniki məlumatların daha da genişləndirilməsinin mühüm elmi-praktiki əhəmiyyəti vardır.

Krekinq proseslərində katalizator dövrəni dinamika parametrlərinin ölçülməsinin özəl cəhətləri yüksək temperatur və aqressiv mühit şəraiti ilə əlaqədardır. Bunlar ölçmə texnologiyası qarşısında çox çətin problemlər qoyur. Bu problemlərin həllində əsas istiqamətlər olaraq yeni fiziki effektlərə, məsələn, ultrasəs, lazer, doppler effektinə əsaslanan ölçmələrin istifadəsini qeyd etməklə yanaşı, alternativ istiqamət kimi riyazi kibernetik metodların zəngin imkanlarından istifadə də qeyd edilməlidir.

Katalizator dövrəni dinamikasına nəzarət üçün dolaylı ölçmə metodlarının işlənməsi baxılan sahədə böyük iqtisadi səmərəlilik gətirə bilirlər. Dissertasiya işində qarşıya qoyulan tədqiqat əsasən qeyd olunan sahədə müvafiq metodların işlənməsini əhatə edir.

Dissertasiya işinin məqsədi riyazi modelləşdirmə və yeni informasiya emalı texnologiyalarına istinad edərək neftin krekinqi sənaye qurğularında katalizator dövrəni dispers mühit dinamika parametrlərinə nəzarət üçün dolaylı ölçmə metodik əsaslarının işlənməsi olmuşdur. Bu məqsəd aşağıdakı istiqamətlərdə tədqiqat işini nəzərdə tutur:

1. Pnevmonəqliyyat boru xətlərində fazalar arası sürüşmə əmsallarının qiymətləndirilməsi üçün özüsəzlənən sisteminin işlənməsi.

2. Boru tipli vertikal katalitik reaktorda sürətgötürmə zonası dinamika parametrlərinin reaktor boyu paylanma funksiyalarının operativ əldə olunması və vizuallaşdırılması üçün metodik əsasların işlənməsi.

3. Statik asılılıqlarla təyin olunan dolayı ölçmədə kanal gecikmələrinin nəzərə alınması və onlardan yaranan xətlərin minmallaşdırma məsələsinin qoyuluşu və həll yollarının təhlili.

Tədqiqat üsulları: Tədqiqat ölçü texnikası, riyazi modelləşdirmə, komputer eksperimenti, siqnalların tezlik analizi, dinamik sistemlərin tədqiqat metodlarına istinad olunaraq həyata keçirilmişdir.

Müddəfiyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. Pnevmonəqliyyatda fazalar arası sürüşmə əmsallarının identifikasiyası əsasında yaradılan özüsəzlənən ölçü sisteminin iş prinsipi və hesablanma metodu.

2. Boru tipli vertikal katalitik reaktorda sürətgötürmə zonası dinamika parametrlərinin reaktor boyu paylanma funksiyalarının operativ əldə olunması, və vizuallaşdırılması üçün metod.

3. Dolayı ölçmədə kanal gecikmələrinin analitik yolla nəzərə alınması məsələsinin metodik işlənməsi.

Dissertasiyanın elmi yeniliyi aşağıdakılardır:

1. Reaktor ilə regenerator arasında katalizator kütləsinin paylanma dinamikasına əsaslanan ölçmə prinsipinin işlənməsi və parametrik identifikasiya üçün metodun təklif olunması;

2. Dispers axın fazalar arası sürüşmə əmsallarının qiymətləndirilməsi və adaptiv özüsəzlənən sistemin yaradılma metodunun işlənməsi;

3. Vertikal boru tipli kəkinq reaktorunun bərk faza sürətgötürmə zonasında sürətlər və sıxlıqlar profillərinin ölçmələr əsasında təyini və vizual təsvir metodunun işlənməsi;

4. Dolayı ölçmədə fiziki ölçü traktlarında kanal gecikmələrindən yaranan xəta ilə əlaqədar korreksiya məsələsinin təklif olunması.

İşin praktiki əhəmiyyətini əks etdirən əsas arqumentlər kimi aşağıdakıları qeyd etmək olar:

1. Katalitik kəkinq proseslərində reaktor-regenerator bloklarının istilik dinamikasına operativ nəzarət sistemlərinin yaradılması ilə əlaqədar iqtisadi səmərəlilik;

2. Dispers axınlı pnevmonəqliyyat həyata keçirən digər sistemlərdə kütlə sürətinin operativ ölçülməsi üçün özüsəzlənən avtomatik sistemlərin yaradılması ilə əlaqədar olaraq istehsalın səmərəliliyinin yüksəldilməsi.

İşin aprobeasiyası. Dissertasiya işi ilə əlaqədar əldə edilmiş elmi nəticələr aşağıdakı konfranslarda müzakirə edilmişdir:

- The third international conference “Problems of cybernetics and informatics ” PCI 2010, Baku- 2010;

- Respublika Elmi Konfransı “Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları”, Sumqayıt-2012;
- “Energetikanın müasir elmi-texniki və tətbiqi problemləri” Beynəlxalq Elmi Konfransı, Sumqayıt-2015;
- AMEA-nın Toğrul Şahtaxtinskini 90 illik yubieyinə həsr edilmiş beynəxaq konfransı, Bakı, 2015;
- “Energetikanın müasir elmi-texniki və tətbiqi problemləri” Beynəlxalq Elmi Konfransının materialları, Sumqayıt-2015, 27-28 Oktyabr;
- Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları III Respublika Elmi Konfransı, Sumqayıt-2016;
- Международная научно-техническая конференции. Наука, технология, производство - 2017” Уфа. УГНТУ 2017.

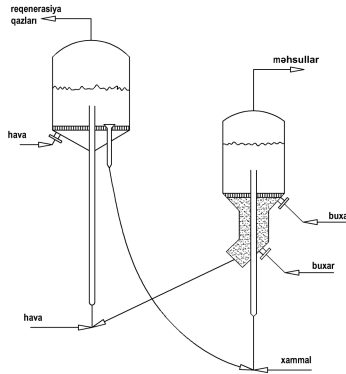
Çap olunmuş elmi əsərlər. Dissertasiya mövzusu üzrə 17 elmi iş, o cümlədən 3 nüfuzlu xarici jurnalda məqalə, 1 monoqrafiya, 5 Respublika miqyaslı jurnallarda məqalə, 8 Beynəlxalq və Respublika səviyyəli konfrans və simpoziumların materialları kimi çap olunmuşdur.

İşin strukturu və həcmi: Dissertasiya işi girişdən, beş fəsildən, nəticədən, 101 sayda ədəbiyyata istinaddan və 3 əlavədən ibarətdir. Dissertasiya işinə 146 səhifəli mətn, 44 şəkil və 5 cədvəl daxil edilmişdir.

İŞİN MƏZMUNU

Girişdə ağır karbohidrogenlərin katalitik krekinqi prosesinin texnoloji xüsusiyyətləri göstərilərək, heterogen fazalı reaksiya mühitində fiziki ölçmə proseslərini çətinləşdirən amillər qeyd olunur və dolaylı ölçmələrin alternativ qiymətləndirmə vasitəsi kimi yüksək əhəmiyyətli olduğu göstərilir. Dolaylı ölçmənin krekinq qurğularının istismar praktikası üçün ənənəvi olduğu ilə yanaşı bu sahədə hazırkı dövrdə ciddi tədqiqatların zəruriliyi vurğulanır.

Birinci fəsildə katalitik krekinq həyata keçirən reaktor-regenerator sistemlərində katalizator dövrəni dinamikasına operativ nəzarət probleminin müasir vəziyyəti təhlil olunur. Reaktor-regenerator sistemlərində həyata keçirilən katalitik krekinq prosesi dispers mühit parametrlərini ölçən sistemlər layihələndirmə obyektləri baxımından öyrənilir.



Şəkil.1. Krekinq həyata keçirən reaktor-regenerator sistemində katalizator dövrəni prinsipial sxemi.

Göstərilir ki, krekinq prosesinin katalitik sistemdə həyata keçirildiyi, katalizator olaraq dənəvər, yaxud mikrosferik bərk maddədən istifadə olunduğu və bu prosesləri həyata keçirən sənaye qurğularının konstruktiv olaraq mürəkkəb quruluşa malik olmaları ölçmələrin mükəmməl metodlar əsasında həyata keçirilməsini ciddi tələbat olaraq qarşıya qoyur. Bu fəsilə dünya praktikasında tətbiq olunan sənaye qurğularının konstruktiv müxtəlifliyinin təhlili nəticəsində katalitik krekinq proseslərinin əsas texnoloji cəhətlərini özündə əks etdirən ümumiləşdirilmiş sxem tərtib olunur və ölçü sistemlərinin qarşısında qoyulan tələbat bu sxem əsasında təhlil olunur (şəkil 1). Sənaye qurğuları aşağıdakı orta göstəricilərlə xarakterizə olunurlar: katalizatorun sistemdə ümumi kütləsi 350-450 ton, nəqliyyat xəttləri üzrə bərk faza axın sürətləri 600 -1000 ton/saat, regeneratorda işlənmiş katalizatoru nəql etdirən havanın həcm sürəti $(100 -120) \times 10^3$ [m³/saat] tərtibindədir. Nəqliyyat boru xəttinin diametri 0.9-1.2 m, boru daxili havanın xətti sürəti isə 7-9 m/s intervalındadır.

Katalizator hissəciklərinin xətti sürəti qaz axını xətti sürətindən xeyli dərəcədə aşağıdır. Qaz axını ilə bərk faza axınları xətti sürətləri arasında sürüşmə böyük qiymətlər alır. Regeneratorda gedən xətdə bu kəmiyyət müxtəlif konstruksiyalarda və müxtəlif katalizator növləri üçün 2-3 intervalında dəyişir.

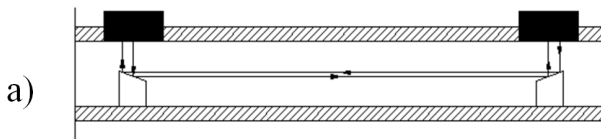
Nəqliyyat xətlərində dispers axının sıxlığı da fərqli qiymətlər alır. Regeneratorda gedən xətdə sıxlıq qismən aşağı olub, (250-300) kq/m³ tərtibində dəyişir. Digər xətlərdə axının sıxlığının qismən yuxarı olmasının

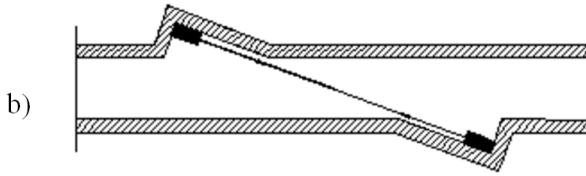
səbəbi bir tərəfdən axın sürətinin aşağı olması, digər tərəfdən isə daşıyıcı agentin (karbohidrogen-su buxarı qarışığının) havaya nisbətən daha böyük özlülüyə malik olması ilə əlaqədardır.

Reaktor və regenerator daxilində qaynar təbəqənin də dispers mühit parametrlərinin özəl cəhətləri vardır və onlar bu iki aparat üçün fərqli qiymətlər ala bilərlər. Ən çox diqqəti cəlb edən parametr olaraq qaynar təbəqənin sıxlığı və qazodinamik strukturudur. Qaynar təbəqə yaradan agentin sürətindən və özlülüyündən asılı olaraq qaynar təbəqənin hündürlüyü müəyyən olunur. Məsələn, reaktorda qaynar təbəqə yaradan agentin sıxlığı $(830-860) \text{ kq/m}^3$ ətrafında olan ağır qazoyl və su buxarlarıdır. Təxminən $450-475 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatur şəraitində bu mühitin əmələ gətirdiyi qaynar təbəqənin hündürlüyü $(4.5-5.5) \text{ m}$ ətrafında olur. Qaynar təbəqəüstü mühitdə katalizator fazası kəskin sürətdə fərqlidir və təxminən qaynar təbəqə sıxlığının 19-15 %-ni təşkil edir.

Birinci fəsilə həmçinin qaynar təbəqə dispers mühit parametrlərinin ölçülməsi sahəsində elmi ədəbiyyatın təhlili verilərək, göstərilir ki, xarici elmi ədəbiyyatda “*Fluidization*” kimi adlandırılan qaynar təbəqə mexanikasında ən ciddi problemlər sırasında olan birbaşa və ya dolaylı ölçmə hal-hazırda diqqət mərkəzindədir.

İkinci fəsilə katalizator dövrəni və qaynar təbəqə dispers mühit parametrlərinin avtomatik ölçmə problemləri araşdırılaraq, göstərilir ki, nəqliyyat xətlərində bərk fazaya aid parametrlərin avtomatik ölçülməsi üçün maneə törədən faktorlar içərisində ilk növbədə katalizator dənələrinin abraziv xassəli olmalarıdır. Həm alümosilikatlar, həm də seolitlər təbii minerallar olmaqla, xeyli dərəcədə sərt materialdırlar. Onların nəqliyyat xətlərində yaratdıqları abraziv təsir (yeyilmələr) ölçü cihazları həssas elementlərinin yerləşdirilməsinə ciddi əngəl törədirlər. Bu əngəllər də reaktora gedən nəqliyyat xətlərində reaksiya məhsullarının qətranlı (kokslu) mühitinin rolunu da əlavə olaraq göstərmək lazımdır.





Şəkil.2. Dispers mühitin sürət parametrlərinin ölçülməsi üçün ultrasəs prinsipindən istifadəni mümkün edən konstruktiv quruluşlar:

- a) – əks etdiricidən istifadə olunan konstruksiya;
- b) – boru xəttində yuva yaratmaqla həssas elementin axından çıxarılması.

Ən müasir və perspektiv istiqamətlər kimi pyezo effektə əsaslanan quruluşların yaradılmasını, doppler prinsipi ilə işləyən ultrasəs və yüksək tezlikli radio dalğalı siqnal hasiledicilərini göstərmək olar. Son zamanlar dispers mühit parametrlərinin ölçülməsi üçün elektrostatik prinsipə əsaslanan tomoqrafik çeviricilərin yaradılması sahəsində ilk addımlar atılmaqdadır. Bu sahədə elmi-tədqiqat və konstruktiv təkmilləşmələr hazırkı şəraitdə geniş miqyasda aparılır və müvafiq surətdə dolayı ölçmə metodlarının işlənməsində irəli sürülən hər bir təşəbbüs çox müsbət qarşılanır.

Şəkil 2-də pyzeoeffektə əsaslanan ultrasəs prinsipli sürət siqnal vericisinin iş prinsipini əks etdirən sxem göstərilmişdir. Bu prinsip əsasında əldə edilən ölçü siqnalının emal edilmə metodları içərisində Doppler effekti ilə yanaşı son zamanlar korelyasiya funksiyası kompüter emalından da geniş istifadə edilir. Lakin, axının yüksək turbuləntlik şəraiti bu prinsiplərdən istifadəni praktiki olaraq qeyr-mümkün etmiş olur.

Katalitik krekinq prosesləri ilə əlaqədar dolayı ölçmələr əsasən qaynar təbəqə özlülüyünün, qaynar təbəqə faz ayırıcı səth hündürlüyünün və pnevmo nəqliyyat xətlərində bərk fazanın kütlə sürətinin ölçülməsini əhatə edir. Bu sahə hazırkı zamana qədər praktiki cəhətdən özünü ən çox doğruldan effektiv sahə hesab edilir. Əsasən yarı empirik düsturlara istinad edən dolayı ölçmələr laborator-eksperimental tədqiqatlarla sıx bağlı olurlar. Elmi-texniki ədəbiyyatda üfqi dirsəyi olan vertical pnevmonəqliyyat xətlərində ölçməni bu və ya digər dəqiqlik çərçivəsində təmin edən müxtəlif yarı empirik düsturlara təsadüf etmək olur:

$$v = \frac{Ar(1-\sigma)^{4.75} v}{[18 + 0.6\sqrt{Ar(1-\sigma)^{4.75}}]d} + u(1-\sigma)$$

harada ki, Ar – arximed ədədi (kriterisi) olub, aşağıdakı kimi hesablanır:

$$Ar = \frac{gd^3(\rho - \rho_0)}{v^2\rho_0} .$$

Sonuncu ifadələrdə istifadə olunan işarələr: σ – axının məsaməliliyi (bərk fazanın həcm qatılığı); u – hissəciklərin hərəkət sürəti; ρ_0 – axının sıxlığı; ρ – bərk hissəciklərin sıxlığı; d – hissəciklərin orta diametri; v – kinematik özlülükdür.

Elmi ədəbiyyatda həmçinin göstərilir ki, bu düsturar əsasında ölçmələrin effektivliyini aşağı salan amillər içərisində ölçü diapazonunun çox məhdud olması və parametrlərin qiymətləndirilməsində böyük təcrübə xətalırına yol verilməsi əsas çətinliyi təşkil edir.

Üçüncü fəsil pnevmo - nəqliyyatda axının kütlə sürətinin dolayı ölçmə özüsəzlanan sisteminin işlənməsinə həsr edilmişdir. Ölçü fazalar arası sürüşmə əmsalının adaptiv avtomatik qiymətləndirilməsinə istinad edir:

$$G_k = \frac{W_q\sigma\rho}{\lambda}$$

harada ki, G_k – bərk fazanın (katalizatorun) kütlə sürəti; W_q – daşıyıcı agentin (qazın) həcm sürəti, σ – qaynar təbəqənin sıxlığı (məsaməliliyi); λ – qiymətləndirilməli olan sürüşmə əmsalıdır.

Təklif etdiyimiz qiymətləndirmə metodu sistemdə reaktor ilə regenerator arasında katalizator dövrəni kütlə balansını dinamikasından informasiya mənbəyi kimi istifadəyə əsaslanır. İdeyası birləşmiş qablar qanunundan götürülmüş həmin metod regeneratorunda qaynar təbəqənin hündürlüyünün dəyişmə sürətinin diskret ölçülməsinə istinad edir. Məlumdur ki, rezervuarda maye təbəqəsinin hündürlüyünün dəyişməsi (zamana görə törəməsi) rezervuara daxil olan mayenin axın sürətinə mütənəsbdir:

$$S\sigma\rho \frac{dh(t)}{dt} = k_v m(t)$$

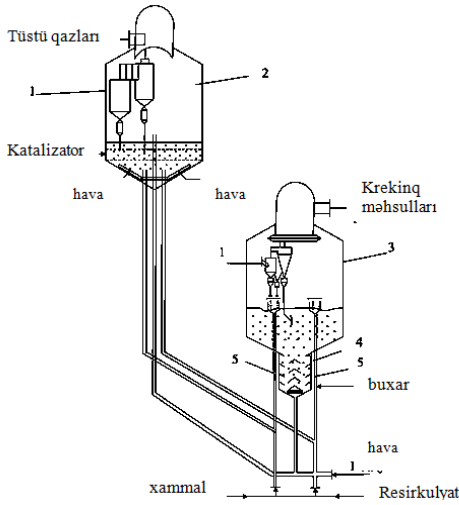
harada ki, S – reaktorun en kəsiyi sahəsi; h – qaynar təbəqənin hündürlüyü, ρ – hissəcik materialının sıxlığı; k_v – mütənəsblik əmsalı; $m(t)$ – axının kütlə sürətidir.

Qeyd edək ki, regeneratora katalizator bir xəttlə daxil olur, iki xəttlə isə ondan xaricə çıxarılır (şəkil 3). Bunu nəzərə alsaq aşağıdakı balans diferensial tənliyi əsasında qurulmuş minimizasiya məsələsini tərtib edə

bilərik:

$$F(\lambda_1^{eff}, \lambda_2^{eff}, \lambda_3^{eff}) = \left(\sum_{i=1}^N \left[-S\sigma\rho \frac{\Delta h_i}{\Delta t} + \frac{1}{\lambda_1^{eff}} w_{1i} - \frac{1}{\lambda_2^{eff}} w_{2i} - \frac{1}{\lambda_3^{eff}} w_{3i} \right] \right)^2 \rightarrow \min$$

harada ki, $\lambda_j^{eff}; j = \overline{1,3}$ - fazalar arası sürüşmə əmsallarının axtarılan effektiv qiymətləri, $w_j = \frac{m_j RT_j}{M_j P_j}$ - müvafiq axınların həcm sürətləridir



Şəkil.3. Üç pnevmo nəqliyyat xətti olan reaktor-regenerator bloku

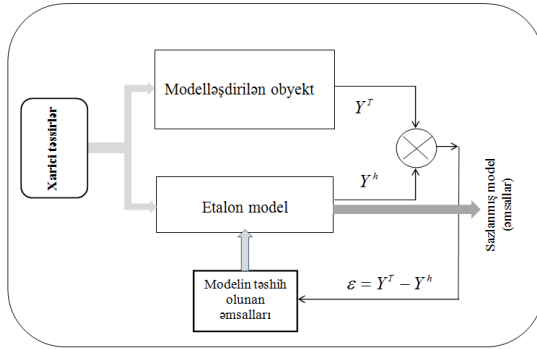
Effektiv sürüşmə əmsallarının bir sıra rejim parametrlərindən asılılığını nəzərə almaq məqsədi ilə onların xətti yaxınlaşmasından istifadə edilmişdir:

$$F(a_i, b_i, c_i) = \left(\sum_{i=1}^N \left[-S\sigma\rho \frac{\Delta h_i}{\Delta t} + \frac{1}{(a_1 T_1 + c_1)} w_{1i} - \sum_{j=1}^2 \frac{1}{(a_j T_j + b_j \varepsilon_j + c_j)} w_{ji} \right] \right)^2 \rightarrow \min \quad (1)$$

harada ki, $a_j, b_j, c_j; j = \overline{1,3}$ - identifikasiya olunan əmsallardır.

Sürüşmə əmsallarının qiymətləndirilməsinə özüsəzlənən sistemlər baxımından yanaşma adaptiv alqoritmlərin işlənmə zəruriyyətini meydana gətirir. Etalon model əsasında tərtib olunan belə bir sistem reaksiya-regenerasiya qovşaqlarının real vaxt rejimində texnoloji informasiyasının əldə olunaraq fasiləsiz köklənməsini həyata keçirməyi qarşıya qoyur. Şəkil 4-də meylətmə signalının minimallaşdırılma prinsipinə əsaslanan struktur

sxem göstərilmişdir.



Şəkil . 4. Bir addımlı (tsiklik) adaptasiya prinsipinə dair.

Real vaxt rejimində ölçü aparılıb, $\left. \frac{dh(t)}{dt} \right|_{t=t_n} = h'(t_n)$ qiymətləri və nəql etdirici agentlər, yəni $w_{ji}; j = \overline{1,3}; i = \overline{1,N}$ kəmiyyətləri ölçülərək, yuxarıdakı (1) düsturunda balans şərti yoxlanılır. Meylətmənin qiymətindən və işarəsindən asılı olaraq identifikasiya əmsalları korreksiya olunur, və yeni $a_{ji+1}, b_{ji+1}, c_{ji+1}; j = \overline{1,3}$ təyin edilir. Bu proses verilmiş dəqiqlik göstəricisi ε -nin qiymətinin əldə olunduğu zamana qədər davam etdirilir. Korreksiya prosesinin həyata keçirilməsi, yaxud başlanmış prosesin dayanırılması üçün kriteri olaraq aşağıdakı münasibət əsas götürülür:

$$\left| \int_{t_0}^{t_0 + \tau} \frac{d}{dt} \tilde{h}(\xi) d\xi \right| \leq \varepsilon$$

harada ki, \tilde{h} – qaynar təbəqənin hündürlüyünün hesablanmış (dolayı ölçülmüş) qiymətləri; t_0 – zamanın başlanğıc anı, τ – sistemin hidrodinamika xarakterik vaxtı; ξ – testləmə müddəti (inteqral daxili dəyişən); ε – verilmiş dəqiqlik həddidir.

(1) minimallaşdırma məsələsinin $a_j, b_j, c_j; j = \overline{1,3}$ əmsallarına nəzərən həlli qradiyent alqoritmləri ailəsindən biri olan iterasiya prosesinin gedişində addımın uzunluğunun idarə olunma metodu əsasında yerinə yetirilmişdir. İterasiya prosesində addımın uzunluğunun ardıcıl olaraq K -dəfə

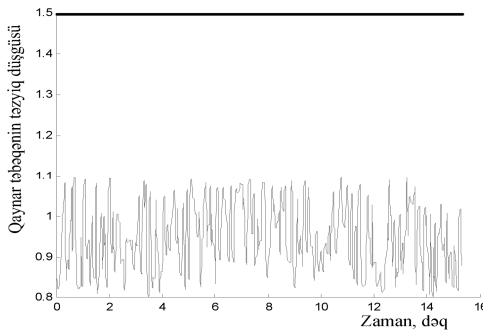
uğursuz olduğu faktını nəzərə alan algoritmi aşağıdakı kimi ifadə edə bilərik:

*k = 0; if $F(x_{k+1}) \geq F(x_k)$; then $k = k + 1$;
 else if $k = K$
 then $h = h_0 / z$; $k = 0$; end*

harada ki, K – qabaqcadan verilmiş tam ədəddir.

Ən sadə halda, yəni $K = 2$; $z = 2$ olduqda işçi alqoritm iki ardıcıl uğursuz addımın mövcud olması ilə sonrakı addımın iki dəfə qısaldılmasını həyata keçirir.

Üçüncü fəsildə diqqət yetirilən digər məsələ fiziki ölçmələrin süzgəclənməsiir. Təsadüfi xarakterli pulsasiyalar və yüksək tezlikli maneələrin təsiri altında olan faydalı siqnalın əldə edilməsi üçün süzgəclənmə məsələsinin həllinə ehtiyac yaranmış olur. Bu xarici faktorlar içərisində kip katalizator axınının qeyri müntəzəmliyindən irəli gələn pulsasiyaları, kaloriferdən çıxan isti hava axınının sürətinin qeyri sabitliyini, su buxarı xəttində turbulenti və sairəni göstərmək olar. Şəkil 5-də regenerator qaynar təbəqəsinin sıxlığını və hündürlüyünü dolayı ölçmək üçün istifadə olunan təzyiqin ossilloqramı göstərilmişdir. Şəkildə absis oxunda dəqiqələrlə zaman intervalı qeyd olunmuşdur.



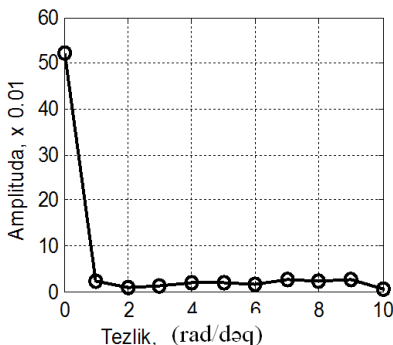
Şəkil.5. Regeneratorda təzyiqin zaman üzrə dəyişmə ossilloqramı

Süzgəcləmədə faydalı siqnal ilə maneələri ayıran kəsici tezliyin təyin edilməsi üçün spektral təhlil həyata keçirilmişdir. Siqnalın

$R(\tau) = \int_0^{\infty} f(x)f(x-\tau)dx$ avtokorrelyasiya funksiyası əldə edilmiş, sonra

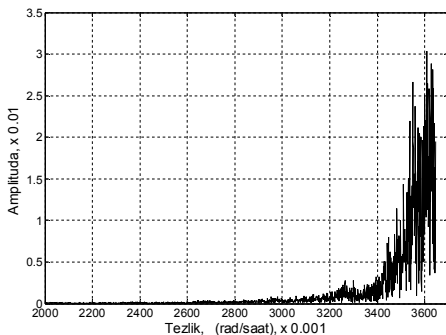
$S(j\omega) = \int_0^{\infty} e^{-j\omega\tau} R(\tau)d\tau$, $A(\omega) = \|S(j\omega)\|$ düsturları əsasında spektr təyin

edilmişdir. Düsturlarda $R(\tau)$ – avtokorrelyasiya funksiyası; $f(x)$ – siqnalın ixtiyari realizasiyası; τ – zaman sürüşməsidir.



Şəkil 6. Spektroqramın aşağı tezliklər sahəsi.

Furye çevirməsini həyata keçirən standart kompüter proqramlarından istifadə olunaraq pnevmonəqliyyat xəttində təzyiq döyüntülərinin spektral analizi həyata keçirilmişdir. Standart proqram kompleksinin Matlab versiyası $Y = \text{fft}(X)$ -dən istifadə olunmuşdur ki, həmin proqram prosedurdə X - siqnalı (diskret) əks etdirən vektor, Y - furye çevirməsi əsasında qurulan spektroqramı ifadə edir.



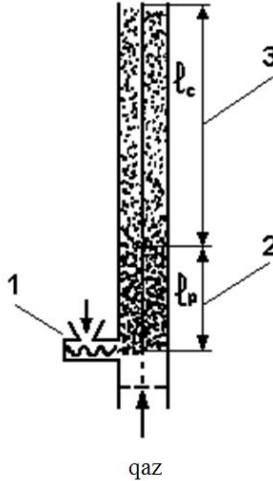
Şəkil 7. Spektroqramın yüksək tezliklər sahəsi

Aşağı tezlik süzgecinin passiv elementlərdən yığılmış sxemi, yəni RC süzgeci asanlıqla hesablanır. Kompleks ötürmə funksiyası $K(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega RC}$ kimi təyin olunan RC aşağı tezlik süzgecinin amplitud

tezlik xarakteristikası $|K| = 1/\sqrt{1 + (\omega RC)^2}$ kimi yazılır.

Buradan tutumun qiymətini $C = \frac{6.28}{4.7 \cdot 0.003} = 445 \text{ pF}$ kimi təyin edirik.

Dördüncü fəsil pnevmo nəqliyyat xəttinin sürətgötürmə zonasında bərk hissəciklərin sürətinin xətt boyu paylanmasının operativ təyini və monitorinqinə həsr edilmişdir. Katalitik krekinq üçün xüsusi əhəmiyyət daşıyan belə vizuallaşdırma, yəni paylanmanın ekran inikası insan-maşın idarətmə sistemlərində texnoloq-operatorun effektiv işinin təmin olunmasına və dayanıqsız rejimlərin qarşısının alınmasına yönəldilmişdir.



Şəkil 8. Pnevmonəqliyyat sisteminin üç xarakterik zonaya bölünməsi.

Şəkil 8-də pnevmo nəqliyyatın üç xarakterik zonaya ayrıldığı sxematik olaraq göstərilmişdir. Sıx axının transportyor vasitəsi ilə qaz tutqu zonasına ötürülməsi birinci zonanı müəyyən edir.

İkinci zona bərk faza hissəciklərinin sürətgötürmə prosesi ilə bağlıdır. Burada xəttin uzunluq koordinatı üzrə hissəciklərin təcilli hərəkəti müşahidə olunur. Bu hissənin xüsusi aerodinamikası ilə yanaşı dispers katalizator mühitinin sıxlığı da kordinat oxu üzrə kəskin dəyişir. Zonanın əvvəlində sıxlıq çox, axırında isə az olur.

Üçüncü zona stasionar axın zonası kimi qiymətləndirilə bilər. Buraya çatdıqda hissəciklərin təcilli hərəkəti stasionar hərəkətə çevrilir.

Daşıyıcı qazın təsiri altında vertikal xətt üzrə əlahiddə götürülmüş hissəciyin hərəkətini izləyək. Məlumdur ki, bu halda hərəkət iki qüvvə ilə - daşıyıcı qazla sürtünmə qüvvəsi və hissəciyin ağırlıq qüvvəsi ilə təyin olunmuşdur. Axının Stoks modeli əsasında bu hərəkət aşağıdakı diferensial tənliklə yazıla bilər:

$$m \frac{dv}{dt} = C_D \frac{\rho_q s^*}{2} (u - v)^2 - mg \quad (2)$$

harada ki, v – hissəciyin hərəkət sürəti; C_D – hissəciyin hərəkətə müqavimət əmsalı; ρ_q – qazın sıxlığı; m – hissəciyin kütləsi; s^* – hissəciyin Midl kəsiyi; u – daşıyıcı qazın xətti sürəti; g – sərbəst düşmə təcili; t – zamandır.

(2) diferensial tənliyinin hissəciyin borunun uzunluq koordinatı üzrə hərəkət tənliyi kimi qəbul edilməsi yalnız müəyyən fərziyyələr çərçivəsində qəbul edilə bilər. Dissertasiya işində bu fərziyyələr ətraflı olaraq əks etdirilmişlər.

Əldə etdiyimiz (2) tənliyinin pnevmo-nəqliyyatda axın modeli olaraq istifadə olunması üçün boru xəttində təzyiq düşgüsünün iki komponentini, yəni qaz fazasının statik, laminar axını ilə əlaqədar təzyiq düşgüsünü və vahid uzunluğa düşən həcmdəki bütün hissəciklərin təcilli hərəkətindən yaranan müqavimət qüvvələrinin nəzərə alınması lazım gəlir. Həmin təzyiq düşgüsü tənliyini aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$\frac{dP(l)}{dl} = -\frac{\gamma \rho_q}{2d} \frac{V_q^2}{S^2 (1 - \varepsilon(t))^2} - \varepsilon(t) C_{ef} \rho_q \left(\frac{V_q}{S(1 - \varepsilon(t))} - v(t) \right)^2 \quad (3)$$

harada ki, $P(l)$ – başlanğıcı katalizatorun daxil edildiyi nöqtəyə uyğun gələn koordinat sisteminin l – nöqtəsində ölçülən təzyiqi; γ – hidravlik sürtünmə əmsalını; d – xəttin diametrini ifadə edir.

Bundan sonra axınıda maddə miqdarının sabit qaldığı, yəni vahid zamanda xəttin ixtiyari en kəsiyindən keçən katalizator miqdarının

dəyişməzlik şərtinə əsaslanaraq $\varepsilon(t) = \frac{v(t_0)}{v(t)} \varepsilon(0)$ ifadəsini yazmaq imkanı yaranır, harada ki, $\varepsilon(0)$ – minimal fluidləşmə rejiminə uyğun sıxlıq, $v(0), v(t)$ – uyğun olaraq bərk fazanın başlanğıc və ixtiyari zaman anındakı sürətləridir.

Qeyd edək ki, (3) tənliyində birinci toplanan qarşısındakı vuruq Stoks qüvvələri hesabına meydana çıxan təzyiqli düşgüsünü nəzərə alır. İkinci toplanan axının təcilli hərəkətindən yaranan təzyiqli düşgüsünü əks etdirir.

(3) tənliyi (2) tənliyi ilə özünün sağ tərəfində $v(t)$ funksiyasının mövcudluğu ilə əlaqələndirilmişdir. Lakin (2) tənliyi $P(l)$ funksiyasını daxil etmədiyindən onun müstəqil olaraq həll edilməsi prinsip etibarlı ilə mümkündür. Qeyd edək ki, (2) və (3) tənlikləri müxtəlif koordinatlarda, yəni zaman və məkan koordinatlarında yazılmış olduqlarına baxmayaraq onları aşağıdakı inteqral birləşdirir:

$$l = \int_0^l v(\xi) d\xi \quad ; \quad l \in [0, L] \quad (4)$$

harada ki, L – nəqliyyat xəttinin uzunluğunu; ξ – inteqralaltı fiktiv dəyişəni göstərir.

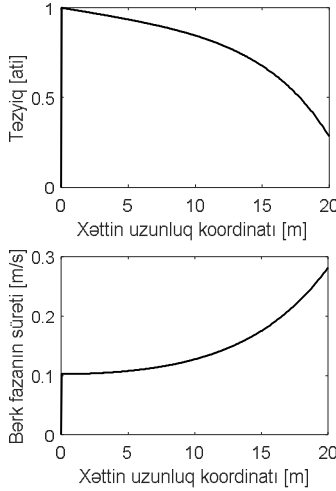
Model tənliklərə daxil olan əmsalların parametrik identifikasiyasını həyata keçirmək üçün təklif olunan metod parametrlərin variasiya intervallarının ekspert mülahizələri əsasında idarə olunması kimi ifadə oluna bilər. Axtarılan parametrlərin elmi mənbələrdən əxz olunan qiymətləri variasiya intervallarının mərkəzi, intervalın eni (genişliyi) isə ekspert qiymətləndirməsi və modelin baxılan parametərə qarşı həssaslığı ilə əlaqələndirilir:

$$\tilde{A} \in [a, b]; \quad a = \tilde{A} - I; \quad b = \tilde{A} + I \quad ; \quad I = \frac{1}{\xi \cdot E}$$

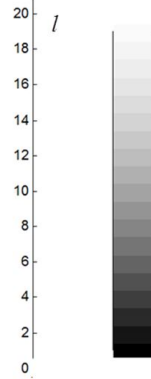
harada ki, \tilde{A} – variasiya olunan parametrenin mənbədən (ədəbiyyatdan) əxz olunmuş qiyməti; a, b – intervalın sol və sağ kənar nöqtələri; I – variasiya intervalının eni; ξ – variasiya olunan parametərə qarşı modelin həssaslığı; $E_k; k = 1, 2, 3$ – üç sinifə müvafiq qəbul edilmiş qiymətləndirici əmsaldır. Hesabat prosesində əmsallar üçün $E_1 = 0.25; E_2 = 0.4; E_3 = 0.6$ qiymətlərindən istifadə olunmuşdur.

(2),(4) model tənliklərini başlanğıc və sərhəd şərtləri əsasında həll edərək vertikal axında bərk faza sıxlığının və sürətinin (hissəciklərin orta sürətinin) xəttin uzunluq kordinatı üzrə paylanma funksiyasını əldə etmək mümkündür.

a)



b)



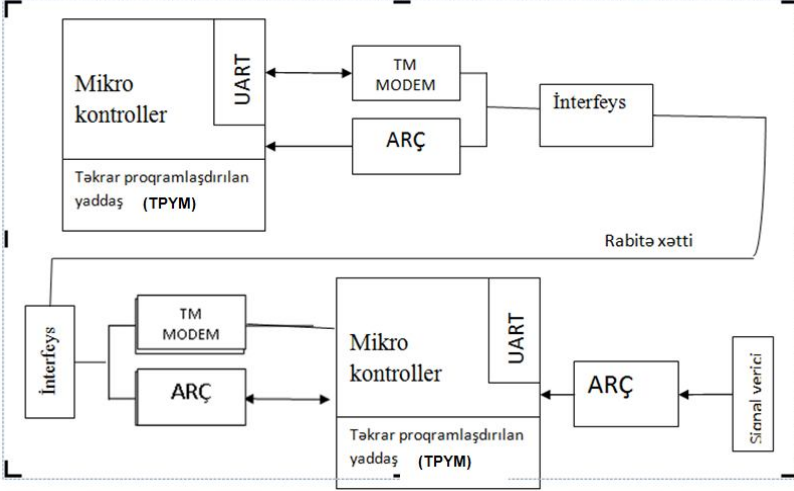
Şəkil 9. Nəqliyyat boru xəttinin uzunluq koordinatı üzrə sürətin və sıxlığın paylanma diaqramları (a) və sıxlığın rəng effekti ilə vizuallaşdırılması (b).

Şəkil 9-da nəqliyyat boru xəttinin (düz axınlı reaktorun) uzunluq koordinatına görə sürətin və təzyiqin paylanma diaqramı göstərilmişdir. Tund rənglər sıxlığın yüksək olduğu, açıq rənglər isə az olduğu hala uyğun gəlir.

Bəşinci fəsilə dolayı ölçülməsi nəzərdə tutulan parametrlərə görə layihələndirilən sisteminin texniki təminat məsələləri tədqiq olunur. Qarşıya qoyulmuş dolayı ölçmənin həyata keçirilməsində fiziki ölçmə məsələləri araşdırılır. Texnoloji ölçmə sisteminin HART protokolu əsasında yaradılmış vasitələrdən istifadə olunmasının məqsədayğunluğu təhlil olunur. Şəkil 10-da ölçü sisteminin HART protokolu əsasında lokal

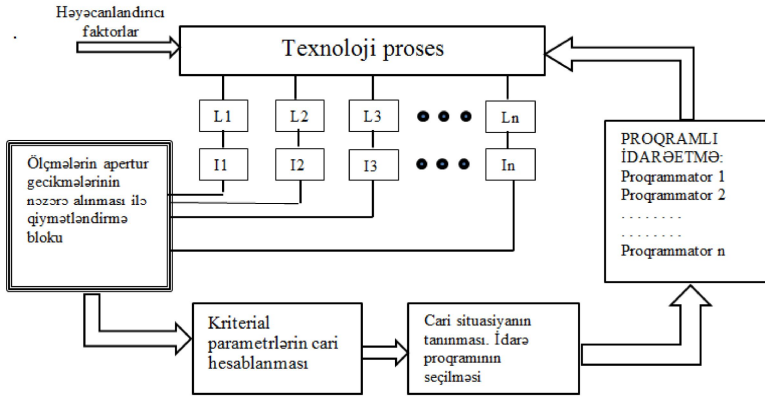
şəbəkə quruluşunun struktur sxemi göstərilmişdir. Sistemdə həm analog və həm də rəqəmsal informasiya eyni kanal ilə paralel olaraq ötürülür.

Bu fəsildə qarşıya qoyulmuş məsələlərdən biri də dolaylı ölçmədə siqnalın ötürülməsində kanal gecikmələrindən meydana çıxan xətalərin aradan götürülməsi ilə bağlıdır.



Şəkil 10. Analog və rəqəmsal siqnalların HART protokollu sistemin modulları üzrə ötürülməsi.

Zaman sürüşmələrinin ən geniş yayılmış səbəbi kimi ölçü cihazlarının ölçməyə sərf olunan vaxt itkiləridir. Digər gecikmə siqnalların mübadilə kanalları ilə ötürülməsinə sərf olunan müddətlə bağlıdır. Bu gecikmələr texnoloji prosesin dinamikasında xarakterik vaxt tərtibindən xeyli az olmalıdır.



Şəkil 11. Ölçmələri eyni t_0 start nöqtəsinə gətirən bloklu situasiyaya görə idarəetmə sisteminin alqoritmik strukturu.

Qismən kiçik miqyaslı gecikmələr siqnalların çevrilməsi, onların ötürmə kanalları ilə nəql edilməsi üçün hazırlanma prosesləri ilə bağlı olurlar (kanalların qəbul edilmiş protokollar üzrə fiziki-məntiqi hazırlanması, analoq-rəqəm çevrilməsi və s.). Dolayı ölçmədə bu problem xüsusi diqqət tələb etdiyindən onun aradan qaldırılması yolları təhlil edilir. İlk növbədə diqqət ona yönəldilir ki, əhəməli olaraq TP AİS-lərdə texnoloji ölçmələr ardıcıl sorğu (dövrü sorğu) prinsipi üzrə həyata keçirildiyindən tsiklin əvvəli ilə sonu arasında böyük zaman sürüşməsi meydana çıxır. Məhz buna görə TP AİS-lərin layihələndirilməsində parametrlərin qruplaşdırılmasından istifadə etməklə baxılan növ xətalərin minimuma endirilməsi məqsədəuyğun sayılır.

Fərz edək ki, dolayı ölçmə aşağıdakı statik asılıqla verilmişdir:

$$Y = F(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

Dolayı ölçmənin başlanğıc nöqtəsinə müəyyən edən hər hansı t_0 zaman anını qeyd edək, belə ki, həmin ədədin start nöqtəsi olduğunu, yəni müvafiq sinxronlaşdırıcı impulsun ön cəbhəsinin yerləşdiyi nöqtəni göstərdiyini qəbul edək. Ardıcıl fiziki ölçmələrdə hər bir ölçü siqnalının t_0 anından sonra qeyd olunaraq yaddaşa köçürülməsinə qədər keçən zaman intervalları müxtəlif olub, $\tau_1 < \tau_2 < \dots < \tau_n$ kəmiyyətləri ilə ifadə olunacaqdır. Prosesin t_0 anından sonrakı dəyişməsinin nəzərə alınması ilə

əlaqədar meydana çıxan Δx_i fiziki ölçmə meyletməsini aşağıdakı kimi yazmaq:

$$\Delta x_i = x_i(t - \tau_i) - x(t_0) = x'_i(t_0) \cdot \tau_i; i = \overline{1, n} \quad (5)$$

harada ki, $x'_i(t_0)$ – i nömrəli fiziki ölçü parametrinin t_0 anındakı dəyişmə sürətidir. Dolayı ölçmədə meydana çıxan müvafiq xəta aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$\Delta Y(\tau_1, \dots, \tau_n) = F(x_1 + \Delta x_1, \dots, x_n + \Delta x_n) - F(x_1, \dots, x_n)$$

Təbii, (5) ifadəsi əsasında fiziki ölçü xətasının nəzərə alınması yalnız apertur gecikmələri τ_i – lərin kiçik qiymətlərində daha dəqiq nəticələr verir.

Şəkil 11-də dolayı ölçmədə fiziki ölçmələri eyni start nöqtəsinə gətirən bloklu situasiyaya görə idarəetmə sisteminin alqoritmik strukturu verilmişdir. Sxemdə texnoloji ölçü kanallarının periodik sorğu sistemində zaman gecikmələrinin nəzərə alınması və situasiyaya görə idarə sistemində müvafiq proqramın seçilməsini əks etdirən struktur təsvir olunmuşdur.

DİSSERTASIYA İŞİNİN ƏSAS NƏTİCƏLƏRİ

1. Krekinq prosesində katalizator dövrəni dinamika parametrlərinin ölçülməsi və avtomatik nəzarət sistemlərinin yaradılması sahəsində elmi ədəbiyyatın təhlili göstərir ki, katalitik krekinq reaktor-regenerator blokunun operativ informasiya təminatı sistemləri üçün ən perspektivli yol müasir informasiya emalı texnologiyalarına istinad edən və riyazi modelləşdirməni əsas tutan dolayı ölçmə metodlarının inkişaf etdirilməsidir.

2. Katalitik krekinq prosesində qaynar təbəqə texnikasından istifadə olunması və reaksiya sürətinin kontakt müddətindən çox asılı olması dispers mühit hidrodinamika parametrlərinin, o cümlədən fazalar arası sürüşmə əmsallarının təyin olunmasına xüsusi diqqət yetirilməli olduğunu göstərir. Sürüşmə əmsallarının sistemdə maddə balansı diferensial tənliklərinə istinad olunaraq orijinal dolayı ölçmə metodunun təklif olunması praktiki cəhətdən özünü tam doğruldu və ölçü dəqiqliyini artırır.

3. Etalon model əsasında yaradılan özüsazlanan sistemin qurulması sürüşmə əmsallarının real vaxt rejimində daimi olaraq köklənməsini (adaptasiya olunmasını) təmin edir. Xarici təsirlərlə küylənmiş siqnalların statistik emalı əsasında təklif olunan adaptiv köklənmə alqoritminin riyazi

əsasları işlənmiş və praktiki realizasiyası həyata keçirilmişdir.

4. Dispers mühitin bir sıra dinamika parametrlərinin boru xəttinin uzunluq koordinatı üzrə qeyri-bərabər paylanması həmin koordinat üzrə bir neçə nöqtədə avtomatik ölçmə aparılmasını tələb edir. Belə ölçmələr ilk növbədə pnevmonəqliyyat rejiminin idarə olunma məsələləri ilə bağlı zərurətdən irəli gəlir. Digər zərurət proseslərin təcrübi (faktik) materiallar əsasında öyrənilməsi ilə əlaqədardır.

5. Krekinq prosesi üçün xarakterik olan vertikal boru üzrə katalizator pnevmonəqliyyatının qarşılaşdığı hissəciklərin təcilli hərəkət modeli diferensial tənliklər sistemi şəklində yaradılmış və həllin nəticələri təhlil olunmuşdur.

6. Krekinq prosesi üçün nəzərdə tutulan dolayı ölçmələrin fiziki ölçmələr qarşısında qoyduqları bir sıra texniki şərtlər HART protokolu üzrə yaradılmış ölçü texnikası vasitələrinin tətbiqini daha məqsəduyğun edir. Dolayı ölçmələrin statik asılılıqlar əsasında həyata keçirilməsi bu ölçmə kompleksinə daxil olan hər bir parametrin ölçülməsinin sinxronlaşdırılmasını tələb edir.

Dissertasiyanın əsas nəticələri aşağıdakı nəşrlərdə öz əksini tapmışdır:

1. Xəlilov S.A., Ağayev U.X., Hüseynova A.S. Maye səviyyəsini ölçmək üçün virtual sistem // **Sumqayıt Dövlət Universitetinin Elmi xəbərləri**, 2010, №3, s.53-56.
2. Kazimov N.M., Khalilov S.A., Aghayev U.X., Talibov N.H., Huseynova A.S. Intellectual System for Measurement of Pressure // **The Third International Conference “Problems of Cybernetics and Informatics – PCI 2010”**, Section-2, Baku, September 6-8, 2010, p.p. 326-327.
3. Hüseynova A.S., Rəhimova M.R., Həşimova H.M., Əliyeva S.B. HART-protokollu rejimində təzyiqa nəzarət sistemi // **Sumqayıt Dövlət Universitetinin Elmi xəbərləri**, 2011, №3, s.84-87.
4. Халилов С.А., Агаев У.Х., Гусейнова А.С. Система контроля уровня сыпучих материалов // **Прикаспийский журнал, Управление и высокие технологии**, №1, 2011, с. 8-11.
5. Гусейнова А.С. Интеллектуальная система для контроля давления с помощью преобразователя CERABAR.// **Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları Respublika Elmi konfransının Materialları**, Sumqayıt 2012. s.122.

6. Агаев У.Х., Халилов С.А., Гусейнова А.С. Система контроля уровня и давления в режиме протокола HART. **CAP LAMBERT Academic Publishing Gmb H& Co. KG**, Saarbrücken Germany, 2012. 76 p.
7. Нагиев А.Г., Халилов С.А., Агаев У.Х., Гусейнова А.С. Самонастраивающаяся система косвенного измерения скорости пневмотранспорта катализатора в реакционно-регенерационных системах химической промышленности // **Автоматизация в промышленности**, Москва, №12, 2012, с.62-66.
8. Nağıyev Ə.H., Hüseynova A.S. Reaktor-regenerator sistemlərində tozəkilli katalizator axınının hidrodinamik parametrlərinə dolayı avtomatik nəzarət sistemi // **Akademik T.Şahxatınskinin 90-illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika Elmi Konfransı. Məruzələrin tezisləri**, Bakı, 2015, s. 85.
9. Naghiyev A.G., Khalilov S.A., Aghayev U.Kh., Huseynova A.S. A Self-adjusting Indirect Measurement System for the Catalyst Pneumotransport Speed in Reactor-regenerator Systems of Chemical Industry. **Automation and Remote Control. Springer International Publishing**, 2015. Volume 76, Issue 12 , p.p. 2233-2240.
10. Hüseynova A.S. HART protokollu şəbəkə mühitində katalitik krekinq qurğusunun istilik dinamikası parametrlərinin dolayı ölçülmə məsələsinə dair // **“Energetikanın müasir elmi-texniki və tətbiqi problemləri” Beynəlxalq Elmi Konfransının materialları**, Sumqayıt-2015, s.166-169.
11. Hüseynova A.S. Hart protokollu şəbəkə mühitində katalitik krekinq qurğusu üçün meteoroloji təminat kompleksi // **Doktorantların və Gənc Tədqiqatçıların Respublika Konfransı**, Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, Bakı, 2015, s. 121-123.
12. Нагиев А.Г., Халилов С.А., Гусейнова А.С., Нагиев Г.А. Визуализация фактора распределения плотности транспортирующихся катализаторов по длине вертикальных трубопроводов в установках крекинга нефтяных газойлей // **Химическое и нефтегазовое машиностроение**, Москва, 2016, № 1, с. 11-15., (Məqalənin ingilis dili variantı: Nagiev A.G., Khalilov S.A., Huseynova A.S. et al. Visualization of the Factor of Transported-Catalyst Density Distribution Along the Length of Vertical Pipelines in Petroleum Gas Oil Cracking Units) **Chemical and Petroleum Engineering**, 2016, Vol. 52, Issue 1, pp 15-20.)

13. Nağıyev Ə.H., Hüseynova A.S. Ölçü siqnalı komutasiya sistemlərinin fiziki kanal səviyyəsindəki gecikmələrlə bağlı yaranan xətanın analitik yolla aradan qaldırılmasının mümkünlüyü haqqında // **Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları III Respublika Elmi Konfransının Materialları**, Sumqayıt-2016, s. 207-208.
14. Hüseynova A.S. Borudaxili dispers axın parametrlərinin avtomatik qiymətləndirilmə sistemi. // **Doktorantların və Gənc Tədqiqatçıların Respublika Konfransı**, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı; 2016, s.245-247.
15. Hüseynova A.S. Pnevmo nəqliyyat xətləri dispers axınlarının avtomatik dolaylı ölçmə məqsədli riyazi modelləşdirilməsi // **Sumqayıt Dövlət Universitetinin Elmi xəbərləri**, 2016, №1, s.76-79.
16. Нагиев Г.А. Гусейнова А.С. Учет влияния временных сдвигов в последовательности опроса датчиков в АСУ высокоскоростными процессами // **Материалы Международной научно-технической конференции. Наука, технология, производство**, 2017, Уфа, УГНТУ 2017, с. 312-314.
17. Nağıyev H.Ə., Hüseynova A.S. Texnoloji proseslərin situasiyaya görə idarəetmə sistemlərində ölçü siqnalları traktında zaman sürüşmələrinin nəzərə alınması // **Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri**, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, 2017, №6, s. 97-102.

Həmmüəlliflərlə birgə işlərdə iddiaçının şəxsi fəaliyyəti:

[1-4,6] – ölçü sisteminin struktur sxeminin işlənməsi və miqyaslaşmanın həyata keçirilməsi;

[7,9] – balans tənliklərinin tərtib edilməsi, parametrik identifikasiya məsələsinin riyazi yazılışı və proqramlaşdırılmış həlli;

[8] – məsələlərin qoyuluşu (həmmüəlliflə birlikdə), həll alqoritminin və proqramının işlənməsi və realizasiyası;

[12] - də məsələlərin qoyuluşu modelinin işlənməsi (həmmüəlliflə birlikdə), hesabların aparılması və alqoritmin realizasiyası;

[13,16,17] - də məsələnin qoyuluşu (həmmüəlliflərlə birlikdə), həllin alqoritmləşdirilməsi.

Афет Судеф гызы Гусейнова
Разработка методических основ косвенного измерения
параметров динамики циркуляции катализатора
в процессе крекинга

РЕЗЮМЕ

Диссертация посвящена проблеме косвенного измерения ряда важных параметров кинетики циркуляции катализатора в реакционно-регенерационных каталитических системах, осуществляющих процессы крекинга нефтяных газойлей.

В работе приводится анализ проблемы оперативного измерения, существующей в названной области с учетом современной практики управления промышленными системами глубокой переработки нефти.

Дается математическая формулировка постановки задачи оценки коэффициента межфазового скольжения, направленной на косвенное измерение скорости циркуляции катализаторной массы в системе реактор-регенератор. Прорабатываются вопросы построения адаптивной системы самонастройки данного параметра.

Разрабатывается методика визуализации распределения таких параметров динамики пневмотранспорта на разгонном участке линии как скорость и плотность транспортируемой твердой фазы.

Анализируется проблема временных задержек при косвенном измерении в контексте ситуационного управления режимами промышленных систем.

Afet Sudef gizi Huseynova

**Development of the Methodical Basics for Indirect Measurement
of the Dynamics Parameters of Catalyst Circulation
in the Cracking Process**

SUMMARY

The thesis is devoted to the problem of indirect measurement of a number of important parameters of the catalyst circulation kinetics in reaction-regenerative catalytic systems that perform cracking of petroleum gas oils.

The paper provides an analysis of the problem of operational measurement, existing in the mentioned area, taking into account the modern practice of managing industrial deep oil processing systems.

We give a mathematical formulation of the setting of the problem of estimating the coefficient of interfacial slip directed to an indirect measurement of the circulation velocity of the catalyst mass in the reactor-regenerator system. The questions of constructing an adaptive self-tuning system of this parameter are being studied.

A technique is developed for visualizing the distribution of such parameters of the dynamics of pneumatic transport in the over-stretched section of the line as the speed and density of the transported solid phase.

The problem of time delays in indirect measurement in the context of situational control of industrial system regimes is analyzed.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

СУМГАИТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

АФЕТ СУДЕФ КЫЗЫ ГУСЕЙНОВА

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ
КОСВЕННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
ДИНАМИКИ ЦИРКУЛЯЦИИ КАТАЛИЗАТОРА
В ПРОЦЕССЕ КРЕКИНГА**

**3337.01 – «Информационно-измерительные и управляющие
системы (по отраслям)»**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

Диссертации на соискание ученой степени доктора
философии по технике

СУМГАИТ- 2018



Çapa imzalanmışdır: 21.02.2018-ci il.
Şərti ç.v.1,75. Kağız formatı 60*84^{1/16}
Sifariş № 08. Tiraj 100 nüsxə.

Sumqayıt Dövlət Universitetinin
Redaksiya və nəşr işləri şöbəsi
Sumqayıt şəhəri ,43-cü məhəllə

