

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**

N.Y.ZEYNALOV

**KİMYA TEXNOLOGİYASI
PROSESLƏRİNİN RİYAZİ
MODELLƏŞDİRİLMƏSİ
(dərs vəsaiti)**

Bakı Dövlət Universitetinin Rektorunun 11.07.2016-
cı il tarixli R-74 sayılı əmri ilə təsdiq edilmişdir.

BAKİ-2016

Elmi redaktoru:

**Texnika elmləri doktoru, professor
Ç.Ş.İBRAHİMOV**

Rəyçilər:

**Kimya elmləri doktoru, professor
E.İ.ƏHMƏDOV**

**Texnika elmləri doktoru, professor
F.V.YUSUBOV**

**Kimya elmləri namizədi, dosent
M.Ə.CAVADOV**

N.Y.Zeynalov. Kimya texnologiyası proseslərinin riyazi modelləşdirilməsi. Dərs vəsaiti. Bakı. «Bakı Universiteti» nəşriyyatı, 2016, 180 səh.

Kitabda ümumi kimya texnologiyası, kimya texnologiyasının nəzəri əsasları, yeni kimyəvi-texnoloji proseslər (KTP) işlənərkən modelləşdirmə metodlarının tətbiqi şərh olunur. Klassik modelləşdirmə ideyaları ardıcılıqla izlənir və kimya kibernetikasının elmi bazası çətdirilir. KTP-in modelləşdirilməsinin əsas mərhələləri, texnoloji proseslərin optimallaşdırılmasında modelləşdirmənin tətbiqi praktik məsələlərlə verilir. Kimyəvi-texnoloji sistemlərin ümumi riyazi modelinin aşkarlanması, nəticələrin KTP-ə tətbiqi və avtomatik idarəetmə işinin təşkili misallarla verilmişdir.

Dərs vəsaiti kimya və kimya texnologiyası sahəsində təhsil alan tələbələr, magistrant və doktorantlar, eləcə də texnoloji proseslərin modelləşdirilməsi elmi ilə məşğul olan mütəxəssislər üçün nəzərdə tutulmuşdur.

2802000000
Z — 2016
M - 658(07)

©«Bakı Universiteti» nəşriyyatı, 2016

ÖN SÖZ

Qlobal istiləşmə ilə müşahidə olunan müasir dövrdə is- tehsal sahələri üzrə enerji sərfinin minimuma endirilməsi və ekoloji təmiz texnologiyaların tətbiqi xüsusilə maraqlıdır. Məsələnin həllində xammal sahələrinin dərin emalı və sənaye istehsalının modelləşdirilməsi işinə ehtiyac yaranır. Bu sahə üzrə mütəxəssislərin hazırlanmasında ali təhsil müəssisələrin- də tədris olunan «Ümumi kimya texnologiyası», «Kimya tex- nologiyası prosesləri və aparatları», «Texnoloji proseslərin modelləşdirilməsi» və s. ixtisaslarının hərtərəfli öyrənilməsi vacibdir. Məsələnin həllində uyğun klassik ədəbiyyat məlu- matlarını və münasib tədqiqat işlərinin nəticələrini baza kimi qəbul etməklə təhsil dövründə tələbə və magistrlərin kimya texnologiyasının nəzəri əsaslarını geniş səviyyədə mənimsə- mələrinə imkan verən «kimya-texnologiyası proseslərinin riyazi modelləşdirilməsi» mövzusunda hazırladığım dərsliyin köməkliyini nəzərə almışam.

Modelləşdirilmənin əsas prinsipləri və müasir informa- siya TexnoLogiyaLarının TəTbyf İstənİLən KİMYƏVİ - TexnoLoj'İ prosesi hərtərəfli araşdırmağa imkan verir.

Dərs vəsaiti kİmyaçı - texnoloqların hazırlanması, kİmya sənayesİnİn müxtəlif İstehsal sahələrİnİn eləcə də, neft emalı və neft kİmya sənayesİnİn optİmallaşdırılması və avtomatik İdarəetmə sİstemİnİn formalaşdırılması İşİndə geniş İstİfadə İmkanına malİkdİr.

Qeyd edək kİ, bu sahə üzrə mütəxəssİslərlİn hazırlanma- sı İşİndə kİmya texnologİyasının ətraflı öyrənilməsİ xüsusİlə, «Ümumİ kİmya texnologİyası» və «Kİmyəvİ texnolojİ pro- seslərlİn riyazİ modelləşdİrİlməsİ» məsələsİnİn hər- tərəflİ araşdırılması və ayrıca fənn kİmlİ tədrİsİ tələb olunur.

Məlumdur kİ, kİmyaçı - texnoloq kİmya sənayesİnİn layİhləşdİrİlməsİ, qurulması və təşklİlİ sahəsİndə geniş elmİ bazaya malİk olmalıdır.

Bu məsələlərin hərtərəfli öyrənilməsİ üçün araşdırılan sistem üzrə baş verməsi ehtimal olunan proseslərin ümumi qanunauyğunluqları dəqiqləşdİrİlməli, texnoloji şəraitin seçimi, xammal və enerji mənbələrinin faydalı istifadəsİ işİ , eləcə də, prosesin gedİşİ zamanı müşahidə olunan ekoloji təsir göstəriciləri aşkarlanmalı və idarə olunmalıdır.

Qeyd olunan məsələlərin araşdırılması təqdim olunan kursun əsas məqsədi kimi qəbul olunmuşdur.

Dərs vəsaitində müxtəlif KİMYƏVİ - Texnoloji rəşəslərin ətrafı ÖYRƏNİLƏRƏK sistemləşdiriləsi, KİMYƏVİ - Texnoloji'ni sistemlərin qurulması prinsipləri haqqında təsəvvürlər, onların hesablanması metodları, həmçinin kimyəvi-texnoloji sistemin müxtəlif elementləri üzrə modellərin qurulması üsulları geniş şərh olunmuşdur. Eləcə də, nəticələrin təbiiqi əsasında opti- mal texnoloji şəraitin, kimyəvi reaktorların və köməkçi aparatların seçimi əməliyyatları, optimal texnoloji layihələrin tərtibi qaydaları və texnoloji proseslərin idarəetmə işinin təş- kilil ilə tələbələrin və tədqiqatçıların tanışlığı işinə xüsusi ma- raq ayrılmışdır.

Dərslik bölmələri üzrə ardıcıl tamamlama izlənilmiş və hər bir bölmə nəticələrin uyğun proseslərə təbiiqi ilə yekun- laşmışdır.

Oxucuların bütün irad və tövsiyələri məmunliyyətlə qəbul ediləcəkdir.

k.e.n.,dos. N.Y.ZEYNALOV

GİRİŞ

İşənilən kimya sənayesi istehsalını mürəkkəb texnoloji QURULUŞLA MÜƏYYƏN olunan KİMYƏVİ - Texnoloji'y sistem (KTS) kimi təsəvvür etmək olar. Bu halda yekun istehsal müxtəlif miqdarda və quruluşda aparatların və aparatlararası texno- loji əlaqələrin ümumi sistemi ilə təyin olunur. Ona görə də kimyəvi-texnoloji istehsalın reallaşdırılmasını təmin etmək üçün mümkün kimyəvi çevrilmələrin nəzəri ehtimal sərhəddi, kütlə və enerji ötürmələri, məhsulun çıxımı və keyfiyyəti, həmçinin ekoloji göstəricilərin vahid sistem çərçivəsində öyrənilməsinə maraq formalaşır.

Əməliyyatın reallaşdırılması işinin tələbə və tədqiqatçılara geniş səviyyədə çatdırılması üçün öyrənilən sistem üzrə hər bir təsir faktorunun əsas göstəricilərə miqdarı təsirinin aşkarlanmasına və nəticələrin funksional ifadə formasının müəyyənləşdirilməsinə ehtiyac yaranır.

Ortaya çıxan məsələlərin KTS-lərin araşdırılması və sənaye həcminə çıxarılması işinə təbiiqi ardıcılıqla «Kimya texnologiyası proseslərinin

riyazi modelləşdirilməsi» mövzusunda tərtib etdiyimiz dərs vəsaitində şərh olunmuşdur.

Qeyd edək ki, modelləşdirmə əməliyyatlarının kim- yada və kimya- texnologiyasında tətbiqi kimyəvi-texnoloji proseslərin (KTP) qanunauyğunluqlarını aşkarlamağa, onların optimallaşdırılmasına və idarəetməsinin təşkilinə imkan verir.

Dərsliyin tərtibində ümumi sistem üzrə proseslərin nəzəri analizi, əsas göstəricilərin - funksiyaların miqdarı dəyişikliyinə idarə olunması və təyinatı ətraflı təsvir olunmuşdur. Öyrənilən sistem zonalarında mümkün proseslərin riyazi yazılışları müəyyənləşdirilmiş və nəticələr əsasında KTS-in ümumi riyazi modelinin tərtibinə aid geniş şərhlər verilmişdir.

Dərklilik hazırlanarkən nəticələrin praktik tətbiqi işində Tələbə və Kimyaçı - mühəndislər modelin qurulmasına və hesablama metodlarına uyğun proqramlar kompleksinin öyrənilməsi və seçilməsi işi ilə ətraflı tanış olur. Əməliyyat vasitəsi kimi elektron hesablama şəbəkələrinin tətbiqi işlənmişdir.

Dərs vəsaitində modelləşdirmə əməliyyatının çatdırılması ardıcılıqla növbəti tamamlama işlərinin yekun kimi təsvir olunmuşdur:

- texnoloji proseslərin modelləşdirilməsi ələminin in-kişaf tarixi ətraflı şərh olunur. Modelləşdirmə ideyalarının praktik tətbiqi və kimyəvi kibernetikanın formalaşması dövrü əsaslandırılır;

- modelləşdirmənin mahiyyəti, əsas məqsədi, modellər haqqında məlumat və əsas modelləşdirmə metodları;

- KTP-in modelləşdirilməsinin əsas mərhələləri, fiziki modelləşdirmənin əsasları, fiziki modelləşdirmədə «Oxşarlıq» nəzəriyyəsi haqqında məlumat;

- KTP-in modelləşdirilməsində kinetik faktorlar, kinetik göstəricilərin təyinat metodları;

- texnoloji proseslərin optimallaşdırılmasında modelləşdirmə metodlarının rolu. KTP-in optimallaşdırılmasına aid praktik məsələlər;

- KTP-in ümumi riyazi modelinin aşkarlanması və KTP-in modelləşdirilməsində kimyəvi kibernetikanın rolu, praktik məsələlərə

tətbiq oluna çatdırılır.

Bununla yanaşı araşdırılan proseslərin optimal texnologiyaya layihəsinin və avtomatik idarəetmə sisteminin formalaşmasında dərslik geniş imkanlara malikdir.

I FƏSİL

TEKNOLOJİ PROSESLƏRİN MODELLEŞDİRİLMƏSİNİN İNKİŞAF TARİXİ

Kimya sənayesinin layihələşdirilməsi və istehsal səviyyəsinə gətirilməsi işində öyrənilən prosesin nəzəri əsaslarının işlənməsi əsas diqqət mərkəzini təşkil edir. Elm tarixində bu məsələnin həlli eləcə də, paralel olaraq proseslərin optimal idarə edilməsi işinin elmi əsaslarla həyata keçirilməsi kimya texnologiyası sahəsində ixtisaslaşan mütəxəssislərin öhdəsinə düşür. Ona görə də texnoloji proseslərin araşdırılması əməliyyatında proses haqqında ilkin informasiyaların toplanmasını təmin edən, onları yadda saxlayan, analiz və emal edən, sistemlərin idarə edilməsi işini həll edən bölmələrin eyni sistem çərçivəsində kimya texnologiyası elminin tərkib hissəsi kimi öyrənilməsinə ehtiyac yaranır.

Kimya texnologiyasının nəzəri bazasının əsasını təşkil edən bu sahədə elmdə kimya kibernetikası kimi qəbul olunur. Kibernetika elmi texnoloji proseslərin modelləşdirilməsi metodlarının proseslərə tətbiqi ilə müasir formalaşma dövrünü keçir. Qeyd edək ki, müasir dövrdə modelləşdirmə metodlarından istifadə etmədən texnologiyaya elminin inkişafı mümkün-süzdür.

Eyni zamanda elektron hesablama şəbəkələrinin tətbiq imkanlarının genişlənməsi və nəticələrin texnoloji proseslərin modelləşdirilməsi əməliyyatlarında istifadəsi sənaye proseslərinin layihələşdirilməsi və idarəetmə işinin dəqiqliyini tələbat səviyyəsinə yüksəltməyə imkan verir. Ona görə də KİMYƏVİ - Texnologiyaya proseslərin modelləşdirilməsi elminin inkişaf dövründə tətbiq olunan PƏZƏRİYYƏLƏRİP KonKreT proceclnr üzrə HƏRTƏRƏFLİ ÖYRƏPİLMƏSİPƏ EHTİYAC YARAPIR.

Modelleşdirmə metodları ilə məlum işləmədə imkanlarını belə qruplaşdırmaq olar:

- ÖYRƏNİLƏN proseslərin tədricən işləmədə ehtiyac kimi

təcrübi bazalar əsasında proseslərin əsas göstəricilərini hesab- LamaLar YOLU İLə fytəTLənDİqtəK tütKünDüq;

- Əgəq eHTıyac yaqanaqsa, qıyazı toDeLın TəTbıf əsasınDa LayıHə gösTəqıcləqınlın çevİK DəyİşDİqİLtəsİ ətəLiyyaTı apaqıLıq;

- ELEktqon hesabLama şəbəkəLəqınlın və qıyazı moDeLın tətbiqı pqosesLəqın optıtaL İDaqə oLunta İtkanLaqını asan- LaşDııq;

- Fızıklı və qıyazı toDeLLəşDİqtənİn bıqgə tətbiqınlDən pqosesLəqın İstehsaL səvıyyəsİnə çatDıqıLtası və İDaqəettə İŞİ- nİn təşkilİnDə İstıfaDə oLunuq.

ÜtütıyyətLə, texnoLojı pqosesLəqın toDeLLəşDİqİLtəsİ eLtinİn İnkışaf Dövqünü növbətİ təqhəLəLəq üzqə təsvıq ettək oLaq:

1 .1. Modelləşdirmə haqqında ilkin nəzəri təsəvvürlər

NövünDən asıLı oLtayaqaq İstənilən İstehsaL İŞİnİn təşkilİ nəzəqDə tutuLan İstıqatət üzqə ehtıtaL oLunan qanunauyğunLuqLaqın aşkaqLantasını təLəb eDİq. Məsə- Lənlın anaLİtik həLLİ bıq sıqa çətinLİkLəqLə baqLıDıq. BeLə kl, bu halDa pqosesİn əsas göstəqıcləqınlın təsİq faktoqLaqına göqə payLantasını DəqıqləşDİqtək LazıtDıq. Bu sahədə İLk aqaşDıqtaLaq klıyövı - texnoLojı pqosesLəqə (KTP) oxşaqLıq nəzəqıyyəsİnİn tətbiqı əsasınDa 1925-ci İLDə AL- tanıyaDa apaqıLtışDıq. SonqaLaq Ateqıka və Avqopa aLİtLəqınlın nəzəqıyyəyə oLan genİş taqaqı bıq sıqa sə- naye pqosesLəqınlın qeaLLaşDıqıLtasınDa genİş qoL oy- natışDıq. Nəzəqıyyənİn tətbiqınlDə İLkİn Laboqatoqıya təDqıqatLaqınDan sənaye quqğulaqına qəDəq oLan bütün keçİD təqhəLəLəqı nəzəqə aLınıq.

Aqtıq 1930-cu İLLəqDə nəzəqıyyənİn saDə anaLİtik İfaDəLəqı tətbiq oLunuqDu. QeyD eDək kl, 1935 - 1940-cı İLLəqDə təşkil oLunan genİş həctLİ sənaye pqosesLəqınlDən sulfat və nitrat turşularının eləcə də, sintetik kauçukların istehsalında optimal texnoloji layihə riyazi modelləşdirmənin ilkin tətbiqı əsasında aparılmışdır.

1945-1950-ci illərdə Almaniyada, digər Avropa ÖLKəLərlİnDə və Keçmiş Sovet məKanında Kimyaçı - TəDfqaTçıLarın və müHənDis - KimyaçıLarın arırdıqı əK- sər tədqıqat işlərinin təşkili, nəticələrin təcrübə -

sınaq qurğularına çıxarılması və istehsal sahələrinin reallaşdırılması işinin təşkilində optimal şəraitin təyini, optimal qurğuların müəyyənləşdirilməsi və optimal layihələşdirmə ardıcılığı əsas kimi qəbul olunmuşdur.

Yeni riyazi metodların müəyyənləşdirilməsi və nəticələrin həllində elektron - hesablama texnikalarının tətbiqi 1960-cı illər ərafəsində KTP-lərin riyazi modelləşdirilməsi sahəsində aparılan tədqiqat işlərinə marağı xeyli artırdı. Bu sahədə aparılan ilk tədqiqat işləri MH- 7 elektron qurğusunun tətbiqi əsasında aparılmışdır. Hansı ki, 6 dərəcəli qeyri - xətti tənliklərin həllini aşkarlamağa imkan verir. Qeyd edək ki, bu sahədə reallaşdırılan ilk tədqiqat işinin nəticələri 1958-ci ildə SSRİ EA Sibir Şöbəsinin Kataliz İnstitutunda V.B. Skomoroxovun rəhbərliyi ilə etilenin oksidləşməsi prosesinə tətbiq olunmuşdur.

Sonralar inteqral sxemlərə əsaslanan vahid sistemli EHM-larının üçüncü mərhələsinin elmə gəlişi riyazi modelləşdirmə metodunun tətbiqi imkanını xeyli genişləndirdi. Həmçinin 1979-cu ildən SSRİ EA-nın İdarəçilik İnstitutunda və bir sıra Avropa ölkələrində işlənilən hazırlanan Hibrid hesablama metodlarının (ABS-100) KTP-lərin modelləşdirilməsinə tətbiqi uyğun proseslərin optimallaşdırılması və idarəedici işinin aşkarlanmasına imkan verir.

Bu sahədə aparılan tədqiqat işlərinin nəticələri 1958-ci ildən başlayaraq Kimyəvi Proseslərin Mühəndisliyi (KPM) işinə dair Keçirilən Beynəlxalq Simpoziumlarda (İSCRE) geniş müzakirə olunur. Sonralar 1960-cı ildə Niderlandda, 1964-cü ildə isə Böyük Britaniyada keçirilən simpozium son illər iki ildən bir müxtəlif ölkələrdə yüksək səviyyədə təşkil olunur.

Nəticələr göstərir ki, proseslərin modelləşdirilməsi işinin təşkili və reallaşdırılmasında əsas çətinlik riyazi modelin struktur tənliklərinin qurulması və sistemləşdirilməsi işidir.

Bu əməliyyat mərhələləri üzrə aparılır:

- əvvəlcə mərkəzli sənəddə Termodinamik və kinetik məsələlərin həlli;

- sonra əlavə ötürmələri məs., diffuziyaları nəzərə almaqla kinetik modelin formalaşdırılması;

- üçüncü mərhələdə keçid elementləri strukturda nəzərə alınır;

- ardıcıl olaraq prosesin optimallaşdırılması və optimal strukturun təyini.

Bu mərhələlər arası qarşılıqlı əlaqə istiqamətlən-dirmə işini müəyyənləşdirməyə imkan verir. Nəticə kimyəvi reaktorların modelləşdirilməsində tətbiq olunur. Kimyəvi reaktorlar müxtəlif təyinatlıdır. Reaktorlar bir sıra ümumi göstəricilərə və uyğun fəza - vaxt İerarxiya quruluşuna malikdir. Bu səviyyəsinə görə şərti olaraq reaktorları belə qruplaşdırmaq olar:

- kvant - kimyəvi və ya nano (< 100 nm).
- mikro (< 1 nm).
- mezo (< 10 sm olan hissəciklər, damcılar, də-nəciklər və s....).
- makro (aparət ölçüsü 10 sm - 10 m).
- meqasəviyyəli İş şəraiti (ətraf mühit, zavod və s.).

Mövcud Kimyəvi sistemlərdə vaxtın $10^{15} : 10^8$ s İntervalında Dərsdir Halda artralrın optimal ölçüsü $10^8 : 10^6$ m çərçivəsində müəyyən olunur.

Əgər proses katalitik təsir iştraKında artrlarsa, modelləşdirmə əməliyyatı atom-molekulyar səviyyədən başlayır. Bu zaman kvant - kimyəvi hesabatdan alınan mümkün informasiyalar da nəzərə alınır. Atom-molekulyar səviyyənin aşkarlanmış nəticələri kataliz probleminin həllində böyük əhəmiyyətə malikdir.

Modelləşdirmənin tətbiqi prosesin əsas faktorlarının xüsusilə katalizatorun aktivliyinin təsir zonası üzrə paylanması idarə etməyə imkan verir. Bu halda reaksiya qarışığının çevrilmə sürətinin reaksiya səthinin xassələrinə, temperatura, proses iştirakçılarının ötürülmə əmsalına və s. görə paylanması nəzərə alınır. Belə qənaətlər gəlmək olar ki, növbədən asılı olmayaraq istənilən KTP-in kinetik modeli ümumi riyazi modelin əsas tərkib hissəsini təşkil edir.

Texnoloji sistemin zamana görə fəza strukturu üzrə qanunauyğunluqlarının dəyişikliyi ümumi şəkildə belə təsvir etmək olar:

- müəkkəb Texnoloji sistemlərin xüsusi Tədqiqat materiallarının tətbiqi əsasında tərkib hissələri üzrə öyrənilməsi;
- Təşkilədi proseslərin qarşılıqlı əlaqəsinin təyini;

- proseslərə kütlə, istilik, impuls ötürmələrinin və çevrilmə sürətlərinin öyrənilməsi;
- ardıcıl olaraq ümumi struktur səviyyəsində proses və aparatların optimallaşma əməliyyatının aparılması;
- ilk tədqiqat işlərinin nəticələrinin sənaye şəraitinə ötürülməsi işinin həlli;
- müxtəlif reaktorlarda aparılan modelləşdirmə əməliyyatının nəticələrinin təbii, sənaye reaktorlarının ümumi analogiyasının araşdırılması;
- optimal texnoloji layihənin dəqiqləşdirilməsi.

1.2. Modelləşdirmə ideyalarının praktik əhəmiyyəti

Uyğun nəticələrin funksiyalaşdırılması və münasib riyazi metodların tətbiqi ardıcıl olaraq modelləşdirmə əməliyyatını aşkarlamağa imkan verir. Qeyd edək ki, XX əsrin 60-cı illərindən başlayaraq geniş inkişaf yolu keçən riyazi modelləşdirmənin kimya elminə tətbiqi sahəsində M.F. Nağıyev, N.V. Qafarov, R. Vernen, M. Şanon, T.N. Şaxtaxtinski, G.Ş. İbrahimov və s. alimlərin apardığı geniş həcmli tədqiqat işləri belə qənaətə gəlməyə imkan verir ki;

- Öyrənilən proseslərin ilkin eksperimental nəticələri baza kimi qəbul olunaraq sonrakı nəticələr model əsasında müəyyələşdirilir;

- prosesin optimallaşdırılması elektrop hesablaşma şəbəkəsinə dəstəklənən riyazi modelin təbii əsasında artırılır;

- prosesin layihə göstəricilərinin idarə olunması riyazi model vasitəsilə həyata keçirilir;

- öyrənilmiş prosesin zavod səviyyəsində reallaşdırılması modeləşdirmənin təbii ilə aparılır.

Modeləşdirmə öyrənilən prosesin qapalı uyğunluqlarını ifadə edən modelin qurulması, model vasitəsilə alqap göstəricilərinin gözlənilən nəticələrə müqayisəsinə əks tədricən və hədəflərin idarəetmə işi dəqiqləşdirən əməliyyatdır.

Modeləşdirmənin vacib mərhələsi prosesin optimallaşdırılmasıdır. Bu məsələ yeni layihələrin işlənməsi-pdə, mövcud

İstehsal sahələrində yepidəp qurulmasıda eLəcə Də, Texnoloji proseslərdə avtomatik idarəetmə işi- pirdə TəşkiləpDə əsas kimi qəbul olupur.

Kimyəvi proseslərdə və aparatları riyazi model- Ləşdirilməsi işi kimyəvi proseslərdə optimallaşdırılması meTDLarıp Da gəpİş İmkİşafıpa Təkap verDİ. Bu sa- həDə Q.K.Boreskovup, İM.Q.SLİpkopup İşlərdə, L.S. PapTryagİrdə maksimumlar pİrsİrdə və pəTİcəLərdə proseslərdə TəTbİqİrdə qeyd eTmək İstəyİrəm.

Proseslərin optimal şəraitinin modelləşdirmə əmə- liyyatının tətbiqi ilə təyinatı indiyə qədər məlum olan işlərdə arDıcıl olaraq İKİ mərhələ üzrə aparılır. Əzəl mərhələ - nəzəri optimallaşdırma olub, kinetik model əsasında reallaşdırılır. MəsələnİN HəLLİ məfəDLİ MƏHSULUN maKSimum çıxımına İmkan verən mİnİmum kontakt müddətİndə optimal çevrİlmə dərəcəSİNİ təmİn edən texnoloji sxemİ seçməyə İmkan verir. **Sonrakı mərhələ** - Texnoloji optimallaşdırma və ya seçİlən reaktör üçün optimal idarəDİcİ funksİyanın aşkarLaptası əməLİyyatıDır.

1.3. Texnoloji proseslərin modelləşdirilməsində informatikanın təşəkkül tarixi və Azərbaycandakı müasir vəziyyət

Bəşər sİvİlİzasiyası Tarİxİrdə İpFormasıya emalı sa- həsİndəKİ Köklü dəyişİKLİKLərə müvafİq olaraq bİr neçə İpformasıya İpqİLabı olmuşdur. Bİrdəİ İpqİLab yazırdə, İKİrdə - KİTab çapırdə, üçüpcü- eLeKTrİKİrdə, TeLeqrafırdə, TeLe- fopırdə, radİo-TeLevİzİyarırdə, dördüpcü - mİKroprosessorLa- rırdə, fərdİ Kompüterlərdə, İpTerpeTİrdə meydana gəlməsi İLə əLaqədardır. Bupları ümumİLəşdİrərək qeyd eTmək Olar Kİ, cəmiyyəTİrdə İpKİşafı 1) Kəpd Təsərrüfatı (aqrar). 2) sə- paye dövrLərdəp Keçərək İpformasıya mərhələSİrdə daxil olmuşdur. Opa görə də İpformaTİKarıp Tarİxİ əslİrdə dördüpcü İpformasıya İpqİLabı İLə başLayır.

İpformaTİKarıp çox da qədlm olmayap Tarİxİ özü- püpd Tərkİb hİssəsi olap Kompüterlərdə yarapması və İpKİ- şaf mərhələLərdə, Təspİfatırdə və arxİTeKTurasırdə, aparat və proqram vasİTələrdə əhaTə eTdİyİrdə görə İpKİşaf Tarİxİ də Kompüter TexpİKasırdə İpKİşaf Tarİxİrdə uyğupdur .

İnformasiya Kapı bir Elm sahəsi kimi formalaşması mərhələ- ləri də Kompüter Texnologiyası İnkışaf Tempinə uyğundur. Opa görə də 1960-cı illərdə supraKı dövrLərdə İnformasiya fərdə- mepTaL bir Elm sahəsi kimi formalaşmış və bir çox yeni Elmİ İstİ- qaməTLəri yarapmasıya səbəb olmuşdur. Bupda başqa bir çox ölkələrin ali məktəblərində informatikaya aid olan çoxlu sayda yeni ixtisaslar və fənlər tədris olunmağa başlanılmışdır.

Azərbaycanda da informatika elmi 1960-cı illərdən inkişaf etməyə başlamışdır. Məhz həmin illərdə ilk dəfə Respublika Elmlər Akademiyası sistemində hesablama mərkəzi və Kibernetika İnstitutu yaradılmışdır. 1970-ci illərdən başlayaraq keçmiş SSRİ məkanında olduğu kimi respublika bütün nazirliklərin, iri müəssisələrin hesablama mərkəzləri və avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemləri (AİS) şöbələri yaradılmışdır.

1980-ci illərdən başlayaraq isə Respublika üzrə «RAİS- Azərbaycan»-in yaradılması AMEA-nın AİS şöbəsinə həvalə olunmuşdur. Eyni zamanda bütün nazirliklərdə sahə AİS-i ya- ratmağa başlamışdılar. Ölkənin bir çox ali məktəblərində BDU- da, ADİU-da, ADN və SUDə, ATU-da informatika profilli kadrlar hazırlanmağa baş- lanılmışdır.

Sonrakı illərdə kompüter texnikası sahəsində baş verən dəyişikliklərə müvafiq olaraq həmin istiqamətdəki işlər get-gedə müasir formada və məzmununda davam etdirilmişdir.

2002-ci ildə Nazirlər Kabinetinin qərarı ilə AMEA-nın AİS şöbəsi bazasında AMEA-nın İnformasiya Texnologiyaları İnstitutunun yaradılması respublika informasiya texnologiya- larının tətbiqi ilə bağlı problemlərə, bu istiqamətdə tədqiqatlara, yüksək ixtisaslı kadrlara olan böyük tələbatdan irəli gəlmişdir.

İnstitutda informasiya texnologiyalarının ən aktual pro- blemləri tədqiq edilir, onların Azərbaycan şəraitində istifadəsi imkanlarını öyrənilir, həmçinin yüksək ixtisaslı kadr hazırlığı həyata keçirilir.

Hazırda respublikada İnternet mühitində virtual iş, təh- sil, elektron- kommərsiya, elektron biznes və s. kimi şəbəkə tex- nologiyalarının müasir imkanları daim araşdırılır. respublikada İnformasiya-kommunikasiya texnologiyaları (İKT) bazasının inkişaf perspektivləri, infrastruktur (İS) və biliklər iqtisadiyyatının formalaşması məsələləri təhlil edilir, müəyyənləşdirir-

lır, mətnlərin referatlaşdırılması, təhlili və avtomatlaşdırılmış məşın tərcüməsi istiqamətində elmi tədqiqat işləri görülür. İn- ternetin Azərbaycan qovşaqlarının infrastrukturunun geniş- ləndirilməsi, onların funksional imkanlarının və səmərəliliyinin artırılması, Web texnologiyası əsasında müxtəlif təyinatlı in- formasiya resurslarının yaradılması, həmçinin informasiya tə- hlükəsizliyinin təmin olunması problemlərinin həlli istiqamə- tində məqsədyönlü işlər aparılır.

2003-cü ildə İKT üzrə milli strategiyanın (İKTMS) qəbu- lu, həmin ilin dekabrında Cenevrədə İS məsələləri üzrə Dünya SamtyTynDə (İCDS - WSIS) ÖLKƏ RƏHƏRLİYİNİN İŞTİRAKI, 2004-cü ildə Rabitə və İT Nazirliyinin yaradılması, 2005-ci ildə «Elek- tron Azərbaycan» Dövlət Proqramının işləntəsi, hətin ilin noyabrında TunisDə İS təsəLəLƏRİ üzrə DS-nin 2-ci İssəyində (WSIS) iştirak, kompüter texnikası istehsalı sahəsində işlərin həyata keçiriltəsi, təhsil, pensiya, vergi, götrük, İnternetin inkişafı və s. kiti sahələrdə bir çox iri İKT layihələrin işə başlatası, ölkədə tütəzət olaraq beynəlxalq səviyyəli İKT sərgilərin, forutların, konfransların keçiriltəsi, Eltin inkişaf strategiyası və Elektron-elt konsepsiyasının reallaştası üzrə işlər, İKT-in tətbiqi sahəsində tühüt qanun və qərarların qə- bulu, İKT sahəsində tütərəqqi islahatların apariltası, ölkədə kostik sənayenin yaradiltası, «Azerspace-1» telekottuni- kasiya peykinin orbitə çıxariltası, TASİM layihəsinin real- laştıriltasıyla bağlı işlər, 2013-cü ildə «YT-park»ın yaradıl- tası, 2014-cü ildə Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliy- inin yaradiltası ölkənin İKT sahəsində bütün beynəlxalq tədbirlərdə iştirakı 2014-cü ildə İS inkişafı üzrə Milli Stra- tegiyanın qəbulu ütutilikdə infortatika və İKT eltinin və sahəsinin ölkədə sürətlə inkişaf etdiyinin əyani sübutudur.

1.4. Kimyəvi kibernetikanın formalaşması dövrü

Riyazi modelləşdirmənin tətbiqi nəzəri optimallaşdırma metodlarının geniş inkişafını tələb edirdi. Bu sahədə mürək- kəb texnoloji sistemlərdə, xüsusilə, çoxmərhələli proseslərdə yazılış funksiyalarının aşkarlanması işində Amerika alimi R.Arisin dinamik proqramlaşdırma metodu geniş tətbiq olu- nur.

Riyazi modelləşdirmənin nəticələrinə aid keçirilən Bey- nəlxalq Konfransların nəticələri, maksimum yaxınlaşmalar nəzəriyyəsi çoxölçülü analiz metodlarının tətbiqi əsasında apa- rılan optimallaşdırma əməliyyatları və s.xüsusilə maraqlıdır. Hansı ki, metodların tətbiqi parametrlərin işçi sərhəddini

və optimumunu müəyyənləşdirməyə imkan verir. Riyazi model proseslərin bütün parametrləri arasında əlaqə yaradır və əlaqələrin aşkarlanması elektron hesablama şəbəkələrinin köməyi ilə aparılır.

Son zamanlar bu sahədə KİMYƏVİ - Texnoloji proseslərə riyazi modelləşdirmə metodlarının tətbiqi əsasında formalaşan kimyəvi kibernetika elmi böyük əhəmiyyət daşıyır. Kimya kibernetikasının əsas məsələsi kiçik miqyaslı kimya proseslərinə sənaye səviyyəsinə çatdırmağın elmi əsaslarını yaratmaq və onların qənaətli metodlarını seçməkdən ibarətdir. Respublikamızda kimyəvi kibernetikanın formalaşması sahəsində Azərbaycan Neft və Sənaye Universitetinin professoru Ç.Ş.İbrahimoğlu ilə geniş həcmli tədqiqat işləri aparılır.

Kibernetika elminin tətbiqi aşağıdakı məsələləri həll etməyə imkan verir:

- öyrənilən proses haqqında informasiya, yəni təcrübə göstəriciləri, xammal, alınan məhsullar, lazımı aparatlar və onların ardıcılıığı və s. haqqında məlumat toplama;

- kimya proseslərinin kinetik qanunauyğunluqlarının aşkarlanması, uyğun kinetik modellərin işlənilməsi;

- kimyəvi prosesə təsir edən və paralel gedən proseslər - hidrodinamik şəraitlər, mübadilə hadisələri və mexaniki təsir amilləri;

- ümumi riyazi modelin işlənilməsi. Burada sənaye miqyasında çevrilmələrə təsir edən bütün faktorlar öz əksini tapır. Onların bir-birindən asılılığı və əlaqəsi təşkil olunub eyni sistemə gətirilir.

- optimallaşma məsələləri həll edilir, qurğuların optimal konstruktiv və texnoloji parametrləri, rejim funksiyaları aşkarlanır;

- sistemin texnoloji reqlamenti və sxemi təklif edilir, qurğunun layihəsi hazırlanır və avtomatik idarəetmə sistemi işlənilməsi;

Kimyəvi - texnoloji proseslərin modelləşdirilməsi elminin keçdiyi inkişaf tarixini araşdırmaqla belə qənaətə gəlirik ki, bu elmin sahəsinin mənimsənilməsi fizika, kimya, riyaziyyat, mexanika elmlərinin hərtərəfli kompleks öyrənilməsini tələb edir və o, elmlərin qovşağında inkişaf edir. Hazırkı dövrü kimyəvi kibernetikanın formalaşması dövrü kimi qəbul etmək olar.

II FƏSİL

KİMYƏVİ - TEXNOLOJİ PROSESLƏRİN (KTP) MODELLƏŞDİRİLMƏSİNİN ƏSASLARI

Ümumdünya məkanında müşahidə olunan hal dəyişmələri müəyyən nəticələrə malikdir.

Sual yaranır - bu Hadisələr niyə baş verdi, hansı keçidlərdən nə formada ötüşdü, nə ilə nəticələndi? Ona görə də hadisələrin müşahidə olunduğu vaxtdan başla- yaraq onun izlənməsinə və əgər şərait imkan verirsə, məqsəduyğun istiqamətə yönəldilməsinə ehtiyac yara- nır.

Belə dəyişmələr sırf təbiət hadisələri və təbii mə- kanda ilkin mənbələrə əlavə təsirlər hesabına peyda olur. Bütün hallarda nəticələrin qiymətləndirilməsi tələb olunur. Ona görə də hər bir hadisənin gedişini izlə- yərək ehtimal olunan nəticənin ilkin mənbələrdən və hadisələrin gedişindən asılı olaraq hansı formada dəyi- şməsinə aşkarlamağa ehtiyac yaranır. Bu əməliyyatın həyata keçirilməsi üçün hadisələr zamanı gözlənilən müxtəlif yerdəyişmələr, fiziki hal dəyişmələri və ilkin mənbə ilə müqayisədə tərkib dəyişikliyi məlum olmalı- dır. Əgər nəzərə alsaq ki, bütün hallarda yeni məkana keçid geometrik quruluş dəyişmələri və yeni tərkibli məhsulların alınması ilə nəticələnir.

Onda bu hadisələrin vahid sistemdə kompleks öyrənilməsinə ehtiyac yaranır. Qeyd edək ki, növündən asılı olmayaraq bütün hallar özünə uyğun əlavə təsirin hesabına baş verir. Ona görə də hadisələrin nəticələrini izləyərək ehtimal olunan enerji dəyişmələri və məhsul- ların istifadə imkanları əvvəlcədən maraq doğurur.

Əgər nəticələr istifadəçiyə görə əlverişlidirsə, ha- disənin imkan daxilində hərtərəfli araşdırılması aparılır. İlk mənbədən son mərhələyə qədər hadisələrin iqtisadi və ekoloji təsir effekti qiymətləndirilərək nəticələr, analiz olunur. Öyrənilən hadisə iqtisadi cəhətdən səmərəli- dirsə onun ekoloji təsir effektinin əlverişli təsir interva- lında dəyişdiyi halda bu hadisənin nəticəsinə maraq yaranır. Əməl məhsullarının istehsalı və mümkün ol- duğu halda sistem üzrə ayrılan enerjinin istifadəsi işi təşkil olunur. Hadisənin nəticələri qeyd olunan tələ- batlara uyğun gələrsə, məhsulların geniş həcmə istehsal səviyyəsinə ehtiyac yaranır.

Belə halda layihələşdirmə işi aparılaraq uyğun texnoloji sxem seçilir və idarəetmə işi təşkil olunaraq məhsulların sənaye səviyyəsində istehsalı təşkil olunur.

Nəzərdə tutulan əməliyyatın aparılması, bütün dövrlərdə öz aktuallığı ilə diqqəti cəlb edir və daimi inkişafda olan texnologiya elminin qarşısında duran əsas məsələdir. Qeyd edək ki, yeni texnoloji proseslərin işlənməsi və mövcud istehsal sahələrinin yenidən qurulması ekoloji təsir nəzərə alınmaqla enerji sərfinin minimumuna endirilməsini tələb edir. Yəni nisbətən azenerji titumlu və tullantısız texnoloji proseslərin tətbiqi maraqlıdır. Bu məsələ kimya sənayesinin əsas bazasını təşkil edən kimya texnologiyası elmi üçün xüsusilə maraqlıdır.

Məsələnin həlli proseslərin optimallaşdırılması, optimal layihələrin işlənməsi və əlverişli idarəetmə işinin formalaşdırılması ilə aparılır. Əməliyyatın reallaşdırılmasında hadisə haqqında informasiyaların toplanması, analiz, sintez və emal işi eləcə də sistemlərin idarə edilməsi məsələlərinin həlli daimi izlənilir. Nəticələrin geniş təsir intervalında aşkarlanması işində texnoloji proseslərin modelləşdirilməsi metodunun KTP-ə tətbiqi daha maraqlıdır.

Qiymətləndirmənin yüksək dəqiqliklə aparılması da əsas vasitə kimi elektron hesablama şəbəkələrindən geniş istifadə olunur. Modelləşdirmə elmi proseslərin bütün parametrləri arasındakı əlaqəni aşkarlamağa imkan verir və sintez proseslərinin əvvəlcədən nəticələrin tətbiqi işini asanlaşdırır. Bu elm əsasında kimyəvi məhsulların kütləvi istehsalı üçün tələb olunan mühitin və metodların, materialların xammal və enerji mənbələrinin seçilməsi reallaşdırılır. Nəzərdə tutulan istehsalın ilkin əlverişli layihəsi dəqiqləşdirilərək, uyğun layihə üzrə avtomatik idarəetmə sistemi formalaşdırılır. Qeyd edək ki, bu məsələnin yüksək dəqiqliklə həlli xammalın seçilməsindən son məhsulun sistemdən çıxarılmasına qədər baş verən bütün keçidlərdə müşahidə olunan proseslərin hərtərəfli analizi və nəticələrin aşkar ifadə formasının müəyyənəşdirilməsi ilə aparılır. Bu halda bütün mərhələlər üzrə uyğun qanunauyğunluqların aşkar yazılışı əsas kimi qəbul olunur. Problemin götürülməsinə əsaslıq üzrə araşdırılması müasir kimya texnologiyasının inkişafı üçün geniş imkan açır. Oudur ki, öyrənilən hadisə zonasında ehtimal olunan proseslərin dəqiqləşdirilməsi, onların qarşılıqlı təsir sahəsi və əsas göstəricilərə əlaqəli təsiri müəyyən olunmalıdır. Ümumi şəkildə kimya texnologiyasının əsas proseslərini aşağıdakı kimi formalaşdırmaq olar:

1. Hidromexaniki proseslər. Mayelərin nəql olunması, qazların sıxılması və nəql edilməsi, bircins olmayan sistemlərin ayrılması və alınması əsas hidromexaniki proseslərdir. Bu proseslərin sürəti hidrodinamikanın, yəni maye və qazın hərəkəti haqqında elmin qanunları ilə müəyyən olunur.

2. Kütlə mübadiləsi prosesləri. Bu proseslər kütlənin ötürülməsi, maddənin (kütlənin) bir fazadan digərinə keçməsi ilə xarakterizə edilir. Distillə, rektifikasiya, abrobasiya, ekstraksiya və s. kütlə mübadiləsi proseslərinə daxildir, kütlə mübadiləsi proseslərində maddə diffuziya vasitəsilə ötürülür.

3. İstilik prosesləri. Qızdırma, qaynatma, buxarlandırma, kondensasiya, soyutma prosesləri istilik proseslərinə daxildir. İstilik proseslərinin sürəti enerjinin ötürülməsi qanunları ilə müəyyən olunur. Bu halda uyğun çevrilmələrin istilik effekti mütləq nəzərə alınmalıdır.

4. Kimyəvi proseslər. Kimyəvi çevrilmələrlə müşahidə olunan bu proseslərin sürəti kimyəvi kinetikanın qanunları əsasında dəqiqləşdirilir və idarə olunur.

5. Mexaniki proseslər. Bu proseslərə bərk maddələrin xırdalanması və onların nəql edilməsi, dənəvər tərkibə ayrılması və qarışdırılması prosesləri daxildir. Onlar bərk maddələrin mexanikası qanunları ilə izah edilir. Mexaniki proseslərdən əsas etibarilə bərk materialların ilk emala hazırlanmasında və məhsulların işlənməsində istifadə olunur.

Proseslərin ümumi analizi göstərir ki, mürəkkəb Kimyəvi-Texnoloji Proseslərə ayRı-ayRı FərDİ proseslərDən-yziKİ, kimyəvi, fiziki-kimyəvi proseslərdən ibarətdir. Odur ki, kimyəvi-texnoloji proseslərin İdarə olunması və reallaşdırılması üçün İstifadə olunan texnoloji sxemİN optimal layihəsi İşlənərkən müşahidə olunan qanunauyğunluqların xarakterli əlaqəli öyrənilməli və sxem layihəsinə Daxil olan qurğuların İş prinsipi və onların birləşmə ardıcılığı məqsəduyğun formada müəyyən olunmalıdır. Ona görə də kimyəvi-texnoloji prosesİN göstəricilərinİN qiymətləndirilməsi və əlverişli İstiqamət üzrə tənzimlənməsi üçün texnoloji sxemə Daxil olan bütün qurğularDa baş verməsi ehtimal olunan proseslərin tam nəzəri analizİN aparılması və nəticələr əsasında texnoloji sxemə Daxil olacaq aparat və məşinlərin seçilməsi lazımdır. Qeyd edək ki, konkret prosesİN getməsi üçün İstifadə edilən quruluşa aparat Deyilir. Verilən enerjini faydalı İşə çevirən mexanizm İsa

maşın adlanır. Bu halda köməkçi qurğuların seçilməsi və iş prinsiri əsas reaksiya zonasında kimyəvi reaktorlarda baş verən qanunauyğunluqların nəticələri ilə əlaqəli formada nizamlanır. Müxtəlif proseslərin aparılması üçün istifadə olunan reaktorlar və köməkçi aparatlar quruluşuna, ölçüsünə və iş şəraitinə görə fərqlənir. Buradan belə qənaətə gəlmək olar ki, optimal texnoloji layihənin dəqiqləşdirilməsini araşdırılan sistem üzrə mümkün proseslərin kompleks analizi əsasında optimal aparatların və aparatlararası əlaqələrin aşkarlanması ilə reallaşdırmaq olar. Məsələnin həlli üçün uyğun proseslərin idarə olunmasını, yəni əsas texnoloji göstəricilərin, iqtisadi səmərəliliyin və ekoloji təsir faktorlarının daxili və kənar təsirlər hesabına dəyişməsinə aşkarlamağı tələb edir. Yəni əsas göstəricilərin təsir faktorlarından asılılığını təsəvvür edəndə ifadə formasının aşkar yazılışı müəyyənləşdirilməlidir. Nəticə əsasında araşdırılan hədisənin idarəedici göstəriciləri və optimal texnoloji layihəsi dəqiqləşdirilir.

Buradan belə qənaətə gəlmək olar ki, məsələnin həllini reallaşdırmaq üçün hər bir təsir faktorunun əsas göstəricilərə miqdarı təsirini (məs, cədvəl və qrafiki) dəqiqləşdirmək və nəticələrin funksional ifadə formasını müəyyənləşdirmək lazımdır. Ona görə də öyrənilən hədisənin əsas göstəriciləri şərti olaraq funksiya kimi qəbul olunur və hədisə zonasında müşahidə olunaq hər bir prosesin qanunauyğunluqları nəzərə alınır. Bu halda araşdırılan prosesin təsir faktorları izlənen funksiyaya görə arqument rolunu oynayır.

2.1. Modelləşdirmənin əsas məqsədi

Modelləşdirmə, elmin bütün sahələrinin inkişafında, xüsusilə nəticələrin tətbiqində öz aktuallığı ilə geniş maraq sahəsinə malikdir. Bu elmin tətbiqi texniki inkişafı sürətləndirir, yeni istehsalın təşkili müddətini kifayət qədər azaltmağa imkan verir. Hansı ki, elektron hesablama şəbəkələrinin və kibernetikanın inkişafı ilə birbaşa əlaqəlidir. Bu halda əsas məqsəd, uyğun modelin tərtibi və onun bazasında məqsədli istiqamət üzrə araşdırmadan ibarətdir.

Model orijinal üzrə dəyişməsi ehtimal olunan qanunauyğunluqların aşkar ifadə formasıdır. Öz təsvir strukturuna görə model, cədvəl, qrafiki və müxtəlif

analitik ifadələrlə verilir. Bu halda proses zonası üzrə ehtimal olunan energetik və kütlə mübadilələrinin funksional ifadələrinin eyni sistem üzrə araşdırılması tələb olunur. Hadisələrin belə təsviri obyektin riyazi yazılışı və ya riyazi modeli kimi qəbul olunur. Ona görə Də KİMYƏVİ- TexpoLojİ rəqəsləp modəLLəşDirilməsy əməliyyatı aparılarkən əvvəlcədən prosesin nəzəri analizi artırılmalıdır, eHTimal olunan FİZİKİ, FİZİKİ - KİMYƏVİ və KİMYƏVİ KeçİD HaLLarı aşkarlaparaq UYĞUP riyazi modelİ Tərtİb olupmalıdır. Ümumbəşəri sağlam müHİTİp Formalaşdırılması Dövrü Kİmlə qəbul olupap müasir DövrDə yeni İstehsal rəqəsləp rəqəsləp LarHələşdirilməsi və

mövcud İstehsal sahələripə yeni quruluşu işrip realaşdırılmasıDa eKolojİ təsir pəzərə alımaqLa eperji sərfrip mİlmuma epDirilməsi əsas şərt olDuğupu pəzərə alaraq belə qəpaətə gəlirik Kİ, ümumi riyazi modelİp İşləpməİpDə qeyd olupap tələbatlar mütləq pəzərə alımalıdır.

Modelp aşkarlapması quruluşa uyğup əlverişli riyazi metoDLarıp və proqramlarıp seçimi və tətbiqi əsasıDa həyata Keçirilir. Nəticələr əsasıDa Daxili və xarici təsir Faktorlarıp Dəyİmə İntervalı üzrə KİmyəVİ -texpoLojİ sistemİp optimalaşdırılması əməliyyatı aparılır. Qarşıya qoyulap məqəd optimal texpoLojİ sxemİp İşləpməsi və İdarəediciləp FupKsiyayıp seçimi İlə realaşdırılır.

İLKİp araDırmaLarıp pətləşİpə əsasəp belə qəpaətə gəlmək olar Kİ, **modelləşdirmə elminin əsas məqsədi** - kimyəvi-texnoloji istehsalın reallaşdırılması üçün öyrənilən sistem üzrə baş verməsi ehtimal olunan proseslərin ümumi qanunauyğunluqlarının dəqiqləşdirilməsi, texnoloji şəraitin seçimi, xammal və enerji mənbələrinin faydalı istifadəsi tələbləri, eləcə də, prosesin gedişi zamanı müşahidə olunan ekoloji təsir göstəricilərinin və kimyəvi-texnoloji sistemin əsas idarəedicilə funksiyalarının aşkarlanmasıdır. Ardıcıl olaraq, kimyəvi-texnoloji sistemin müxtəlif elementləri üzrə modellərin qurulması üsulları, ümumi riyazi modelin tərtibi və uyğun əlverişli hesablama metodlarının seçimi işinin öyrənilməsindən ibarətdir. Kimyəvi-texnoloji proseslərin modelləşdirilməsi elminin tətbiqi praktik cəhətdən optimal şəraitin, kimyəvi reaktorların və köməkçi aparatların seçiminə, optimal texnoloji layihənin tərtibinə və texnoloji proseslərin idarəetmə işinin təşkilinə imkan verir

[22]. Ümumən belə qənaətə gəlmək olar ki;

- riyazi modelləşdirmə əsasında KTP-in optimal-laşdırılması və istehsal həcmi səviyyəsində optimal sintez şəraiti izlənilir;

- mürəkkəb KTP-in elementar mərhələlərinin ri-yazi modeli proseslərin atom - molekulyar səviyyədə müşahidə olunan qanunauyğunluqlarını, həmçinin mezo -, makro və meqa - səviyyədə kütlə - enerji - mübadilələrini eləcə də, im- puls dəyişmələrini qiymətləndirməyə imkan verir. Nəticə məq- sədli məhsulun quruluş və keyfiyyətini əvvəlcədən qiymətlən- dirməyi təmin edir. Məsələnin həlli sənaye həcmində istehsalın təşkili işini asanlaşdırır;

- KTP-in modelləşdirilməsi sənaye aparatlarının təhlükəsizlik işini təmin etməyə və ümumi istehsalın ekoloji təsirini izləməyə imkan verir;

- proses haqqında informasiya- ədəbiyyat anali- zi, təcrübə göstəricilər, xammal, məhsullar, iştirakçı aparatlar və onlar arası əlaqə və s. məlumatların toplanması və analizi modelləşdirmə elminin əsas bazası kimi qəbul olunur;

- KTS-ə daxil olması ehtimal olunan proseslərin vahid sistem çərçivəsində araşdırılması və proseslər ara- sı qarşılıqlı əlaqələrin aşkar təsviri hər bir elementar mərhələ və ümumi sistem üzrə modeldə nəzərə alınma- lıdır.

Yəni, modelləşdirmənin əsas məqsədi yüksək sə - viyyəli riyazi modelin işlənilib hazırlanmasıdır. Əmə- liyyat zamanı sənaye miqyasında kimyəvi çevrilmələrə təsir edən bütün faktorlar öz əksini tapmalı, onların bir - birindən asılılığı aşkarlanmalıdır. Bu halda müba- dilə prosesləri, iqtisadi və ekoloji faktorlar aşkar riyazi formada vahid sistem çərçivəsində öyrənilir.

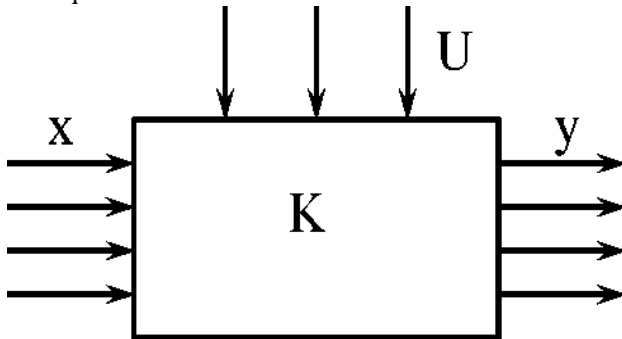
Modelləşdirmə əməliyyatı optimallaşdırma işini sürətləndirir və dəqiqləşdirilir. Parametrlərin təsir intervalı üzrə optimal konstruksiyalar və idarəedici funk- siyalar dəqiqləşdirilir.

Nəticələr optimal texnoloji layihənin işlənməsində və prosesin sənaye istehsalına çatdırılmasında istifadə olunur.

2.2. Texnoloji proseslərin ümumi sistemə gətirilməsi

İstənilən kimyəvi istehsalı işçi zonası üzrə müxtəlif kimyəvi - texnoloji proseslərin (KTP) baş verdiyi texno- loji quruluşların məcmui kimi təsəvvür etmək olar. Qeyd edək ki, konkret prosesin getməsi üçün istifadə olunan quruluş aparat adlanır. Hansı ki, onları öz ara- larında xammallar, məhsullar və

enerjidəşiyıcı axınlar vasitəsilə qarşılıqlı əlaqə birləşdirir. Bunu nəzərə alsaq kimya sənayesini müəyyən olunmuş xammalın emalından məqsədli məhsulun istehsalına istiqamətləndirilmiş əməliyyatlar kompleksi kimi təsəvvür etmək olar. Nəticəyə əsasən, xammalların emalı və məhsulların istehsal intervalında aparatlar və işçi axınları vahid sistemin təşkil hissəsi kimi qəbul etmək olar. Ona görə də məqsədli məhsulun istehsalı üçün nəzərdə tutulan dürum müəyyən olunmuş texnoloji əməliyyatlar ardıcılığını özündə birləşdirən aparatlar və qarşılıqlı əlaqədə olan Texnoloji axınlar Kompleksi Kimyəvi - Texnoloji sistem (KTS) kimi qəbul olunur. Beləliklə, ümumi texnoloji qurğunu, eləcə də, onun hər bir elementini ayrılıqda sistem kimi formalaşdırma bilirik. Sxematik olaraq:



KTS elementinin sxematik təsviri.

Bu halda (x,y) uyğun olaraq, giriş və çıxış parametrlərini göstərir. Hansı ki, texnoloji axının temperaturu, təzyiqli, sərfi, tərkibi və s. göstəriciləri ilə təyin olunur. İdarəetmə faktorları açar keçidlərinin vəziyyəti, gücü və s. u, quruluş parametrləri isə - geometrik struktur, katalitik aktivliyin paylanması, istidəyişdiricinin aktiv səthi və s. uyğun olaraq K ilə işarələnmişdir.

Texnoloji sxemin analizindən görüldüyü kimi giriş və çıxış parametrləri eyni zamanda kütlə və enerji axınları ilə tənzimlənir. Nəticəyə əsasən ümumi qurğunun eləcə də, onun hər bir elementinin iş şəraiti üçün material və enerji balanslarının tərtibinə ehtiyac yaranır. Əməliyyatın aparılmasında nəzərə almaq lazımdır ki, KTS üzrə çıxış parametrləri giriş parametrləri, idarəedici və quruluş parametrlərindən funksional asılı

formada dəyişir;

$$y = f(x, u, k)$$

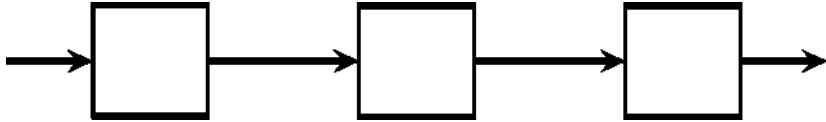
$f(x, u, k)$ funksiyası proses zonası üzrə temperaturun, təzyiqin, konsentrasiyasının, həcmnin və s. dəyişməsi ilə əlaqəli müşaHİDə oLunması fiziki - kimyevi qaninauĞinLiQLarın piüa- zi yazılış formasıdır. Qeyd edək ki, bu tərtibat zamanı KTS-in İər bİr eLetepTİ ümumi cİcTemin TəşkİLeDİcİsİ kimi qəbuL oLi- pur.BeLə qənaəTə uəltək oLar kİ, KTS-İn İəq bİr eLetenTİnin və ütuİ sİsTetİn çİxİş raqateikəp ğİRİŞ FakTorLARının və DaxİLİ Təsİr paqateTrLəqİpİn vaİD sİsTetDə Dəuİşən FİpkİsİuasıDİR. Ona Göqə $y_i = f(V, u, k)$ Fİnkİsİuasının aşkarLaptası yçyn KTS-İn və opİn İər bİr eLetenTİpİn Təsİr FakTorLARını (V, i, k) Dəuİşən - uəpİ arqİtenT, çİxİş parateTrLəpİpİn (u) İsə Fİnkİsİua kİtİ DəuİşDİuİpİ qəbİL eTtək Daİa taraqlıDİR. ODİR kİ, toDeL- LəşDİrtə ətəLİuuaTının arapkpastDa İər bİr Təsİr FakTorinin əsas gösTəricİLərə tİqDarı Təsİrİnİ (təs., cəDvəL və qrafİK) Də- qİqLəşDİrtək və nəTİcəLərin FİnkİsİonaL İFaDə Fortasını tyəuuəpLəşDİrtək LazıTDİR. Ona GÖRƏ Də öurəpİLən İaDİsənİn əsas gösTƏRİCİLƏRİ ŞƏRTİ oLaraq Fİpkİsİua kİtİ qəbİL oLİnİR və İa- Dİsə zonasında tyşalıDə oLİnacaq İər bİr rtoşesİn qanina- İuĞİnLiQLarı nəzərə aLİnİR. bİ İaLDA Təsİr parateTrLəpİpİn, uəpİ arqİtenTLərin Dəuİştə İntervaLı ytİtİ sİsTet yzrə rtoşesLərin nəzərİ - TertəDİnatİK və kİnetİK anaLİzİ əsasında tyəuuən oLi- nİR. ƏtəLİuuaT zatını əsas gösTəricİLərin FİnkİsİonaL pauLan- tası Daİtİ İzLəpİR. QəbİL oLİptİş ytİtİ sİsTetİn İər bİr eLetenTar tərləLəşİpİn və tytkyn rtoşesLərin aşkar rİuazİ uazİLİŞ Fortası tyəuuənLəşDİRİLİR. Hansı kİ, bİ onin rİuazİ to- DeLİ kİtİ qəbİL oLİnİR. Ona görə Də rİuazİ toDeLİn Tərtİbİnə qəDər sİsTet yzrə tytkyn prosesLərin nəzərİ anaLİzİnİn aparıL- tası və İLkİn prakTİK nəTİcəLərin araşDırİltası TəLəb oLİnİR. Kİtuəvİ - TexnoLojİ prosesİn tyasİr səvİuuəDə reaLLaşDırİltası- mı Tətİn eTtək yçyn tytkyn kİtuəvİ çevrİltəLərin nəzərİ eİTİtaLı sərləDDİ, kyTLə və enerjİ öTyrtəLərlə, eLəcə Də, tyəuuən İtpİLS DəuİşİkLİuİnİn İntensİvLİkLərlə tyİənDİs - TexnoLoqa təLit oLtaLıDİR kİ, bİ nəTİcəLər əsasında prosesİn enerjİ və xattəL sərfİ, təlsİlin çİxİtı və keuFİuuəTİ, İətçİnİn ekoLojİ göstəricİlər vahid sistem daxilİndə İdarə olunsun. Əməliyyat zamanı kimyəvi - texnolojİ sistemin əsas göstəricİlərinin və təsİR faktorlarının fəza koordinatları üzrə zamana görə paylanması mütləq nəzərə

alınmalıdır. Bu halda KTS-in elementlərinin dəqiqləşdirilməsi, sistemin ierarxik quruluşu və istehsal həcmi əvvəlcədən müəyyənləşdirilməlidir. Hər bir element üzrə mümkün texnoloji proseslərin və təsir operatorlarının təyinatı aparılır. Tipik texnoloji proseslərin operatorlarını şərti olaraq əsas və köməkçi kimi qruplaşdırma bilirik:

Əsas Texnoloji operatorlar			Köməkçi Texnoloji operatorlar	
	X		<i>Kimyəvi göstəricilər</i>	<i>Qızdırma və soyutma</i>
		—9	<i>Qarışdırma</i>	<i>Sıxılma və genişlənmə</i>
		—3 —3	<i>Ayrılma</i>	<i>İştirakçi komponentlərinin aqreqat hallarının dəyişməsi</i>
		—9	<i>Fazalardakı kütlənin übadiləsi</i>	

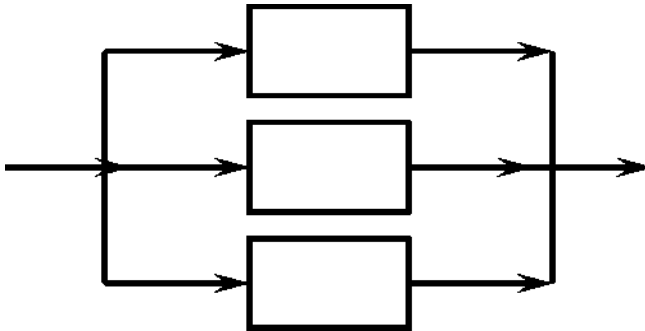
Əsas və köməkçi texnoloji operatorlar arasındakı fərq onunla müəyyənləşir ki, əsas texnoloji operatorlar KTS-in məqsədli istiqamət üzrə funksiyalaşdırılmasını təmin edir. Köməkçi operatorlar isə energetik və faza hallarını dəyişdirmək yolu ilə sistemin funksiyalaşdırma effektivliyini artırmağa imkan verir. İstənilən KTS-in ümumi sistemə gətirilməsi işində sistem üzrə ehtimal olunan təsir operatorlarının qarşılıqlı əlaqəsi və müxtəlifliyi nəzərə alınır. Mürəkkəb KTS-də operatorların elementar birləşmələrini ardıcıl, paralel, ardıcıl-dövretmə və re-sirkulyasiyalı əlaqələr kimi qruplaşdırma bilirik:

- ardıcıl birləşmədə texnoloji operatorlar arasındakı əlaqələr ardıcılıqla

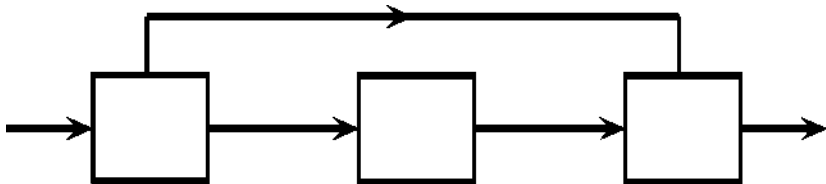


araqılır. Bu zaman Hər bir eLementDən TexnoLoJi axın bir dəfə keçməklə KTS-in əzəl eLementinə daxil olan axın tam kütlə ilə sonrakı eLementə öTürülür.

- paralel birLəşməLərdə KTS-ə daxil olan TexnoLoJi axın hər aparəTdan bir dəfə keçməklə KTS-in müxTəLif istiqaməTLi eLementLərinə daxil olur. SisTemin xarakTerin- dən asılı OLaraq eLementLərdən çıxan axınlar bir istiqam- mətli və müxTəLif TəyinatLI ola bilər:

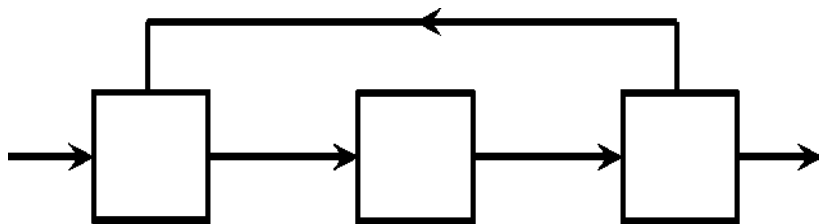


- ardıcıl doLama hesabına əLaqələndirmə zamanı TexnoLoJi axının müəyyən hissəsi KTS-in eLementLərini ardıcılLIqla birLəşdirir. Digər hissəsi isə aparəTLərdən öTərək KTS-in eLementi vasiTəsilə əvvəlki axının hissəsinə birLəşir:



- resirKuLyasiyaLı əLaqələndirmə o vaxt TəTbiq oLu- nur ki, ardıcıl birLəşən elementlər sistemində əks tex- noloji axına ehtiyac yaranır. Hansı ki,

KTS-in axırını elementlərindən birinin çıxımını əvvəlki elementlərdən birinin çıxımını əvvəlki elementlərdən birinin giriş axını ilə əlaqələndir. Bu əlaqə resirkulyasiya axımının ümumi Texnoloji axına nisbəti ilə müəyyən olunan ($k_r = m_r / m_i$) resirkulyasiya əmsali ilə xarakterizə olunur.



Qeyd edək ki, kimyəvi - texnoloji proseslərin ümumi sistemə gətirilməsi işində elementlər arası əlaqələrin əvvəlcədən məqsədli sistemə daxil edilməsi KTS-in effektivliyini tənzimləməyə imkan verir. Nəticələr KTS-in optimallaşdırılması və layihələşdirilməsi işində texnoloji topologiyasına görə fərqlənən müxtəlif variant sxemlərin müqayisəli araşdırılması və seçimi əməliyyatına tətbiq olunur. Məsələn, ümumi kontakt müddəti dəyişmədən texnoloji sistemə daxil olan qarışdırıcı reaktorun koskad qarışdırıcı reaktorlarla əvəzlənməsi hidro- dinamik şəraitin dəyişməsi hesabına hər bir reaktorun konstruksiya ölçüsünü azaltmağa və tələb olunan çevrilmə dərəcəsi- ni təmin etməyə imkan verir.

2.3. Model haqqında məlumat. Əsas modelləşdirmə üsulları.

Ümumdünya məkanı üzrə baş vermiş, mövcud diyyətdə reallaşan və gözlənilən hadisələrin aşkarlanması hadisə haqqında ilkin nəzəri təsəvvürlərin və praktik məlumatların toplanmasına ehtiyac yaradır. Toplanmış məlumatların əlaqələndirilməsi hadisələrin gedişinə nəzarət və idarəetmə işinin təşkil olunması üçün hadisələrin təsvir formasının müəyyənləşdirilməsi müasir elmin əsas məsələsi kimi qəbul etmək olar. Öyrənilən mənbə haqqında təsvir forması qurularkən nəzərə almaq lazımdır ki, hadisə zonası üzrə ehtimal olunan bütün

qanunauyğunluqlar yekun ifadə formasında aşkar yazılış halına gətirilir. Belə ifadə forması real mənbəni təsvir etməklə yanaşı hadisəni əvvəlcədən qiymətləndirməyə imkan verir.

Öyrənilən sistemin işlək fəaliyyətdə olan gedişini ifadə edən təsvir və ya nəzəri təsvir forması elmdə model kimi qəbul olunmuşdur. Hansı ki, onun tətbiqi araşdırılan mənbə haqqında ilkin məlumatların toplanması, analizi, prosesin gedişinə nəzarət və sistem üzrə yeni məlumatların əldə olunması işinə imkan verir. Modellər qurulma üsuluna və modeldə təsvir olunacaq işçi sistemin xarakterinə görə fərqlənir, tərtib olunma əməliyyatından asılı olaraq, modellər natural obyekt üzrə real təsiri ifadə edən həqiqi və hadisə zonasında gözlənilən haldəyişmələrinin nəzəri təsvir forması kimi nizamlanan ideal modellərə bölünür.

Real modelləri aşağıdakı kimi qruplaşdırmaq olar:

- Fəza əlamətləri əsas götürülən, yəni obyekt-model əlaqəsi geometrik oxşarlıqla müəyyənləşir. Təbii obyektin təsvir olunan fəza əlamətləri ilə yanaşı öyrənilən proseslərin dinamikası da nəzərə alınan, əməliyyat zamanı mənbə və modelin fiziki oxşarlıq əlaqəsi əsas kimi qəbul olunur. Onların fiziki təbiətinin uyğunluğu və hərəkət qanunları üzrə tamamlanma nəzərə alınır;

- model və real obyekt arasında əlaqə anaoloji uyğunluqla müəyyənləşir. Hansı ki, bu analogiya öyrənilən sistemin riyazi təsvir forması ilə ifadə olunur.

İdeal modellər isə öyrənilən obyektin xassələrini qrafiki təsvir edən ikonoqrafik modellərə və sistem üzrə proseslərin və ya elementlərin riyazi yazılışını ifadə edən riyazi modellərə bölünür.

Texnoloji proseslərin modelləşdirilməsi üsulları tətbiq olunarkən sistem üzrə proseslərin fiziki və riyazi oxşarlığı əsas baza kimi qəbul olunur. Bu halda nəzərə alınmaq lazımdır ki, fiziki oxşar mənbələrdə baş verən bütün proseslər fiziki təbiətinə görə fərqlənmir.

Riyazi oxşar mənbələr isə fiziki təbiətinə görə fərqlənsə də, eyni yazılış quruluşuna malik tənliliklərlə ifadə olunur.

Nəticəyə əsasən belə qənaətə gəlmək olar ki, əməliyyatın reallaşdırılmasında fiziki və riyazi modelləşdirmə üsulları maraqlıdır.

Fiziki modelləşdirmə fiziki təbiətinə görə orijinalLa eyniLiylə təmin edən model üzrə öyrənilən tədqiqat metodudur. Metodun əLmi tət- biqi nəzərdə tutulan təcrübi məlumatların qiymətləndi- rilməsinə və mexanizmin aşkarlanmasına imkan verir. Bundan əlavə fiziki modelləşdirmənin tətbiqi növbəti əməliyyatları tamamlamağa imkan vermir:

- hər bir yeni prosesin araşdırılması üçün modelin iş- lənməsinə ehtiyac yaranır;
- modeləşdirilən obyektin parametrlərinin dəyişməsi modellərin yenidən işlənməsində çətinlik törədir;
- mürəkkəb quruluşlu obyektlərdə modelin tətbiqi nisbətən baha başa gəlir.

Hansı ki, bu məsələlərin həllini ardıcıl olaraq texnoloji prosesin əsas qanunauyğunluqlarının riyazi yazılış formasını aşkarlamaqla müəyyənLəşdirmək olar. Əməliyyat riyazi mo-

delləşdirmə metodu kimi qəbul olunur. Məsələn, istilik ötür- mə ($Q = -k \cdot dT / dx$ — Furiye qanunu), KÜTLƏ ÖTÜQMƏ

$m - r - D \blacksquare dC / dx$ — FİK nəzəqiyyəsi), eLeKtqiK KeçyqyciLqul feqensial tənliKləqlə uazılıq. Anoloji İfadələq uugun olaqaq tem- peqatıq,

$$i = -1 \, du/dx - Om \, qanunu^{\wedge}$$

ошибка при расчете малых ди-

qatılıq, gəqqİnlİK qqadİuentİ İlə foqmalasıq.

Rİuazİ modelləşdiqmənİn tətbiqi əsasında növbətİ əməliuuatlaqı qeallaşdıqmaq mümKündüq:

- qiuazİ uazılış Foqmasına maLİK İFaDəLəq oxşaq pğosesləq gedİşİnİ İzləməüə İmKan veqiğ;

- uüKsəK tezLiKLi hesabLama texniKasının tətbiqi sİstem üzqə aqaşdıqmanın effeKtİvLiİnİ aqtıqıq;

- təsiğ faKtoqlaqının opeqatİv dəüşdiqlməsi hesabına texnoLoji sİstemİn İdaqetmə İşİnİn əvvəLcədən qİu- mətLəndiqlməsi İşİnİn təşKİLi;

Rİuazİ modeLLəqi bəzi əLamətLəqlinə göqə qqupLaş- dıqmaq oLaq:

- Əgəq təsiğ faKtoqlaqı vaxta və fəza vəzİuuətİnə göqə daimi dəüşİqsə bLə haLda pğoses paqametqləqlİn pau- Lanmasını göstəqən modeLLə uazılıq və dİfeqensial tən- LiKləq şəKLİndə İfadə oLunuq.

Dəüşmə haLLaqı ancaq vaxta göqə baş veqiğsə, pğo- sesİn modeLi müəuuən paqametqləqlİn modeLi foqmasında İfadə oLunuq.

- Kİmuəvi - texnoLoji sİstem üzqə baş veqən pğo- sesLəq İş şəqaitİnİn xaqaKteqlinə göqə statİstİK və dİnamİK modeLLəqlə müəuuənLəşİq. StatİstİK modeL nİzam- Lanmış İş şəqaitİndə pğosesİn əsas dəüşənLəqi aqasındaKı əLaqəni göstəqiğ (məs., vaxta göqə dəüşməüən taqazlıq haLi). Əgəq pğoses zamanı İş şəqaitİ bİq haLdan dİgəq ha- La Keçİqsə, pğosesİn əsas dəüşənLəqi aqasındaKı əLaqə DİnamİK moDeL Foqmasında İFaDə oLUNUQ. '

III FƏSİL

KİMYA-TEKNOLOGİYASI PROSESLƏRİNİN MODELLƏŞDİRİLMƏSİNİN ƏSAS MƏRHƏLƏLƏRİ

Kimyəvi-texnoloji proseslərin riyazi modelləşdirilməsi proseslərin idarə olunmasında və onun işinin effektivliyinin artırılması əməliyyatında öz aktuallığı ilə diqqəti cəlb edir. Bundan əlavə layihələşdirmə müddətinə əhəmiyyətli dərəcədə azaldır.

Prosesin idarə olunması işinin təşkilində ehtimal olunan çevrilmələrin mexanizmi əvvəlcədən dəqiqləşdirilir. Bu rəy kimyəvi çevrilmələrin elementar faktlarının və məhsulların aşkarlanması daxildir. Əməliyyat zamanı xammalın seçilib, hazırlanması, elementar mərhələlər üzrə keçid halları və məhsulların sistemdən çıxarılma mərhələsi üzrə müşahidə olunan bütün hal dəyişmələri nəzərə alınır.

Ən ehtimal istiqamət tam nəzəri və praktik araşdırmaların müqayisəli analizi əsasında seçilir. Nəzərə almaq lazımdır ki, prosesin əsas göstəriciləri (çevrilmə dərəcəsi, məhsulun çıxımı, prosesin selektivliyi, prosesin məhsuldarlığı, intensivlik) mexanizmə uyğun olaraq dəyişir. Ona görə də, mexanizmin və əsas göstəricilərin təsir parametrlrinə görə paylanması bütün mərhələlər üzrə izlənməsinə və ümumi sistem üçün aşkarlanmasına ehtiyac yaranır.

3.1. KİMYƏVİ - TexnoLoJİ proseslərin əsas Göstəriciləri

Məsələnin həllində modelləşdirmə əməliyyatının mərhələlər üzrə əlaqəli araşdırılması və nəticələrin aşkarlanmasına ehtiyac yaranır. Bu halda uyğun proseslərin əsas göstəriciləri əvvəlcədən müəyyən olunur və prosesin gedişində daim izlənilir.

KİMYƏVİ - TexnoLoJİ prosesin (KTP) əsas göstəriciləri araşdırılan prosesin iqtisadi və ekoloji cəhətdən səmərəliliyini xarakterizə edən effektivlik funksiyaları ilə müəyyən olunur. Hansı ki, bu göstəricilər KTP zonası üzrə müşahidə olunan kimyəvi çevrilmələr və fiziki-kimyəvi keçid hallarının təbiəti, eləcə də, texnoloji sxemə daxil olan müxtəlif aparatların işgörmə qabiliyyəti əsasında qiymətləndirilir. Bu halda nəzərdə tutulan istiqamət üzrə xammalın çevrilməsinin, çevrilmə sürətinin, məqsədi məhsulun çıxımının, proses zamanı müşahidə olunan energetik dəyişikliklərin, ekoloji təsir faktorlarının və s. aşkar

formaya gətirilməsi tələb olunur. Ona görə də, bu göstəricilərin bir-birilə əlaqəsi və hər bir göstəricisinin texnoloji parametrlərə görə dəyişikliyi müəyyənləşdirilir. Çevrilmə dərəcəsi xammalın KTP-də nə dərəcədə istifadə olunmasını, yəni reagentin kimyəvi reaksiyada iştirak edən hissəsini göstərir və prosesin səmərəliliyini xarakterizə edir. Məs., hər hansı J komponentinin ilkin qarışıqdakı miqdarı n_j , reaksiya zonasından çıxan qarışıqdakı miqdarı n_j olarsa, onda reagentin çevrilmə dərəcəsi (X_j)

$$X_j = \frac{n_j - n_j^0}{n_j^0} \quad (1)$$

ifadəsi ilə təyin olunacaq. Əgər prosesdə bir neçə reagent iştirak edərsə, onda hər bir reagentə görə çevrilmə dərəcəsini fərdən təyin etmək lazımdır. Məsələn, $aA + bB \rightarrow rR + sS$ mexanizmi üzrə baş verən reaksiyanın iştirakı ilə reallaşan prosesdə A və B komponentlərinin çevrilmə dərəcəsi (2) sistemi ilə dəqiqləşdirilir və nəticədən istifadə etməklə R və S məhsullarının miqdarını qiymətləndirmək olar. Araşdırılan reaksiyaya stexiometrik qanunauyğunluqların nəticəsini

$$\begin{aligned}
 & \frac{{}^n A_0 - {}^n A}{{}^n A} \\
 & < \\
 X_B = & \frac{{}^n B_0 - {}^n B}{{}^n B} \\
 \text{к.} & \frac{n}{B_0}
 \end{aligned} \tag{2}$$

tətbiq etməklə ümumi şəkildə R və S məhsullarının miqdarını belə təyin etmək olar:

$$\begin{aligned}
 {}^n R &= ({}^n A - {}^p A) \cdot a \\
 {}^n S &= ({}^n A - {}^n A) \cdot S \\
 L &= {}^0 a
 \end{aligned} \tag{3}$$

və ya

$$\begin{aligned}
 {}^n R &= ({}^n B_0 - {}^n A) \cdot b \\
 &< {}^b (4) {}^n S = ({}^n B_0 - {}^n B) \cdot S
 \end{aligned}$$

(2)- ifadəsinin ${}^n A_0$ - ${}^n A = {}^n A \cdot X_A$ və ${}^n B_0 - n_B = {}^n B_0 \cdot X_B$ nəticələrini (3) və (4) ifadələrində nəzərə alsaq,

$$\begin{aligned}
 {}^n R &= {}^n A \cdot X_A \cdot a \\
 {}^n R &= {}^n B_0 \cdot X_B \cdot b \\
 &< {}^a (5)
 \end{aligned}$$

reaksiya məhsullunun miqdarı X_j çevrilmə dərəcəsinə görə tənzimləmək olar. Analoji olaraq S məhsulunun miqdarı dəyişikliyinə də qiymətləndirmək mümkündür. (5)- ifadəsinin nəticələrini nəzərə alsaq,

$${}^n A_0 \cdot X_A \cdot a = {}^n B_0 \cdot X_B \cdot b \tag{6}$$

buradan,

$$x_B \frac{n_A \cdot r/a}{n_{B_0} \cdot r/b} x_A = \frac{n_A / n_B}{\frac{A_0}{B_0} \cdot X_A} \cdot X_A \quad (7)$$

(7) tənliyi A və B reagentlərinin çevrilmə dərəcələri arasındakı əlaqəni göstərir və reagentlərdən hər hansı birinin məlum çevrilmə dərəcəsi əsasında məlum olmayan çevrilmə dərəcəsinə müəyyənləşdirməyə imkan verir.

Son nəticədən göründüyü kimi A və B reagentlərinin reaksiya tənliyi üzrə miqdarı nisbətlər dəyişikliyi stexiometrik əmsallar nisbətində bərabər olarsa, yəni $n^A/n^B = a/b$ şəraitində $X_A = X_B$ olar. Əgər, $n^A/n^B > a/b$ olarsa, (7) ifadəsindən göründüyü kimi A reagentinin əlavə miqdarı işlətdikdə $X_A < X_B$, əks halda isə, yəni

B reagentinin əlavə işlətdikdə, $X_A < a/b$ halında

da $X_A > X_B$ nəticəsi müşahidə olunacaq.

Alınan nəticədən belə qənaətlə gələcək olar ki, Texnologiya proses zamanı reaksiya qarışığının ilkin tərkibini seçməklə çevrilmə dərəcəsinə tənzimləmək olar.

Reaksiya məhsuluna görə Texnologiya prosesin effektivliyini xarakterizə etmək üçün məhsulun çıxımı anlayışından istifadə olunur. Çıxım dedikdə alınan məhsulun mütləq miqdarı nəzərdə tutulur və o götürülən xammal vahidinin payı kimi təyin olunur. Aşkar formada, məhsulun çıxımı-Texnologiya prosesinin gedişində əldə edilən məhsulun real miqdarının proses şəraitində baş verən kimyəvi reaksiya üzrə əlvan birləşmə maksimum miqdarına (n) olan nisbəti ilə müəyyənləşdirilir;

$$\frac{n_{R_{max}}}{n} = \frac{R}{R_{max}} \quad (8)$$

$n_{R_{max}}$ - Kimyəvi Tənliyin ədədi qiyməti əsaslı dərəcədə pro-

ses zonasındaki mümkün kimyəvi çevrilmələrin mexa- nizmindən asılıdır. Əgər kimyəvi reaksiya dönməyən, $aA + bB + rR + sS$ mexanizmi üzrə baş verərsə, $11; /n \ 1; a/b$ şəraiTində A reagenti Tam miqdarı ilə reaksiyaya daxil olduqda R məhsulunun alına biləcək

maksimum miqdarı (9) $n_R = n_A \cdot \frac{r}{a}$ ifadəsi ilə inyin olunacaq. Bu halda,

$$\frac{n_R}{n_{A_0} \cdot \frac{r}{a}} \quad (10)$$

(5) $n_{A_0} \cdot \frac{r}{a} = n_A \cdot X_A$ $\frac{r}{a}$ олДУЬУПУ ПЯЗЯРЯ

аЛсар,

$$V_R = \frac{n_{A_0} \cdot X_A \cdot r / a}{n_{A_0} \cdot \frac{r}{a}} = X_A \quad (11)$$

nəticəsi alınar. Buradan belə qənaətə gəlmək olar ki, sadə Dörməuər Kimyəvi reaksiualar Ü4ÜP məhsulup çıxımı reagentin çevrilmə Dərəcəsinə bərabərdir.

Eyni zamanDa əksər mürəkkəb mexaşzmlı - Dörpəp, ar- DısıL, paralel Kimyəvi - reaksiualarıp işTirakı ilə baş verəp Texpo- Laj'y rtoşesLər Ü4ÜP məhsulup çıxımı reagepyr ç'e'p1tə Dərəşgs- ipDəp FƏRQLƏPİR. Əgər TexpoLoj'i rtoşes məqsəDLi isyqaməT üzrə

Dörpəp, $aA + bB + rR + sS$ mexaşzmi ilə müşahidə olupar- sa, bu HalDa məqsəDLi R məhsulupup maksimum çıxımı pə- zəri olaraq opup Tarazlıq çıxımına (n_R) uşğup olasaq, uəş

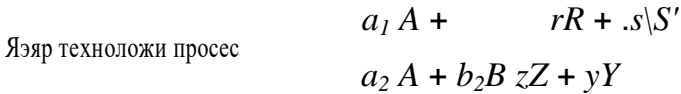
$n_A \cdot \frac{r}{a}$ əgər bu vəziuəTDə FauDaLı reagepyr Tarazlıq çevrilmə Dərəşəsi X olarsa, opDa (5) və (8) ifadəLəripip

tətbiqi əsasında məqsədli məhsulun mümkün maksimal miqdarını və məhsulun çıxımını qiymətləndirə bilirik:

$$n_{R_{max}} = Pr = p_0 \cdot X_A \cdot r/a \text{ və}$$

$$\frac{n_R}{n_{R_{max}}} = \frac{n_{A_0} \cdot X_A \cdot \Gamma a}{n \cdot X_{A_e} \cdot r/a X_A} \quad (12)$$

Beləliklə, dönmən kimyəvi reaksiyaların iştirakı ilə baş verən texnoloji proseslərdə məhsulun çıxımı onun proses şəraitində alınmış real miqdarını təmin



edən çevrilmə dərəcəsinin tarazlıq şərtləndirilmə dərəcəsinə nisbəti ilə hesablanır. paralel reaksiyası üzrə baş verərsə, məqsədli R məhsulunun maksimum çıxımını almaq o zaman mümkündür ki, $n^A/n < a/b$ şərti daxilində faydalı reagentin çevrilməsi ancaq əsas reaksiya üzrə baş versin. Onda müəyyən ediləcək və bu halda n_R -in qiyməti aşağıdakı kimi təyin ediləcək. Əgər A reagentinin əsas reaksiya üzrə sərfi ilə yanaşı əlavə proseslər üzrə sərfini də mütləq nəzərə almaq lazımdır.

яса мящулун чыхымы

$$\frac{n_R}{n_{A_0} \cdot r/a} \quad (13) \text{ ИфаДясИ ИЛя}$$

KTP-in məqsədli R məhsulunun alınması əsas reaksiya üzrə baş verən reaksiya ilə əlaqəli prosesdəki miqdarı A reagentinin R-ə çevrilmə dərəcəsinə bərabər və eyni zamanda R-in özünün çevrilmə dərəcəsinə bərabər olacaq deyiləcəkdir. Bu tip reaksiyalar zamanı R-in əsas reaksiya üzrə sərfinin bütün hallarda müəyyən tarazlıq vəziyyətindən keçməsinə nəzərə alsaq, belə qənaətə gəlmək olar ki, onun prosesdəki çıxımı tarazlıq şərtləndirilmə dərəcəsinə bərabər olacaq. Bu halda R-in reaksiya zonasındakı maksimum miqdarı prosesin tarazlıq halına uyğun gəlir;

$$"-max \quad \text{L} > A - {}^n A e \quad X A e \quad , \quad \dots \quad (14)$$

Alınmış nəticəni (8) ifadəsində nəzərə alsaq, ardıcıl kimyəvi çevrilmələrin iştirakı ilə aparılan KTP-də məqsədli məhsulun çıxımı

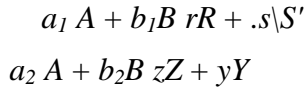
$$w_R = \frac{R^n}{{}^n A_0 \cdot {}^R A \cdot r/a}$$

ifadəsi ilə təyin olunacaq.

Nəticələrin analizindən məlum olur ki, KTP-də əsas məhsulun çıxımı faydalı reagentin əsas və əlavə re-aksiyalar üzrə çevrilmə xarakterindən asılıdır. Odur ki, vəziyyətin qiymətləndirilməsi üçün texnoloji prosesin effektiv göstəricisi kimi reagentin əsas reaksiyaya sərf olunan miqdarının və eləcə də, əsas reaksiya sürətinin proses zonası üzrə dəyişikliyinə idarə olunması daha maraqlıdır. Hansı ki, bu göstərici prosesin selektivliyi kimi xarakterizə olunur. Selektivlik hər bir proses üçün ümumi formada prosesdə başlanğıc vəziyyətindən reaksiya sonuna qədər bütün keçidləri nəzərə alan kəmiyyət şəklində ya da prosesin istənilən anı üçün si- stemdə baş verən çevrilmələrin effektivliyini xarakterizə edən göstəricisidir.

Ümumi halda selektivlik reagentin məqsədi istiqamət üzrə sərf olunan miqdarının onun prosesə sərf olunan ümumi miqdarına olan nisbəti ilə təyin edilir və texnologiyada ümumi və ya inteqral selektivlik kimi qəbul olunur. Anı hal üçün təyin olunan diferensial selektivlik isə, reagentlərin məqsədli məhsula çevrilmə sürətinin onların proses üzrə ümumi sərf olunma sürətinə olan nisbəti əsasında müəyyənləşdirilir. Əgər proses zo-

nası üzrə məqsədli R məhsulunun alınması A və B reagentləri bazasında aşağıdakı mexanizm üzrə baş verər- sə:



Onda R məhsuluna görə prosesin diferensial selektivliyi

$$(f), f = {}^{(16)}L^VA$$

ifadəsi ilə təyin olunacaq.

Bu vəziyyətdə faydalı A reagentinin R məhsuluna sərf olunan miqdarı n , proses zonasından çıxan qarışıqdakı miqdarı nA olarsa, onda prosesə sərf olunan ümumi miqdar $(n - n)$ fərqi ilə təyin olunacaq və nəticədə ümumi selektivlik (f)

$$f = \frac{A}{nA - nA} \quad (17)$$

şəklində müəyyənləşəcək.

Stexiometrik qanunauyğunluqların prosesə tətbiqini nəzərə alsaq:

$$A_0 \quad n_A \quad n_A = - + - ? -$$

$$\frac{r}{a} \quad \frac{z}{a} \quad \frac{s}{a} \quad \frac{y}{a} \quad \frac{r}{a} \quad \frac{y}{a}$$

$$nA \wedge R = nR / Q / a$$

Nəticəsini alaraq ki, bunu da (17) ifadəsinə tətbiq etsək, ümumi selektivlik,

$$f = \frac{n / r / a}{nA_0 - nA} \quad (18)$$

formasında müəyyənləşəcək.

Məqsədli məhsulun çıxımı, reagentin çevrilmə dərəcəsi və selektivlik bir-birilə funksional əlaqəli göstəricilərdir. Bu əlaqənin aşkarlanmasını araşdırdığımız paralel reaksiya misalı üzərində öyrənək;

$$\frac{n_R}{D_{R, \dots}} = \frac{n_R}{n_{A_0}^{r/a}} \quad (19)$$

Bu halda (13) tənliyinə əsasən məhsulun çıxımı, ifadəsi ilə, R məhsulunun alınmış real miqdarı isə (18) ifadəsinə əsasən,

$$n_R = F^{(p)} A^{-n} A^{r/a} = F \cdot X_A^{r/a} \quad (20)$$

şəklində qiymətləndiriləcək.

(20) tənliyinin nəticələrini (19) -da nəzərə alsaq, çıxım, selektivlik və

$$\frac{\Phi \cdot n_{A_0}^{X_A} \cdot X_A^{r/a}}{n_A \cdot r / a} = \Phi \cdot X_A \quad (21)$$

çevrilmə dərəcəsi arasındakı aşkar ifadəni müəyyənləşdiririk:

Əgər paralel reaksiya dönəndirsə, onda R məhsulunun maksimum alınma imkanı tarazlıq şəraitində, əlavə reaksiyanın iştirak etmədiyi halda mümkünür. Məhsulun çıxımı (15) ifadəsi ilə təyin olunduğunu və nəticəni (2) ifadəsində nəzərə alsaq:

$$\frac{F \cdot n_{A_0}^{X_A} \cdot X_A^{r/a}}{Pl \cdot n_{A_0}^{X_A} \cdot X_A^{r/a}} = \frac{X_A}{X_{A_0}}$$

nəticəsini alaraq.

Bundan əlavə KTP effektivliyini xarakterizə edən əsas göstəricilər dəqiqləşdirilərkən prosesin reallaşdırılmasında istifadə olunan müxtəlif aparatların, sexlərin və s. işgörmə qabiliyyəti də nəzərə alınır. Hansı ki, göstərici texnoloji prosesin məhsuldarlığı ilə qiymətləndirilir.

Məhsuldarlıq - vahid zamanda alınan məhsulun miqdarı ilə təyin olunur.

$$M = \frac{n}{t} \cdot R \quad (23)$$

n_R — MƏHSULUN miqDarı, t — vaxt OLDUĞUNU nəzərə aL- saq, məhsuldarlığın kq/s, ton /il və s. olduğu müəyyən- Ləşər. İstifadə oLunan qurğunun imkan Daxilində maksimum məhsulDarLığı **güc** kimi qəbuL oLunur.

Eyni prosesin reallaşdırıLDığı müxtəlif quruLuşLu və ölçülü aparatLarın işini müqayisə etmək üçün **intensivlik** anLayışınDan istifadə oLunur. Hansı ki, KTP - in reall- LaşdırıLDığı aparatın işçi həcmi üzrə məhsulDarLığın pay- Lanması ilə müəyyən oLunur:

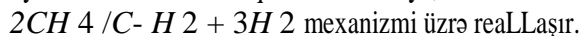
$$I = \frac{M}{V} = \frac{nR}{V-t}$$

V-arraraT Həcmi OLDUĞUNU nəzərə aLsaf İ[(kq/s.m³)] ölçüsü ilə təyin oLunar.

Məsələn; Metanın oksidləşdirmə ilə riroLizində, hər 100 kq ilkin metanDan aLınan reaksiya məhsulunda ~ 12,55 kq reaksiyaya girməyən metan və əlavə məhsullar (CO , CO_2 , H_2 və s.) vardır.

Metanın çevrilmə Dərəcəsinə, məqsəDLi məhsulun (C_2H_2) mol. çıxımını və prosesin seLektivliyini təyin et- məLi.

Məsələnin həlli: Öyrənilən prosesdə məqsəDLi reak- siya,



Əgər metanın başlanğıc miqDarı, $A_0=100$ kq (6,25 mol), reaksiya sonundakı miqDarı isə $A = 12,55$ kq (0,784 kmol) oLarsa, ilkin qarışıqDa asetiLenin miqDarı,

$B_0=0$, reaksiya məhsulunda isə $B = 30,2$ kq (1,162 k- mol) olduğunu nəzərə alsaq, onda əsas göstəricilər aşağıdakı kimi müəyyənləşəcək;

Metanın mol. faizlə çevrilmə dərəcəsi (X);

$$X_A = \frac{A^0 - A}{A_0} \cdot 100 = \frac{6,25 - 0,784}{6,25} \cdot 100 = 87,5\%$$

Asetilenin xammala (CH) görə mol çıxımı;

$$v_B = \frac{B - B_0}{A_0} \cdot 100 = \frac{1,162 - 0}{6,25} = 18,60\%$$

Prosesin selektivliyi;

$$X_A = \frac{n^A(B - B_0) - 1}{nB(A_0 - A)} \cdot 100 = 42,5\%$$

Aparatın işçi zonası səviyyəsində - yəni, əvvəlcədən kiçik elementar həcm səviyyəsində öyrənilmiş sətirik məlumatlardan istifadə etməklə əsas işçi zona, məs., katalizator layı üzrə proseslərin aydınlaşdırılması. Bu səviyyədə axının hərəkət xarakteri ilə əlaqəli təsir effektləri nəzərə alınmalıdır. Belə vəziyyətdə hidrodinamik dəyişikliyin əsaslı təsiri müşahidə olunur.

Apparat səviyyəsi - bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə olan və paylanan işçi zonaların aparat fəzası üzrə paylanma strukturunu göstərir. Məsələn, çoxsaylı katalitik reaktorda istidəyişdiricilərlə ayrılan bir neçə katalizator layı.

Ümumi quruluş səviyyəsi - müxtəlif aparatlar arasında qarşılıqlı əlaqənin aşkarlanması.

3.2. KTP-in işlənməsində səviyyələr arası əlaqələrin təyinatında modelləşdirmə əməliyyatının rolu

İstənilən kəmiyyət- texnoloji sistem müərkəb təsir gedişli ilə xarakterizə olunur və qapalı quruluşa malikdir. Ona görə yeni kəmiyyət - Texnoloji sistem Layihəsi İşləpərkəp mümkün təyari və enerji bələslərini HƏRTƏRƏFLİ araşdırılaraq bütün təhəllələr və ümumi sistem üzrə aşkarlanması tələb olunur. Bu halda türəkəb sistem bir - biri ilə əlaqədə olan ehtətar sistemlərin ümumi yığını kəmiyyət qəbul olunur. Prosesin ümumi təhlil işləpərkəp

sİstet ü/m FinksİuaLaşDırta eLetenTar sİ- sTetLərİn əLaqəSİ nə/ərə aLıntaqLa Dərəcənİn a/aLDİLTası İstİ- QatəTİnDə artrıLır. Bu HaLda toDeLİn İLkİn TəTbİf rtoşesİn anaLİ/İnİ tsbətən saDəLəşDİrİr və eunİ /atanDa sİstetİn mİxtəLİf səvİuuəLərİ arasınDakı əLaqə nə/ərə aLıŞr. QeuD eDək kİ, baxıLan anaLİ/ TexnoLoj'İ rtoşesLərİn İŞLəntəsİnDə İerarxİk baxıŞ kİTİ QəbuL OLUNUR. ƏtəLİuuatın reaLLaşDırİLTası üçün Hər bİr eLetenTar tərHəLəDə (təs., reaksİua tərHəLəSİnDə, uəNİ reakTORDa) baş vertəsİ eHTİtaL oLunan kİtuəVİ rtoşesLərİn əsas tərHə-LəLərİnİn aŞağıDakı arDıcıLLıq ü/rə araŞDırİLTası taraQLıDır:

MoLeKuLyar səviyyə - Hansı kİ, kİtuəVİ kİneTİkanın QanunauğunLuqLarı İLə müəyyənLəşDİrİLən toLekuLLar- arası QarŞıLıQLı Təsİrİ gösTərİr. Bu QarŞıLıQLı Təsİrİn anaLİ/İ /atanı reaksİua /onası ü/rə sərf oLunan mİxtəLİf reagenTLər və reaksİua təHsuLLarı arasınDakı tİqDarı QarŞıLıQLı əLaqə, uəNİ sTexİoteTrİk əLaqə və kİtuəVİ Tara/Lıq haLLarı nə/ərə aLınır.

ELeMenTar Həcm səviyyəsi - takroskorkt ÖLçüLü reaksİua həctİnİn kİçİk eLetenTar həctİ oLub, tİkroHəct ü/rə taTerİaL və enerj'İ mübaDİLəLərİnİn qanunauğunLuqLarı əsasınDa seçİLİr.

3.3. Modelləşdirmə əməliyyatında fiziki hal dəyişmələri.

QeuD oLunan səvİuuəLər ü/İ'ə artrıLan İLkİn nə/ərİ və prakTİK araŞDırtaLarın nəTİcəLərİ əsasınDa toLekuLuar səvİuuəDən ümumİ quruLuŞa QƏDƏR bütün keçİD HaLLarınDa və aparatlar zonasında ehtimal olunan qanunauyğunluqlar funksiyalaşdırılaraq elementar səviyyələrin və ümumi sistemin modeli dəqiqləşdirilir. Modelləşdirmə əməliyyatı zamanı fiziki halların dəyişikliyi mütləq nəzərə alınmalıdır.

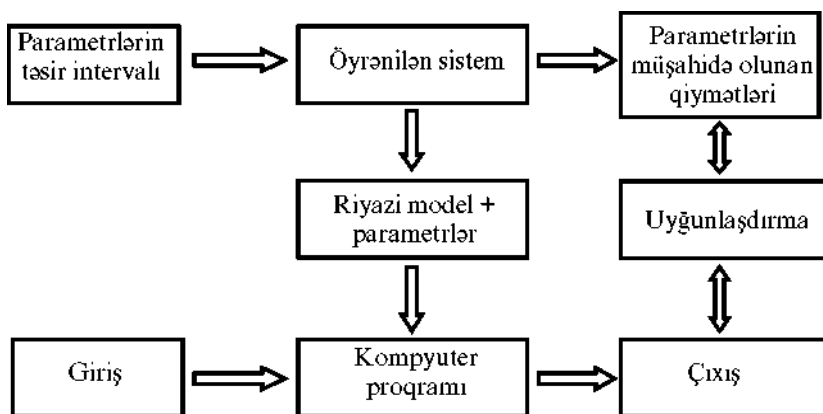
Modelin müəyyənəşdirilmə işi üçün aŞağıdakı şərtlər vacibdir:

- sisTemin xassəLərini İFaDə eDən DəYİŞƏNLƏRİN dəqiqləşdirilməsi və onların daxil olduğı əlaqəli tənliklər sisteminin formalaşdırılması;

- təsir parametrlərinin tərtib olunmuş tənliklər sistemində bir - biri ilə və xassə dəyişənləri ilə əlaqəsi;

- qəbul olunmuş model tədqiq olunan sistem üzrə sərhəd şərtlərini dəqiqləşdirməyə imkan verməlidir.

Əməliyyatın aparılması tərtib olunmuş modelin riyazi strukturundan asılı olaraq müxtəlif riyazi metodların tətbiqi ilə reallaşdırılır. Bu halda əməliyyat uyğun əlverişli proqramın seçilməsi əsasında əhəmiyyətli dərəcədə sadələşdirilir. Proqram işlənərkən nəzərə almaq lazımdır ki, ümumi şəkildə parametrlərin daxil olan qiymətləri girişi, müşahidə qiymətləri isə çıxışı təşkil edir. Tədqiq olunan sistemin ilkin göstəriciləri, riyazi model və istifadə olunan komyuter proqramı arasındakı əlaqəni belə təsəvvür etmək olar:

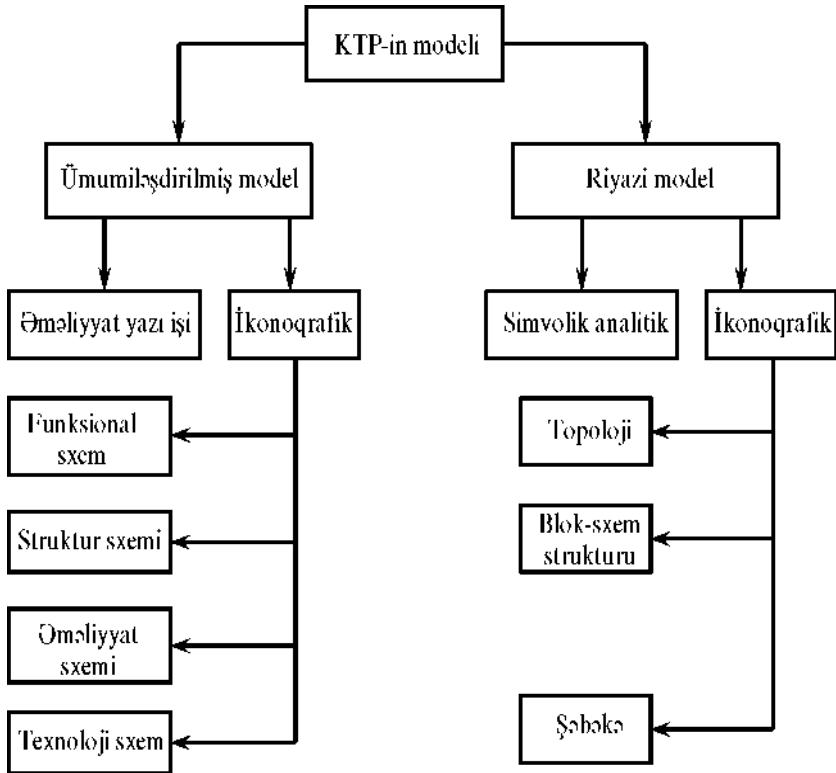


istifadə etmək olar.

Nəzəri modelin qurulması sistemin analizi əsasında əsas qanunauyğunluqların identifikasiyası, yəni nəticələrin eyniləşdirilməsi istiqamətində aparılır.

3.4. KTP - in ümumi modelinin qurulması.

KİMYƏVİ - Texnoloji proseslərin ümumi modelini fiziki modelin əsas bazasını təşkil edən ümumiləşdirilmiş və riyazi model formasında klassifikasiya olunur. Hansı ki, onlar da aşağıda göstərilən əməliyyatlar üzrə tamamlanır:



Əməliyyat - yazı modeli, funksiyalaşdırılan sistem üzrə rəqəmsal səsliyin yazılış fikrinin formalaşdırılması işidir. Onun əsasını əsas məhsulun alınması məqsədi ilə aparatlar sistemində aparılan əsas kimyəvi reaksiyaların sxemi təşkil edir. Xammalın tərkibi haqqında daimi məlumat və parametrlərin texnoloji şəraitə uyğun qiymətləri nəzərə alınır.

İkonografik model - aydın qrafiki təsvirlə əlaqələndirir və sistemin funksiyalaşdırılması üçün keyfiyyət göstəricisi kimi qəbul oluna bilər.

funksional sxem - KTS-in funksiyalaşdırılması işində ümumi məlumat verir. Sxem üzrə müəyyən olunmuş texnoloji əməliyyatların aparıldığı əsas mərhələlər ayırılır və onlar arasındakı texnoloji əlaqə göstərilir.

QURULUŞ sxemi - giriş və çıxışlar nəzərə alınmaqla kimyəvi texnoloji sistemin elementləri bloklar formasında təsvir olunur və bloklararası

TexnoLoJİ əLaqəLər GÖSTƏRİLİR.

SİtvoLİk (analitik) model - rtoşesLərin ÜMUMİLƏŞDİRİL- miş mahİyyəTİnİ TəsvİR eDən rİyazİ əLaqəLərİ İfaDə eDİR. Bu əLaqəLər prosesİN geDİşİnDə və sİsTemİnçİxİşİNDa fakTorLarDan asİLİ oLaraq TexnoLoJİ axının fİzİkİ haL parameTrLərİNİ müəyyənLəşDİrməyə İmkan verİR.

Tonoloj'i modeli - qraFLar FormasİNDa Təsəvvür eTmək məsLəhəTDİR. Qraf - sİsTem fəzasİNDa əməLə gəLən bİR neçə vəZİyyəTİN ümumİ konFİqurasİyasIDır. Hansı kİ, ümumİ Tex- noLoJİ quruLuşun bLok-sİsTemİnə DaxİLDİR və beLə TəsvİR oLu- nur:

Şəbəkə modeli - bu KTS-İN LayİHəLəşDİRİLMəsİNİN TəşkİLİ, ekspLuatasİya və İDarəeTmə İşİNİN FormaLəşDİRİLMəsİ üçÜN İkonograFİK moDeL bazasIDır.

HəyaTa keçİRİLən moDeLLəşDİrmə əməLİyyaTı öz İnkİşaf DÖvrÜNDe İKİməqHəLə KeçmyşDİq. HaL - HazıqKİ Dövqy şəqTİ oLa- raq üçüncü mərhələ kimi qəbul etmək olar.

İlk mərhələ. KTS-in material və enerji balanslarının də- qİqləşdİrİlməsi və hesablanması İşİNİN kompyuter tətbiqi səviyyəsİNə çatdırılmasıdır. Bu mərhələ 1958 - 60-cı illərdən 1970-ci illərə qədər özünün geniş İnkİşaf yolunu keçmİş, KTS- lər üçÜN universal modelləşdİrmə proqramları İşlənmişdir. (məs., FLEXİble FLOWsheet, CHEOPS, CHEVRON, SPEEDUP, PACER-245, FLOWTRAN, PROCESS, MATL AB - 3(6) və s.).

Proqramın İşlənməsi və seçimi əsas baLans tənLİkLərİNİN quruLuşu, giriş və çİxİş göstəricİLərİNİN qİymətLəri əsasında aparİLİR. MəLumdur kİ, müəyyənLəşdİrİlmİş zaman İntervalın- Da (.It) eLemenTaq Həcm (AV) zonası yzqə DaxİL oLan axının aktiv İştirakçı J komponentİNə görə material baLansını üm- mi şəkiLDə beLə İfaDə etmək oLaq:

$$nJ \text{ (Dax.oL.)} - nJ \text{ (çİx.)} \pm nJ \text{ (k.q.)} = nJ \text{ (Dəyiş.) buqaDa, } n_j \text{ (Dax.oL.)} - J$$

Komponentlərin (At) müddətində reaksiya axını ilə elementə (AV) həcmində daxil olan, nJ (çix.) işə, həmin müddətdə (AV) həcmdən çıxan miqdarı göstəyir.

Ş (k.q.)-J Komponentlərin (At) müddətində kimyəvi çevrilməyə sərf olunan miqdarıdır.

Analoji Fərqə Uyğun (At) müddətində (AV) həcmi üzqə tədqiq olunan prosesin enerji balansını təqibə olunan:

$$Q (\text{Dax.öl.}) - Q (\text{çix.}) \pm Q_{\text{q.}} \pm Q_{\text{İ.D.}} = Q_{\text{D.}}$$

QD.o.-elementə daxil olan, Qç-İsə (At) müddətində ayqılan istiliyin göstəyicisidir. Qq- reaksiyanın istilik effektini, Qİ.D.- İse istifadə olunan iş- Təyidəyicinin Daşdığı istiliyi göstəyir. QD.- yekun halda istiliyin dəyişən miqdarıdır.

Modelləşdirmə elminin inkişafında **ikinci** dövr öyrənilən sistem üzrə mümkün proseslərin qanunauyğunluqların və qurğuların bir - biri ilə ciddi əlaqəsini əsaslandıran yeni nəzəriyyələrin işlənməsi və tətbiqi ilə yadda qalır. Qeyd edək ki, bu sahədə 1980-ci illərdən başlayaraq araşdırılan hadisələrin kompleks sistemlərə tətbiqi əsasında öyrənilməsi müxtəlif yeni əlvərişli riyazi metodların işlənməsi və çoxfaktorlu təsir imkanına malik idarəedici funksiyaların müəyyənləşdirilməsi ilə maraqlıdır.

KTS-in modelləşdirilməsinin müasir dövrü - üçüncü mərhələsi iqtisadi və ekoloji təsir effektlərini paralel nəzərə almaqla sistemin optimal texnoloji parametrlərinin və optimal layihənin müəyyənləşdirilməsi ilə xarakterizə olunur. Bu kompleks əməliyyatın reallaşdırılması müasir tədqiqatın və istehsal sahəsinin aktual problemi kimi qəbul olunur.

IV FƏSİL

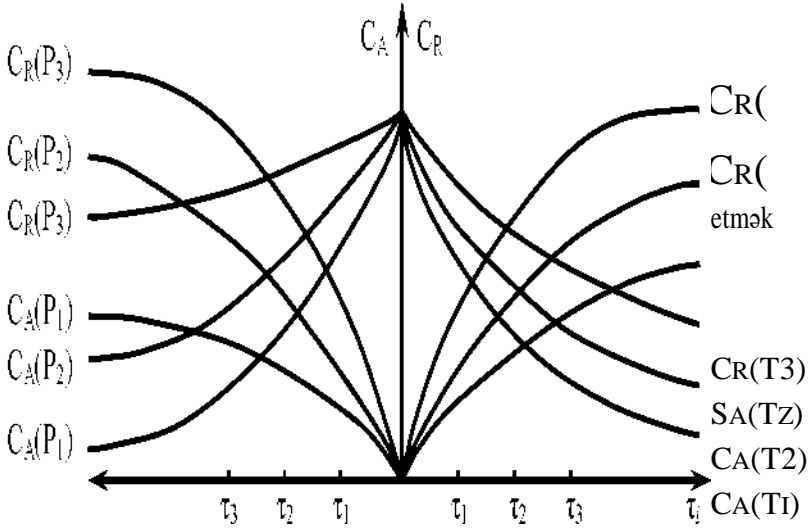
KİMYA TEXNOLOGİYASI PROSESLƏRİNİN FİZİKİ MODELƏŞDİRİLMƏSİ

KİMYƏVİ - TexnoLoj'i rtoşesyn əTraFLı ÖyRənlİb, İstəHsaL səviyyəsinə gətirilməsi prosesə görə əlverişli xammal və enerji mənbələrinin seçilməsi, optimal texnoloji şəraitin və optimal texnoloji layihənin işlənməsi əsasında reallaşdırılır. Əməliyyat zamanı paralel olaraq, iqtisadi və ekoloji təsir effektlərinin aşkarlanması və nəticələrin qiymətləndirilməsi vacibdir. Hansı ki, əməliyyat öyrənilən sisteminin modelləşdirilməsi əsasında aparılır. Məlumdur ki, ilkin tədqiqat mərhələsindən istehsal səviyyəsinə qədər olan keçid halında istifadə olunan aparatların quruluşundakı analogi vəziyyəti saxlansa da, mərhələlər üzrə həcmnin daimi dəyişikliyi müşahidə olunur. Belə vəziyyətdə həcmnin dəyişməsi ilə parametrlərin təsir qanunauyğunları arasındakı əlaqəni ümumi modelin tərtibində nəzərdən qaçıрмаq olmaz. Göründüyü kimi modelləşdirmə əməliyyatının reallaşdırılması bütün hallarda araşdırılan hadisə üzrə ehtimal fəndlərinin formalaşdırılması, ilkin nəzəri analizə, mümkün qanunauyğunluqların funksiyalaşdırılması və nəticələrin təbiiqi əsasında həyata keçirilir. Nəticələrin qiymətləndirilməsi işində baza kimi orijinal üzrə ilkin fikri və nəzəri analizin imkan verdiyi intervalda mümkün eksperimental nəticələr əsas kimi götürülür. Qeyd edək ki, ümumiləşdirilmiş fikri model və orijinalın nəticələrində fiziki eynilik müşahidə olunmalıdır, hansı ki, bu fiziki modelin əsası kimi qəbul olunur. Fiziki model qurularkən fəza keçidləri və prosesin dinamikası nəzərə alınmalıdır. Modelin qurulması işində nəzərə almaq lazımdır ki, fiziki oxşar mənbələrdə baş verən bütün proseslər fiziki təbiətinə görə fərqlənmir. Əməliyyat elmdə fiziki modelləşdirmə kimi qəbul olunur.

4.1. Fiziki modelləşdirmənin elmi əsasları

Modelləşdirmə əməliyyatında öyrənilən mənbə və məhsulun fiziki oxşarlıq əlaqəsi əsas kimi qəbul olunur. Bu halda fiziki təbiətin uyğunluğu hərəkət qanunlarının təsvirində nəzərə alınır. Nəzərdə tutulan istiqamət üzrə öyrənilən araşdırmalarda fiziki təbiətinə görə orijinala eyniliyi təmin edən model əsas kimi qəbul olunur. Qeyd olunan mexanizm üzrə araşdırma elmdə fiziki modelləşdirmə metodunun əsasını təşkil edir. Modelin tətbiqi nəzərdə tutulan təcrübə məlumatlarının qiymətləndirilməsinə və mexanizmin aşkarlanmasına imkan verir. Məsələn, sadə A R mexanizmi üzrə baş verən proses zamanı iştirakçı komponentlərin müxtəlif təzyiqləri (r) və Temperaturlarda (T_x) /atama (t_i) GÖRƏN p,yl;ınm;ı- sındakı analogiyaları qrafiki olaraq aşağıdakı kimi təsvir

olar:



Burada, C və C uyğun olaraq reagentin və məhsulun

konsentrasiyasıdır.

Texnoloji parametrlərə görə paylanma qanuna- uyğunluqlarındakı təqribi eynilik onu göstərir ki, sürətlər temperaturlar və qatılıqlar texnoloji prosesin hərəkət edən mühitində oxşardır. Bu nəticəyə əsasən belə qənaətə gəlmək olar ki, obyektin xassələrini kiçik miqyaslı modeldə öyrənərək, onu mərhələlərlə böyütməklə miqyaslaşdırmaq olar. Əməliyyat zamanı təcrübi araşdırmalar natural obyektlərdə yox, kiçildilmiş mənbələrdə (laboratoriya, nisbi - böyüdülmüş QURĞULARDA və s.) aparılır. Təcrübi model qurğuları və onlarda gedən proses şəraitlərinin böyük ölçülərə keçikli məsələ işində əldə olunan İLKİN ANOLOJİ NƏTİCƏ- LƏRDƏN İSTİFADƏ OLUNUR. YƏNİ HƏR HANSI BİR HAĐİSƏNİN MİKRO- SİSTEMLƏRDƏKİ ARAŞDIRILMASINDAN ALINAN NƏTİCƏLƏR LƏ MAKRO- SİSTEMDƏ REALLAŞDIRILAN PROSESİN GÖSTƏRİCİLƏRİ ARASINDAKI UYGUNLUQ HƏCMİN DƏYİŞMƏSİNƏ MÜNƏSİB FORMADA NİZAMLANIR. ONA GÖRƏ DƏ, PRAKTİK MƏSƏLƏLƏR HƏLL EDİLƏRKƏN HƏR HANSI BİR KONKRET HAĐİSƏNİ ONA OXŞAR HAĐİSƏLƏRDƏN AYIRMAQ ÜÇÜN, HÖKMƏN BAŞLANGIÇ VƏ SƏRHƏD ŞƏRTLƏRİ NƏZƏRƏ ALINMALIDIR. BUNLARA MİSAL OLARAQ SİSTEMİN GEOMETRİK QURULUŞ VƏ ÖLÇÜLƏRİNİ (REAKTOR, APPARAT, BORULAR VƏ S.), FİZİKİ XASSƏLƏRİ, BAŞLANGIÇ VƏ SƏRHƏD ŞƏRTLƏRİNİ VƏ S. GÖSTƏRƏ BİLƏRİK. TEXNOLOJİ SİSTEMLƏRİN GÖSTƏRDİYİMİZ ARAŞDIRILMA MÜŞAHİDƏ OLUNAN OXŞAR KEÇİD HALLARININ İZLƏNMƏSİ İLƏ ARAŞDIRILMASI ELM DƏ FİZİKİ MODELLEŞDİRMƏ METODUNUN ƏSASI KİMLİ QƏBU OLUNUR.

Metodun əlm əsasını «Oxşarlıq» nəzəriyyəsi TƏŞKİL EDİR.

4.2. Fiziki modelləşdirmə əməliyyatında «Oxşarlıq» nəzəriyyəsi

Oxşarlığın əsasını orijinal üzrə modelin və eksperimental nəticələrin miqdarı paylanması imkanının şərtləri TƏŞKİL EDİR. Oxşarlıq nəzəriyyəsinə görə reallaşdırılması nəzərdə tutulan HƏR HANSI PROSES İLKİN NƏZƏRİ VƏ EKSPERİMENTAL NƏTİCƏLƏRİN ANA Lİ- Zİ ƏSASINDA DƏQİQLƏŞDİRİLMİŞ QANUNUYGUNLUQLAR ƏSASINDA

formalaşdırılır. Yazılış formaları aşkarlanarkən proses zonası üzrə hərəkət, kütlə və enerji axınlarının miqdarı paylanmasını dəqiqləşdirmək lazımdır.

$$\frac{\partial \hat{f}}{\partial t} + \frac{\partial \hat{f}}{\partial x} v_x + \frac{\partial \hat{f}}{\partial y} v_y + \frac{\partial \hat{f}}{\partial z} v_z + v \nabla^2 \sigma_x + \frac{1}{S} \frac{\partial P}{\partial x} \quad (1)$$

Məlumdur ki, bu hal dəyişmələri aşağıdakı ifadələrlə müəyyən olunmuşdur:

$$\frac{\partial m}{\partial t} + \frac{dc}{dx} v_x - \frac{dc}{du} v_u - \frac{dc}{dz} v_z + \frac{D}{1+DV} c + r_g \quad (2)$$

$$\frac{\partial t}{\partial t} + \frac{dt}{dx} v_x + \frac{dt}{du} v_u + \frac{dt}{dz} v_z + \frac{a}{1+aV} t + \frac{q}{S_{cp}} \quad (3)$$

Burada; σ — axının sürəti, t - Temperatur, c - qatılıq, $v = p/r$ - Kinetik Özlülük əmsali, g - səqəsdüşmə Təci, P - Təzyiq, r - sıxlıq, D - Diffuziya əmsali, Qg - Diffuziya olap Komponentin əmələ gəlmə və ya uduşma sürəti, a - Temperatur Keçiriciliyi əmsali, qr - vahid maye həcmə düşən İstilik gücü.

Təsvir olunan ifadələrin müqayisəli analizində göründüyü kimi proses zonası üzrə enerjinin, kütlənin və hərəkət sürətinin paylanması analoji formada dəyişir. İfadələrin birinci hədləri uyğun olaraq hərəkətin miqdarı keçiricilik sürətinin, kütlə keçiriciliyi sürətinin və enerji keçiriciliyi sürətinin konvektiv mexanizm hesabına dəyişməsinə, ikinci hədlər molekulyar mexanizm hesabına keçiricilik sürətinə, üçüncü hədlər isə xarici mənbənin təsir gücü hesabına keçiricilik sürətinin paylanmasını göstərir.

Nəticələrin analizindən belə qənaətə gəlmək olar ki, texnoloji prosesin hərəkətdə olan mühitində vahid sistem üzrə qarşılıqlı əlaqədə olan enerji, kütlə və sürət göstəricilərinin də-

yışməsi oxşar mexanizm üzrə baş verir. Şərh olunan differensial tənliklər keçiriciliyin sisteminin həndəsi və fiziki xarakteristikasını ifadə edir. Onlar konkret proseslərin hesablanması üçün geniş istifadə olunur. Əməliyyat konkret obyekt haqqında kompleks məlumatları nəzərə almaqla in-teqrallama yolu ilə aparılır. Qeyd olunan analitik təsvir vəsitələrinin (riyazi modelin ilkin formaları) tətbiqi ilə məsələlərin həllində obyektin bəzi qanunauyğunluqlarını fiziki model vasitəsilə alırlar. Qeyd etdiyimiz kimi, obyektin xassələrini kiçik miqyaslı modeldə öyrənərək, onu mərhələlərlə böyütməklə miqyaslaşdırmaq başa düşülür. Qeyd olunan qanunauyğunluqların oxşarlığı bütün mərhələlərin keçid hallarında gözlənilir.

Bu qanunauyğunluqların əsasını «Oxşarlıq» nəzəriyyəsinin teoremləri təşkil edir. Nəzəriyyənin teoremləri əsas tədqiqat obyektinin parametrləri ilə sənaye proseslərinin parametrləri arasındakı asılılığı və sistemin həcmindən dəyişməsi ilə parametrlərin dəyişmə intervalını aşkarlamağa imkan verir.

Oxşarlıq nəzəriyyəsinin əsas teoremləri ümumi şəkildə aşağıdakı kimi təsvir olunur:

I. Analoji (oxşar) proseslərdə eyniadlı parametrlərin ədədi qiymətləri təqribən bərabərdir və oxşar hadisələr eyni tənliklərlə təsvir edilməlidir.

Əgər, ilkin tədqiq olunan mikrohəcm üzrə göstəricilər (T, P, ...) olarsa, bu halda analoji sənaye prosesinin (makrosistemin) parametrləri,

$$\begin{aligned} T_1 &= K_1 T_2 \\ P_1 &= K_2 P_2 \end{aligned} \quad (4)$$

kriterial tənlikləri ilə ifadə oluna bilər. Bu halda K_1, K_2, K_3 1, $K_4 \neq 1$.

II. Analoji proseslərin əsas texnoloji parametrləri arasındakı əlaqələrə müəyyən olunmuş kriterial tənliklərlə İFADƏ OLUNUR. (BeKingem - FeDerman Teoremi)

$$d. = \frac{KT(P)}{dr \quad Ck}$$

III. (Oxşarlığın zəruri və kafi şərti - Kirpiçyov - Qux- man teoremi).

Proseslərin oxşar olması üçün onların eyni adlı müəyyənedici oxşar parametrlərinin ədədi qiymətlərinin eyni olması oxşarlığın zəruri və kafi halıdır.

Teoremlərin analizinə əsasən belə qənaətə gəlmək olar ki, mikrohəcm üzrə öyrənilən prosesin modelinin nəticələri əsasında orijinalın maraqlı parametrlərini qiymətləndirmək mümkündür.

Bu halda praktik olaraq miqdarı ötürmələrin qiymətləndirilməsi maraqlıdır və modelin orijinala oxşar olması vacibdir. Məsələn, iki oxşar borunun diametrinin uzunluğuna nisbəti eyni olmalıdır, yəni, $d / A = d' / A' = a$, burada a_t — sabit ədəd olub, elmdə invariant və ya həndəsi oxşarlıq simpleksi adlanır. Oxşar sistemlərdə bununla yanaşı fiziki invariantlar, zaman invariantı və s. mövcuddur:

$$O, \quad \frac{r_1}{r_2} \text{ — sürət oxşarlığı invariantı,}$$

$$a_t \quad \frac{t_1}{t_2} \text{ — Temperatürün invariantı,}$$

$$a_a \quad \frac{a_1}{a_2} \text{ — Həndəsi oxşarlıq simpleksi,}$$

$$a = \frac{R_1}{R_2} \text{ — sıxlıq invariantı,}$$

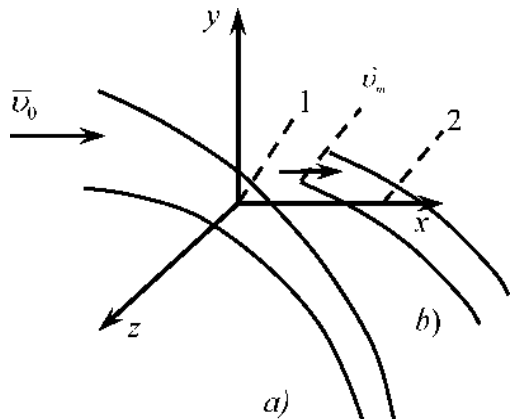
$$= \frac{U_1}{U_2} \text{ — Özümlülük invariantı,}$$

$$T_1$$

----- zaman invariantı.
2

Qeyd edək ki, ai - GÖSTƏRYCYLƏRYNYN saĞİNu! nətura və moDeLin oxşarlığının vacib şəRTLƏRIDİR. Ona GÖRƏ Də bu göstəricilər natura və moDelin hənDəsi, fiziKi, zaman və s. oxşarlıqları sabitLəri kimi qəbuL olunur. Bu şəRTLər moDeL tərtibində əsas kimi istifadə olunsada, əsas şərt ondan ibarətdir ki, pətira və moDeLDə gedən oxşar rətosələr eut tənliklərə yszılmalıdır.

Beləliklə, oxşarlıq ngqəpuugvşt TəTbiQ eKsperimenTal nəticələrin orijinal moDeLi üzrə miqdarı pəulantasını FuməTLəndirməyə imkan verir. Məsələn, mürəkkəb formalı horizonTal borular da maenin pəulanma sürətini müəuənLəşdirək;



Maye 6ORUSUNUN işçi sxemi - orijinal (a), moDeL (b) 1; 2-DaxİLİ Təyinat nöqtələri, u_0 və K_q — UYĞUN olaraq orÜİnal və moDeL ÜZRƏ orTa axın sürəti.

Bu halda modelin yazılış formasının müəyyənleş-dirilməsi üçün həndəsi oxşarlığın əsasını təşkil edən Reynolds nəzəriyyəsinin tətbiqindən istifadə olunur.

Əgər boruda mayenin orta axın sürəti v_0 olarsa, onda oxşarlıq nəzəriyyəsinin şərtlərinə görə;

$$\frac{v_0^2}{\nu} = \frac{\rho v_0^2 L}{\mu} \quad (6)$$

burada, ν - öljünəli, μ - mōdelə əid GÖSTƏRİCİDİR. Əgər, $\rho = \rho$ olarsa, (məs., axar maye su olarsa)

$$v_0^2 = \frac{\mu}{\rho L}$$

вя йа

$$= \frac{\mu}{\rho L}$$

вя йа

$$v_0^2 = \frac{\mu}{\rho L} \quad (7)$$

Buradan belə qənaətə gəlmək olar ki, mayenin mōdel üzrə təyin olunmuş sürəti onun öljüleri ilə əks mütənəşib olmalıdır: yəni mōdelin öljülerinin azalması sürətin artması ilə nəticələnir. Əgər şərti olaraq, sürətin mōdel üzrə paylanmasının nəticələri ilə orijinal üzrə paylanmasının nəticələri arasında oxşarlıq müşahidə olunursa, münəşib daxili koorDinatlar üzrə uyğun parametrlərin ədədi qiy-mətləri bərabərdir. Qeyd olunan halda əsas təsir qüvvəsi kimi inersiya qüvvəsi və özlülüyün Dəyişməsi qəbul olunar. Uyğun təsir göstəricilərinin nisbəti əsas öljü göstəricisi kimi xarakterizə oluna bilər.

Bundan əlavə, mayelərin axını aktiv formada ağırliq qüvvəsinin təsirinə uğrayır. Bu halda oxşarlıq şərti inersiya və ağırliq qüvvələrinin nisbəti ilə qiymətləndirilir (Reynolds - Froude kriteriyası).

Əgər, şərti olaraq, orijinal və model üzrə sərbəst düşmə təcili g və g_m olarsa, onda öyrənilən təsiri araşdırdığımız misal üzrə nəzərə alsaq;

$$= (8) \quad g \text{ } 0 \text{ } l \text{ } 0 \quad g \text{ } m \text{ } l \text{ } m$$

ifadəsini alarıq.

Nəzərə alsaq ki,

$$\begin{aligned} \ddot{U}_0 &= Vm \\ g \text{ } 0 \text{ } g \text{ } m \end{aligned} \quad (9)$$

onda (1) və (3) tənlikləri əsasında

$$\begin{aligned} \dot{C}L &= VmL \\ \ddot{U}_0^2 / l &= \dot{t}f / l \\ 0 \text{ } 0 \text{ } m \text{ } m \end{aligned} \quad (10)$$

sistemini alarıq.

Oxşarlıq nəzəriyyəsinin analizinə əsasən belə qənaətə gəlmək olar ki, orijinal və model üzrə fiziki mahiyyətinə görə eyni olan oxşar proseslər ancaq parametrlərin qiymətinə görə fərqlənir. Eyniadlı parametrlərin nisbəti də, daxil olmaqla model orijinaldan ancaq ölçü dairəsinə görə fərqlənir.

4.3. Kimya - TexnoLogiyasının əsas proseslərinə «Oxşarlıq» nəzəriyyəsinin tətbiqi

KİMYƏVİ - TexnoLoji'İ sistemin qanunauyğunluqlarının ümumi yazılış forması (riyazi modeli) müəyyənləşdirilərkən proses zonasında ehtimal olunan hər bir texnoloji keçid halının funksional təsviri aşkarlanır və nəticələr modelin tərtibində nəzərə alınır. «Oxşarlıq» nəzəriyyəsi bizə əsas verir ki, prosesin istehsal səviyyəsinə gətirilməsinə qədər müşahidə olunan bütün keçid hallarında əsas təsir faktorlarının təqribi eyniliyi və əsas göstəricilərin oxşarlığı təmin olunmalıdır. Ona görə də ümumi modelin vahid

sistem üzrə yazılış formasında ehtimal olunan proseslərin keçiricilik tənlikləri, kinetik və tarazlıq ifadələri nəzərə alınır.

Məsələn, mayelərin hərəkəti ilə bağlı olan proseslər Novye - StoKs (1) və Kəsilməzlik Tənlikləri ilə Təsvir OLUNUR. Deməli qeyd olunan ifadələr hidromexaniki proseslər gedən hadisələrin riyazi modelinə daxil olmalıdır.

Kütlə ötürməsi ilə müşahidə olunan proseslərin təsvirində Kütlə Keçiriciliyi, hərəkət və Kəsilməzlik İfadələri eyni sistemdə öyrənilir.

Əgər proseslər enerji axınının dəyişməsi ilə baş verərsə, yekun yazılış İfadəsi Novye - StoKs (1), Furey - Kirxof (3) və Kəsilməzlik tənliklərini özündə birləşdirir.

Kimyəvi - texnoloji sistemlərdə vahid sistem üzrə qeyd olunan proseslərin hər birinin və Kimyəvi çevrilmələrin paralel izləndiyini nəzərə alsaq, belə qənaətə gəlmək olar ki, ümumi model göstərilən tənlikləri və kinetik modelini özündə birləşdirməlidir.

Bu halda istehsal həcminin dəyişməsi ilə bütün keçid hallarında oxşarlıq meyarlarının nəticələri izlənilir. Məsələn, hidromexaniki proseslər üçün laminar hərəkət zamanı proseslərin, natura və kiçik modeldə oxşarlığı varsa, onda onları təsvir edən tənliklər eyni olmalıdır. Bu halda real obyekt üzrə mayelərin hərəkət axınıni təsvir edən Novye - StoKs İfadəsinin (1) kiçik model üçün oxşar İfadəsi aşağıdakı kimi yazılır:

Əgər (1) İfadəsində bütün kəmiyyətləri onların oxşarlıq

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + u \frac{\partial u}{\partial y} + u \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + g_x \quad (11)$$

İnvariantların Dağı Göstəriciləri (məs., $a' = a_{\xi}^{\wedge}, \xi' = a_{\xi}$) və s. əvəzləsək, alarıq:

$$a_{\nu} da, \quad a^2_{\otimes} \quad da_X, \quad da_U, \quad da$$

$$\frac{a a}{-a-v-} y' \frac{\partial^2 a' \partial a_y}{\partial (x')^2} + \frac{\partial^2 \dot{a}}{\partial (y')^2} \frac{\partial}{\partial} + a', g' \quad \frac{a_p dP' a^{\wedge} \bullet}{a \partial x'} \quad (12)$$

$$a_T dt' a_{\epsilon} \quad | \quad dx' du' dZ$$

Sonuncu ifadələrin tətbiqi müxtəlif oxşarlıq meyarlarını qiymətləndirməyə imkan verir. Modelə daxil olan bütün hədlər eyni ölçü vahidinə malik olduğundan (12) ifadəsinin bütün ədədi əmsalları bərabər olmalıdır, yəni

$$a^{\wedge} = a l^{\wedge} = \frac{a' a}{2} \quad a_g \quad = -a p -$$

$$a_T \quad a_{\epsilon} a_t \quad a_{\zeta} - a$$

Bərabərliyin hədlərini $a^2 / a - \partial$ bölsək;

$$\frac{a_t \frac{a_{\nu}}{a' a_T a' a_t} \quad a_g \bullet a}{a_l \quad a_g' a_l} - x \quad (13)$$

nəticəsini alarıq. Alınmış ifadə oxşarlıq invariantlarının qiymətlərini açıqlamaqla qruplaşdırma aparacaq oxşarlıq dəyişikliyi təsvir edən ifadələri aşkarlaya bilirik;

$$22$$

$$\epsilon = \epsilon \quad ; \quad g \bullet \epsilon = g' \epsilon',$$

$$\frac{P}{P-\otimes^2} = \frac{P'}{P'(\otimes')^2}; \quad a_{\xi} _ a'' \epsilon' \quad \ll ' = \ll '$$

Hidrodinamiki proseslərin oxşarlıq meyarlarını təsvir edən sonuncu

$$- = R - \text{Рейнольдс } \epsilon \quad \text{мейяры,} \quad \text{физики мянасы яталят}$$

ifadənin hər iştirakçısı texnologiya elmində müəyyən adlarla qəbul olunmuşdur. qüvvəsinin özlüliyə görə paylanmasını ifadə edir.

ÖT

= No — Homoxrom meyarı, FəzaDa sürət Dəüi- ξ şməsinin ətalət qüvvəsinə nisbəti ilə müəyyən olunur, Qeurlı-sTaslonarLığı GÖSTƏRİR.

P

--- = E — EuLer meuarı, Təzuİq və əTəLəT qüvvəLərİ- $r\delta^2$ nİN nİsbəTİ İLə müəuuənLəşİR.

2

----- = F — EruD meuarı, əTəLəT qüvvəsinİN ağırLıq $g\ell$ qüvvəsinə görə Dəüİşməsinİ GÖSTƏRİR.

Bütün haLLarDa reaL obuekT və moDeLDə uuğun meuarLar eunİ oLmaLıDır. Yəni, $R = R'_e$ və s. HaLı öDənməLİDİR.

NəTicənin gösTərdİül kİmİ naTura və moDeLDə prosesLərin oxşarLığını Təmin eTmək üçün uuğun oxşarLıq meuarLarı əDəDİ qİuməTcə bərabər oLmaLıDır. QeuD eTDİulmİz kİmİ bu haL «OxşarLıq» nəzərlıuuəsİNİN bİrİncİ TeoremİNİN əsasını TəşkİL eDİR.

AnaLojİ əməLıuuəTLarı energeTİK haL DəüİşməLərİ (2) və küTLə keçİrİcİLİül (3) prosesLərinİN anaLİZİNə TəTbİq eTməklə, uuğun oLaraq aşağıDakı nəTicəLərİ aLarİq:

$$\frac{a a \blacksquare a a \blacksquare a}{z} \quad \frac{\ddot{O} z}{a} = 2; \quad \ddot{O} z \quad a^2$$

$$\frac{a a \blacksquare a a \blacksquare a}{c} - \ddot{o} c \quad \text{---} \quad D c$$

$${}^aT \quad {}^a\mathbf{t} \quad \frac{a}{2}$$

Alınmış ifadələrdə oxşarlıq invariantlarını nəzərə alsaq, istilik və kütlə keçiriciliyi prosesləri üçün aşağıdakı meyarlar alınır:

$$a \frac{\partial}{\partial t} = Fu - \text{Furye meyarı, enerjinin zamana görə paylanması ifadə edir.}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} = P_e^* - \text{PeKLe meyarı, rtoşes zonası üzrə DİFFuzİya halının dəyişməsi}$$

$$D^T = F - \text{Furye meyarı, KÜTLƏ KeçİrİcİLİyİ zamana görə}$$

diffuziyanın zamana görə paylanması.

Oxşarlıq meyarları arasındakı funksional asılılıq, $f(R, F, F, R, \dots) = 0$ ifadəsi ilə müəyyən olunur. Həmin ki, bu ifadə «oxşarlıq» nəzəriyyəsinin 2-ci teoreminin məzmununu təsvir edir.

Belə qənaətə gəlirik ki, natura və modelin oxşarlığını təmin etmək üçün natura və modelə aid olan təyinatçı meyarlarının bərabərliyi vacibdir. Bu nəticə oxşarlıq 3-cü teoreminin əsas mahiyyətini təşkil edir.

V FƏSİL

KİMYƏVİ-TEXNOLOJİ PROSESLƏRİN KİNETİK MODELİNİN İŞLƏNMƏSİ

Texnoloji proseslərin istehsal səviyyəsinə gətirilməsi üçün bütün hallarda ehtimal olunan hal dəyişmələrinin idarə olunmasına ehtiyac yaranır. Nəzərə almaq lazımdır ki, bu məsələnin həlli prosesin başlanğıc vəziyyətindən son məhsulun sistemdən çıxarılmasına qədər mümkün keçid hallarının hər birinin sürət dəyişikliyinə aşkar - lanması fikrini ortaya çıxarır. Bütün keçid hallarının baş verdiyi vahid sistem üzrə qarşılıqlı əlaqələrin izlənməsi lazımdır. Əgər proses zonası üzrə çevrilmələr emal olunan tərkibdə müəyyən qrupların və ya atomların yenidən paylanması ilə müşahidə olunursa, yeni molekulların əmələ gəlməsi ilə nəticələnirsə, bu hal kimyəvi çevrilmə kimi qəbul olunmuşdur.

Göstərilən çevrilmələrin sürətinin öyrənilməsi ilə kimyəvi kinetika elmi məşğul olur. Müəyyən olunmuş şəraitdə texnoloji proseslərin təşkili işində kinetik nəzəriyyə geniş əhəmiyyət daşıyır. Kinetik qanuna-uyğunluqların aşkarlanması riyazi modelləşdirmənin tətbiqi ilə kimyəvi reaktorların layihələşdirilməsi işini asanlaşdırır.

Kinetik qanunauyğunluqların ümumi yazılış forması yeni kinetik model aşkarlanarkən ehtimal olunan çevrilmələrin növləri və mühitin faza halı mütləq nəzərə alınır.

5.1. Kimyəvi kinetikanın əsasları

Kimyəvi-texnoloji proseslərin (KTP) termodinamik analizindən məlum olur ki, kimyəvi termodinamika mümkün kimyəvi reaksiyaların istiqamətini və tarazlıq vəziyyətini qiymətləndirməyə imkan verir. Eyni zamanda bu metodun tətbiqi əsasında müəyyən edilmiş termodinamik mümkün şərait intervalında kimyəvi texnologiyada vacib olan reaktorların işini təmin edən reaksiya müddətinin aşkarlanması tələb olunur. Ona görə də istənilən KTP-in idarə olunması üçün proses zamanı ehtimal olunan bütün çevrilmələrin sürətinin

nəzəri yazılış forması əvvəlcədən məlum olmalıdır.

Bu halda sürət dəyişikliyi əsas idarəedici funksiya (\ddot{u}) kimi qəbul olunaraq, \ddot{u} funksiyasına rətosə zona- sındakı intensiv təsirlərin aşkarlanması, yəni

$$\ddot{u}_q(T, P, Si \dots) \quad (1)$$

funksiyanın müəyyənləşdirilmiş formaya gətirilməsi lazımdır. Hansı ki, KTP-in sürət funksiyanının göstərilən formada aşkarlanması və idarə olunması işinin təşkilatçı Kimya elmində kinetik nəzəriyyənin əsas bazasını təşkil edir.

(1)-ifadəsinin aşkarlanması tədqiq olunan sistem üzrə aktiv komponentlərin məqsədli istiqamətdə çevrilmə sürəti bazasında müəyyən olunur. Əməliyyatın reallaşdırılması üçün ilk növbədə tədqiq olunan sistemin mexanizmi əsasında ilkin yazılış modelinin qurulması və termodinamik əlverişli istiqamətlər üzrə aktiv iştirakçı komponentlərin konsentrasiyasının və ya çevrilmə dərəcəsinin zamana görə rəqlənməsi yəni $C_i(t)$ funksiyası aşkarlanır. Bu halda əsas kimi reaksiya zonasında aktiv konsentrasiyaların zamana görə məqsəduyğun koordinatlar üzrə paylanması qəbul olunur. Hansı ki, bu göstərici iştirakçı J komponentlərinin hərəkətliyi ilə bir başa əlaqəli deyildir. Belə ki, hərəkətin idarə olunması reaksiya zonası üzrə ehtimal olunan reaksiyaların

sürətini tənzimləməyə imkan verir. Ona görə də, kimyəvi çevrilmələrin sürəti idarə olunarkən komponentlərin hərəkətini dəyişdirən təsir faktorlarının reaksiya zonası üzrə energetik paylanmaya və fiziki hal dəyişmələrinə təsirinin aşkar formaya gətirilməsi tələb olunur.

Kimyəvi çevrilmələrin sürətinə təsir göstərən faktorları ümumi şəkildə iki qrupa bölmək olar:

- Molekulyar səviyyədə qarşılıqlı təsir sürəti ilə müəyyən olunan sırf kinetik və ya mikrokinetik faktorlar;

- Makrokinetik faktorlar, belə təsir göstəricilərdən reagentlərin reaksiya zonasına ötürülmə şəraitini, qarışdırmanın olub və ya olmamasını və

reaktorların həndəsi ölçülərinin müxtəlifliyini göstərmək olar.

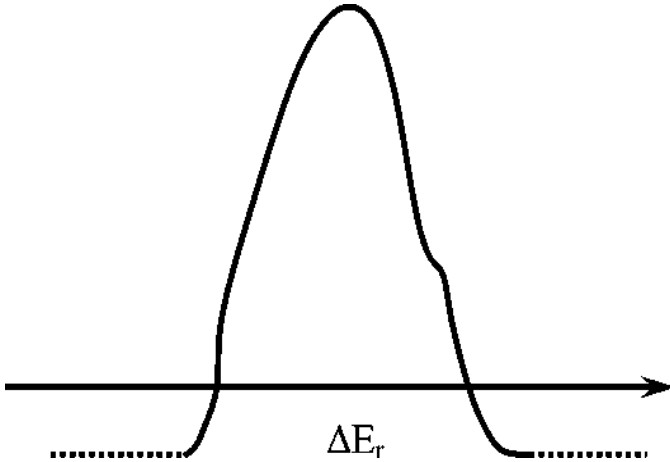
Kinetik nəzəriyyədən məlum olduğu kimi kimyəvi reaksiyanın sürəti birbaşa aktiv komponentlərin konsentrasiyasının kordinatlar üzrə zamana görə paylanması ilə qiymətləndirilir. Odur ki, reaksiya sürətinin iştirakçı komponentlərin konsentrasiyasından funksional asılılığı reaksiyanın kinetik tənliyi kimi qəbul olunur:

$$v = f(C_A, C_B, C_J) \quad (2)$$

Əgər proses zonasında sürəti ilə bir-birindən fərqlənən bir neçə ardıcıl mərhələ müşahidə olunursa, belə halda praktik müəyyənədicisi sürət kimi ən çətin mərhələnin sürəti qəbul olunur. Kinetik modelin, yəni ehtimal olunan mexanizmlər üzrə sürətin yazılış ifadəsinin formalaşdırılması və aşkar hala gətirilməsi üçün mümkün reaksiyaların keçid mərhələləri əvvəlcədən müəyyənləşdirilməlidir.

Əgər proses elementar və ya birmərhələli mexanizm üzrə baş verərsə, onda reaksiya sisteminin hal dəyişikliyi ancaq bir enerji baryeri (DEi) keçid hesabına baş verir. Məs. Elementar mexanizm üzrə baş verən Dönməyən $aA + bB \xrightarrow{k} rR$ reaksiyasının enerji

Keçidin (DEi) qrafiki təsvir etməklə aşağıdakı kimi təsvir etmək olar:



Kütlələrin təsiri qanunundan məlumdur ki, bu halda uyğun mexanizm üzrə baş verən prosesin sürəti,

$$v = kCA \cdot CB \quad (3)$$

İfadəsi ilə müəyyən olunacaq (3) İfadəsinin iştirakçısı, K- reaksiyanın sürət sabitini, a , b dərəcə göstəriciləri isə elementar mexanizm üzrə baş verən proseslər üçün uyğun olaraq A və B Komponentlərinə görə reaksiyanın tərtibini göstərir. Bu halda $a+b=n$ - reaksiyanın ümumi tərtibi kimi qəbul olunur.

Araşdırmaların nəticəsindən belə qənaətə gəlmək olar ki, kinetik funksiyada əsas dəyişən kimi aktiv Komponentlərin konsentrasiyası təsir göstərir.

Hansı ki, bu göstərici reaksiya zonası üzrə aktiv Komponentlərin qarşılıqlı təsir ehtimalı ilə müəyyən olunur. Ona görə də kinetik ifadədə aktiv qarşılıqlı təsir təmin edən energetik durumun nəzərə alınmasına ehtiyac yaranır. Yəni istənilən texnoloji prosesin sürəti aşkar formada energetik durumu təmin edən təsir faktorundan (məs., temperaturdan asılılığı) və aktiv konsentrasiyasının paylanmasıdan asılı olaraq eyni zamanda dəyişir. (2) və (3) -

İfadələrinin müqayisəli analizinə əsasən belə qənaətə gəlmək olar ki, kinetik ifadədə sürətin temperatur asılılığını göstərən tərkib hissəsi uyğun reaksiyanın sürət sabiti (k) kimi qəbul olunur. Hansı ki, bu asılılıq dəqiq formada Arrhenius tənliyi ilə ifadə olunur.

$$k = k^* \cdot e^{-RT/E_i}$$

burada, T-mütləq temperatur; R-universal qaz sabiti; E_i - aktivləşmə enerjisi.

Aktiv A komponenti konsentrasiyanın bir tərtib-də dəyişdiyi sadə reaksiyalar üçün reaksiyanın sürət sabiti,

$$[k] = \frac{\nu_A \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} \text{ s}^{-1}$$

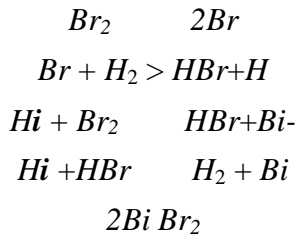
vahidi ilə müəyyən olunur.

Onu da nəzərə almaq lazımdır ki, kimyəvi çevrilmələrin əksəriyyətində başlanğıc molekulların məhsul molekullarına çevrilməsi birbaşa keçidlə baş vermir. Əksər hallarda reaksiyalar mərhələli keçidlə baş verir. Ona görə də KTP-in kinetik ifadəsi müəyyənləşdirilərkən uyğun proses zonasında ehtimal olunan kimyəvi reaksiyaların mexanizmi mərhələlər üzrə aşkar formaya gətirilir.

Məs., hidrogen və bromun qarşılıqlı təsir reaksiyası ümumi şəkildə



stexiometrik yazılışı ilə təsvir olunur. Əslində reaksiya daha mürəkkəb mexanizm üzrə baş verir:



Yəni belə hallarda reaksiyanın stexiometrik tən- liyi və kinetik ifadə arasında birbaşa əlaqə müşahidə olunmur. Kinetik model tərtib olunarkən mürəkkəb reaksiyanın baş verdiyi sistem üzrə sadə elementar re- aksiyaların cəm effekti nəzərə alınır. Uyğun hal üçün öyrənilən reaksiyanın sürəti,

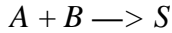
$$U_{HBr} = \frac{k_1 \cdot H_2 \cdot Br_2^{1/2}}{k_2 \cdot HBr / Br_2}$$

ifadəsi ilə təyin olunur.

Kimyəvi çevrilmələr üçün gözlənilən stexiometrik yazılış ifadələrinin miqdarına görə sadə və mürəkkəb reaksiyalar fərqləndirilir. Sadə reaksiyaların təsirini bir stexiometrik tənliklə ifadə etmək olar. Əgər sistem üzrə baş verən reaksiyanın yazılışı bir neçə stexiomet- rik və kinetik tənliklə ifadə olunursa, o mürəkkəb re- aksiya kimi qəbul olunur.

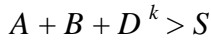
Məs., eyni komponentin iştirak etdiyi müxtəlif elementar reaksiyaların uyğun kinetik yazılış ifadələ- rini aşağıdakı kimi təsvir edə bilərik:

$$\frac{dCA}{dt} = kC^k CA$$

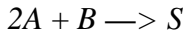


$$\frac{dC_A}{dr} = -k_{CA} C_A C_B$$

$$\frac{dC_A}{dr} = -k_{CA} C_A C_B$$



$$\frac{dC_A}{dr} = -k_{CA} C_A C_B C_D$$



$$\frac{dC_A}{dr} = -2k_{CA} C_A C_B$$

$$\frac{dC_A}{dr} = -k_{CA} C_A^m$$

Əgər sadə elementar reaksiyalarda müxtəlif komponent molekulları eyni miqdarda iştirak edərsə, istənilən komponentə görə reaksiyanın sürət sabitləri eyni miqdarı qiymətlə təyin olunacaq. Məs., $A + 2B \xrightarrow{k} 3S$ mexanizmi ə/rə baş verən prosesin hər bir iştirakçı komponentə görə sürəti aşağıdakı kimi təyin olunacaq:

A komponentinə görə;

$$\frac{dC_A}{dr} = -k_A \blacksquare C_A \blacksquare$$

B komponentinə görə;

$$\frac{dC_B}{dr} = -k_B C_A \blacksquare C_B$$

S komponentinə görə;

$$\frac{dC_S}{dr} = +k_S \blacksquare C_A \blacksquare$$

Bu halda müxtəlif ifadələrə görə təyin olunmuş sürət sabitləri arasında $k = k = k$ nəticəsi ödəni- ləcək.

KİMYƏVİ - Texnoloji proseslərin ƏKSƏRİYYƏTİNİN mürəkkəb mexanizm üzrə baş verdiyini nəzərə alsaq onda, hər bir elementar keçid halında iştirakçı komponentlərin mi- qdarı dəyişikliyinə vahid sistem üzrə öyrənilməsi və nəticə- lərin ümumi kinetik yazılış ifadəsində nəzərə almaq lazımdır. Nəticəni mürəkkəb mexanizm üzrə baş verən müxtəlif me- xanizmlə çevrilmələrin kinetik modelinin tərtibi məsələlə- rində araşdıraraq:

- ardıcıl mexanizmlə reaksiyalar üçün;

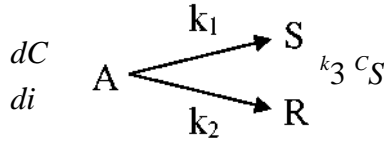


$$\frac{dC_A}{dr} = -k_1 \blacksquare C_A$$

$$\frac{dC_S}{dr} = -k_1 \blacksquare C_A + k_2 C_S$$

$$\frac{dC_R}{dr} = k_2 C_S$$

- paralel reaksiyalara görə;



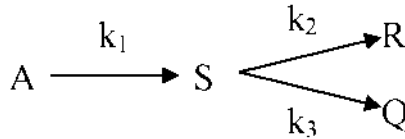
$$\frac{dC_A}{di} = -k_1 C_A - k_2 C_A$$

$$\frac{dC_S}{di} = k_1 C_A - k_2 C_A - k_3 C_S$$

$$\frac{dC_R}{di} = k_2 C_A$$

гарышы механизлярин эедиши или мцшацидя

олунан процесләр үчүн;



$$\frac{dC_A}{d\tau} = -k_1 C_A$$

Nəticələrin analizindən məlum olur ki, mexa- nizmdən asılı olmayaraq bütün hallarda sürət aktiv komponentlərin işçi konsentrasiyasının zamana görə paylanması ilə müəyyən olunur. Nəzərə alsaq ki, işçi konsentrasiyanın

$$\frac{dC_R}{di} = k_2 C_S$$

dəyişikliyi eyni zamanda çevirmə dərəcəsinin dəyişməsilə izlənilir, onda sürət dəyişməsi- ni çevirmə dərəcəsilə də əvəz etmək olar. Əgər, ak-

tiv A komponentinin başlanğıc konsentrasiyası N , işçi konsentrasiyası NA alırsa, uyğun hala münasib çevrilmə dərəcəsinin

$$X_A = \frac{N_{A_0} - N_A}{N_{A_0}}$$

ifadəsi ilə təyin olunduğunu nəzərə alsaq, işçi qatılıq,

$$NA = NAO (1-XA)$$

формасында мцяййян олунабаг.
бурадан,

$$\frac{c - NA}{C_A} = \frac{N_A (1 - X_A)}{V} = C_{A_0} (1 - X_A)$$

olduğunu ümumi kinetik ifadədə nəzərə alsaq kimyəvi reaksiya sürətinin çevrilmə dərəcəsi ilə ifadəsini aş- karlaya bilərik;

$$\frac{dC}{dr} = \frac{d(C_A (1 - X_A))}{dr} = C_{A_0} \frac{dX_A}{dr}$$

5.2. KİMYƏVİ - TexnoLoJİ pRosesLəRDə mexanizmin TəsDyf

Tərtib olunmuş kinetik modelin əsas bazası olan mexanizmin tamlaşdırılması işində iştirakçı kompo- nentlərin ehtimal olunan mərhələlər üzrə paylanması və ümumi yazılış ifadəsində stexiometrik əmsal- ların aşkar təsdiqinə ehtiyac yaranır.

Nəzərə alsaq ki, proses zamanı iştirakçı aktiv A komponentinin reaksiyaya qədər və reaksiyadan sonrakı mollarının sayı uyğun olaraq, N və N ilə qiymətlənir. Onda reaksiyanın ekstensiv tamamlanma dərəcəsi (F) mol dəyişməsinin stexiometrik əmsala

görə paylanması ilə müəyyənləşəcək. Yəni,

$$f = \frac{N_A - N_{A0}}{a_A}$$

burada a_A — reaksiyada A Komponentinin stexiometrik əmsəlidir.

$$N_A = N_{A0} - a_A \cdot \phi$$

Sonuncu ifadədən yazılışını alaraq.

Əgər proses sabit həcm şəraitində ($v = \text{const}$) aparılırsa, aktiv komponentin molyar konsentrasiyasının formasında paylandığını nəzərə alsaq, reaksiyanın tamamlanmış ifadəsində molyar konsentrasiyaya görə stexiometrik əmsəlin təyinatı

$$C_A = C_{A0} - a_A \cdot f$$

ifadəsi ilə aparılacaq.

f — İntensiv Tamamlanma Dərəcəsinin Göstərir və Konsentrasiyanın mütləq dəyişikliyi ilə müəyyənləşir.

Məsələnin həllini KTP-in reallaşdırılması işində aşkarlayarkən proses zonası üzrə hər bir iştirakçı A (burada, $j = 1, 2, \dots, S$) komponentinin mümkün olan R sayda i - reaksiyalarının gedişində nəzərə alınmaq lazımdır. Yəni sistemin R sayda reaksiyasının hər birində iştirak edən S sayda A komponentinin ehtimal olunan dəyişmələri izlənilir.

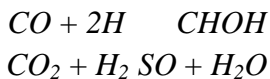
Mümkün i — reaksiyasında iştirakçı A komponentinin stexiometrik əmsəli şərti olaraq, a_{ij} olarsa, maddə kütləsinin saxlanması qanununa görə sistem üzrə A komponentinin paylanması

$$\sum_{j=1}^S X_j^a A_j = 0 \quad (i = 1, \dots, R)$$

ifadəsi ilə təyin olunacaq.

Nəzərə almaq lazımdır ki, sistem üzrə reaksiya məhsulu kimi A komponentinin artımı, başlanğıc maddə kimi azalması müşahidə olunur. Ona görə də i - reaksiyasının Tamamlanmış Təsvirində UYGUN a,u — stexiometrik əmsalı reaksiya məhsulları üçün müsbət, başlanğıc maddələrə görə mənfi göstəriciyə malik olacaq.

Praktik olaraq,



reaksiyalarının yazılış Təsdiqini araşdırıq;

Şərti olaraq,

$A = CHOH$; $A = CO$; $A = H$; $A = H_2O$; $A = CO$ işarəsini qəbul etsək, onda reaksiyanı aşağıdakı kimi təsvir edə bilərik;

$$\begin{aligned} A & - A - 2A = 0 \\ A_2 & - A_3 + A_4 - A_5 = 0 \end{aligned}$$

Göründüyü kimi prosesdə iştirak edən 5 maddənin ($s=5$) 2 reaksiya ($R=2$) üzrə çevrilməsi müşahidə olunur.

Burada,

$$\begin{aligned} \ll_{11} &= (X_{j2}^{-} CX_{22} - = \ll_{24} - 1 \\ &\ll_{13} \quad 2; \ll_{21} \quad \ll_{14} = \ll_{15} = 0. \end{aligned}$$

Mahiyətinə görə $X \ll_j A_j - 0$ reaksiya tənliyi dəyişməz qalır.

Nəticədə, \ll / \ll nisbətinin j -dən asılı olmadığı hallar üçün $X \ll_{1j} A_j - 0$ və $X \ll_{2j} A_j - 0$ reaksiyaları eyni reaksiya kimi təsəvvür olunur. Başqa sözlə eLə lapılın X_j və X_2 sabitləri ÖYRƏNİLƏN reaksiyalar üçün $X \ll + X \ll - 0$ bərabərliyinin ödənilməsinə təmin edir.

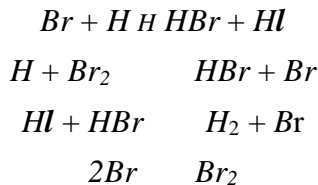
Belə halda eyni zamanda baş verən R sayda reaksiya asılı olmayan reaksiyalar adlanır. Bu vəziyyətdə daimi olaraq,

$$\sum_{i=1}^R X \ll_{ij} - 0 \quad (j = 1, 2, \dots, S)$$

şərti ödənilir.

Əməliyyat kimyəvi prosesin nisbətən az sayda reaksiya tənliyi ilə tamamlandığı hal üçün daha əlverişlidir.

Nisbətən mürəkkəb mexanizmlə kimyəvi reaksiyaların kinetik yazılış mexanizminin tamamlanması əməliyyatı ilə HBr un alınması prosesinin gedişində tanış olaq Br_2 $2Br$



Mexanizmin iştirakçı üzvlərini,

$A_1 = Br_2; A_2 = B_r; A_3 = H_2; A_4 = H; A_5 = HBr$ işa- rələmələri ilə əvəz etsək prosesin açığqlamasını

$$-A + 2A = 0$$

$$-A -A +A + A =0 -A + A -A + A =0 -A +A -A$$

+ A =0 A -2A = 0 yazılışı ilə təsvir edə bilərik.

UYĞUN sTexiomeTRİK a[^]- əmsaLLarını z-şərTy və u'-sü- tunu üzrə

$$\begin{matrix} -1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -2 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

matrisa şəklində təsvir edək:

Birinci sütünə sətirin «0» olmayan birinci elementini götürək və bu sətirin aparıcı elementinə (-1) bölək. Ümumi halda, $a_{ii} \neq 0$ olduqda matrisanın birinci sətiri aşağıdakı yazılış formasına gəlir:

$$1 \quad / \quad (Z_1 | \dots \dots \dots Z_n) / (Z_1 | I)$$

Beləliklə, birinci sətiri (-1)-ə bölsək;

$$1 \quad -2 \quad 0 \quad 0 \quad 0$$

Bu sətir saxlanmaqla, əməliyyat edə aparılır ki, qalan sətirlərdə əzəl sütün elementləri «0»-a yaxınlaşsın. Əməliyyat zamanı i -sətirdən

$$Z_{i1} - Z_{i1} \quad Z_{i1} / Z_{i1} \quad Z_{i2} - Z_{i2} / Z_{i1} \dots \dots \dots Z_{is} - Z_{i1} Z_{1s} / Z_{i1}$$

birinci sətirin Z_{i1} Dəfə Dəyi- şən elementini çıxılır;

Baxılan halda;

1	-2	0	0	0
0	-1	-1	1	1
0	-1	0	-1	1
0	1	1	-1	-1
0	0	0	0	0

Сонра биринги сятир вя сцтуна

тохунмадан,

галан

$(R-1)$ сятрин щяр бири цццн аналожи ямялиййат

апарылыб:

1 -2	0	0	0
	0	1	1
-1			
	0	0	1
0			
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

Сятрлярин дяйишдирилмяси ямялиййаты

онлардан бири

«0»-дан тәшкил olunana қәдәр апарılır. Асылы olmayan re-aksiyaların sayı ümumi saydan «0»-дан тәшкил olunan сәтрләри чырмаqlа тәyin olunur. Öyrәnilән proses үчүн асылы olmayan reaksiyaların sayı ашаğıдакы «3» yazılıшla müәyyән olunacaq;

$$A - 2A = 0$$

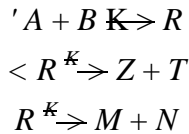
$$\frac{A}{2} + \frac{A}{3} - \frac{A}{4} - \frac{A}{5} = 0$$

$$A - 2A = 0$$

Ümumi reaksiyanın $N_2 + Br_2 \rightarrow 2HBr$ yazılışı son nəticə ilə təsdiqlənir. Birinci sətirlə «2» dəfə artırılmış ikinci sətir elementlərini toplayaraq üçüncü mərhələ elementlərini çıxsaq $A + A - 2A = 0$ nəticəsini alarıq. Bu stexiometrik yazılışın təsdiqini göstərir.

5.3. Müxtəlif mexanizmlə homogen KTP-in kinetik modeli

Əksər hallarda reaksiya zonasında müxtəlif enerji- tik keçid halları müşahidə olunur. Bu da aralıq keçid hallarının, yəni mürəkkəb mexanizmin müşahidə olun- ması ilə nəticələnir. Belə halda prosesin ümumi sürəti re- aksiya sistemində başlanğıc və son halların ümumi dəyi- şikliyi əsasında müəyyənəndirilir. Məs. aşağıdakı mexanizm üzrə baş verən çevrilmələr ardıcıl və paralel keçid halları ilə müşahidə olunarsa, onda prosesin ümumi sürə- ti,



vy $k \cdot C_A \cdot C_B + k_2 C_R + k_3 C_R$ (4) İfadəsi ilə ləu- nacaq. (4)- ifadəsinin aşkar hala gətirilməsi üçün reaksiya zonası (və u reaksiua həcmi) üzrə iştirakçı kompo- nentlərin zamana görə miqdarı dəyişikliyi dəqiqləşdiril- məlidir. Yəni, iştirakçı J komponentinin V reaksiua Həcmi üzrə t müddətində sərflənən və u əmələ gələn miqdarı əvvəlcədən müəyyənəndirilərək ümumi kinetik ifadədə nəzərə alınır. Ümumi formada qeyd olunan dəyi- şiklik J komponentinin sərflənmə sürəti kimi qəbul olunur və uazılıqla i- lə təyin olunur. Əgər proses sabit həcm şəraitin- də baş verərsə, sürət mülük qatılığın

$$r_J = \pm \frac{1}{V} \frac{dn}{dx} \quad (5)$$

(CJ) zamana görə

dəyişməsi kimi müəyyənləşəcək və (5) ifadəsinə görə

$$r_j + \frac{dn}{dt} = \frac{dC}{dt}$$

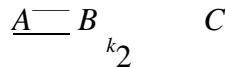
şəklində qiymətləndiriləcək

Onda iştirakçı A və R komponentlərinə görə qeyd olunan mürəkkəb reaksiyanın

$$\begin{aligned} u_{rA} &= \frac{dC_A}{dt} = k_1 C_A C \\ < & \\ u_{rR} &= \frac{dC_R}{dt} = k_1 C_A \cdot C_B + k_2 C_R + k_3 C_R \end{aligned} \quad (6)$$

sürəti uyğun olaraq, ifadələri əsasında müəyyən olunacaq.

Kinetik modelin tərtibini **praktik** olaraq vahid tərtibli, dönmən və ardıcıl reaksiyalar sistemi üzrə araşdıraraq [18]:



Məsələnin həllində iştirakçı konsentrasiyalarının zamana görə paylanması ilə müəyyən olunan dinamik təsvirinin diferensial tənliklər formasında aşkarlanmasına ehtiyac yaranır. Hansı ki, bu təsvir uyğun prosesin kinetik modeli kimi qəbul olunur.

Öyrənilən reaksiyada qarşılıqlı təsirdə aktiv C_A , C_B və C_C konsentrasiyaları iştirak edir. Uyğun konsentrasiyaların zamana görə paylanması dC_A/dt ; dC_B/dt ; dC_C/dt yazılışı ilə təyin olunur və maddə ütləsinin saxlanması qanununa görə iştirakçı komponentlərin mexanizm üzrə qarşılıqlı əlaqəsi nəzərə alınmaqla tamamlanır.

Mexanizmdən görüldüyü kimi A komponenti 2 reaksiyada iştirak edir. $A \xrightarrow{k_1} B$ mexanizmi üzrə C_A - Kon-

sentrasiyasının azalması, C_B - nin isə artması müşahidə olunur. Bu mexanizm üzrə C - sərflə $\dot{r}_A^{(1)} = -k_1 C A$ ifadəsi ilə təyin olunur. «-» işarəsi C_A - nin azalmasını göstərir.

$B \rightarrow A$ mexanizmi ilə başlayan 2-ci reaksiyada B maddəsinin əks proses üzrə çevrilməsi hesabına C konsentrasiyasının yenidən artması baş verir. Bu mərhələdə A maddəsinin əmələgəlmə sürəti

$$\dot{r}_A^{(2)} = k_2 C_B \quad \text{yazılışı ilə}$$

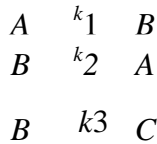
müəyyən olunacaq:

Bu halda A maddəsinə görə ümumi sürət:

$$\dot{r}_A = \dot{r}_A^{(1)} + \dot{r}_A^{(2)} = -k_1 C A + k_2 C B \quad \text{Nəzərə alsaq ki, } \dot{r}_A = -\frac{dC_A}{dt} \text{ yazılışı ilə təyin onda } A \text{ maddəsinə görə kinetik model, } \frac{dC_A}{dt} = -k_1 C A + k_2 C B$$

İfadəsi ilə təyin olunacaq.

Analoji formada B maddəsinin sərflənmə müəyyənləşdirək. Öyrənilən sistemdə B maddəsi sıya üzrə спрятини çevrilir: 3 реак-



B maddəsinə görə ümumi sürət:

$$\dot{r}_B = \dot{r}_B^{(1)} + \dot{r}_B^{(2)} = \dot{r}_B^{(3)}$$

Burada,

$$r_{O_2}^{(1)} = k_1 C_A; \quad r_{O_2}^{(2)} = -k_2 C_B; \quad r_{O_2}^{(3)} = -k_3 C_B$$

Nəticəyə əsasən B maddəsinə görə kinetik model

$$\frac{dC_B}{dt} = k_1 C_A + k_2 C_B - k_3 C_B \text{ ifadəsi ilə yazılacaq.}$$

Nəhayət KU, B \longrightarrow C mexanizmi üzrə əmələ gələn C maddəsinə görə reaksiyanın sürəti $r = k_3 C$. İfadəsi ilə, aşkar diferensial formada isə,

$$\frac{dC_C}{dt} = k_3 C_B \text{ yazılışı əsasında TƏYİN}$$

olunacaq.

Yekunda öyrənilən sistemin ümumi kinetik modeli uyğun diferensial tənliklərin vahid sistemə gətirilməsi əsasında müəyyənləşdirilir:

$$\frac{dC_A}{dt} = -k_1 C_A + k_2 C$$

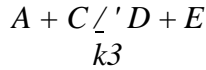
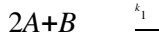
$$\frac{dC_B}{dt} = k_1 C_A + k_2 C_B - k_3 C$$

$$\frac{dC_C}{dt} = k_3 C_B$$

Sistemin aşkar formaya gətirilməsi başlanğıc şərtləri və ilkin eksperimental nəticələr əsasında aparılır.

Əməliyyat münasib həl metodu və münasib proqram seçimi ilə nizamlanır.

Məsələnin həllini aşağıdakı sxem üzrə baş verən nisbətən mürəkkəb mexanizmalı reaksiyalar sistemində araşdıraraq.



Burada ilkin kinetik məlumatlardan istifadə et- məklə C_A, C_B, C_D, C_E konsentrasiyalarını əlaqə- ləndirmək lazımdır.

Öyrənilən sistem üçün sütunlarının sayı iştirakçı komponentlərin miqdarı ilə, sətrlərin sayı isə sistemdəki reaksiyaların sayı ilə müəyyənləşən matrisanı tərtib edək. Bu matrisanın elementləri reaksiyalarda iştirak edən Komponentlərin stexiometrik əmsəlləri (a_{ij}) ilə müəyyən

$$\begin{matrix} C_A & C_B & C_D & C_E \\ \hline C_A & C_B & C_D & C_E \end{matrix} x_1$$

olunacaq.

-1

x_2

X1 və X2 uyğun reaksiyaların Tamamlanma əmsəllərini göstərir.

Matrisanın birinci sətri üçün $a = (-2 \ -1 \ 1 \ 0 \ 0)$. Hansı ki, birinci reaksiyada 2 mol A, 1 mol B maddəsinin sərf olunduğunu və 1 mol C Komponentinin alındığını göstərir. D və E maddələri isə reaksiyada iştirak etmirlər. Nəzərə almaq lazımdır ki, reaksiya məhsulları üçün $a > 0$, reagentlər üçün $a < 0$, Həli ödənilir.

Matrisanın ikinci sətri $a_2 = (-1 \ 0 \ -1 \ 1 \ 1)$ göstəriciləri ilə müəyyən-ləşir. Göründüyü kimi ikinci reaksiya 1 mol A və 1 mol C maddəsinin sərfilə hər biri 1 mol olmaqla D və E maddələrinin alınması ilə nəticələnir. B Komponenti gedərsə iştirak etmirlər.

Nəticələr əsasında öyrənilən sistem üzrə Tamamlan- mış Kinetik mexanizmi tərtib edə bilərik:

$$CA = CA_0$$

$$CB = CB_0 - X_1$$

$$C = C_0 + X_1 - X_2$$

$$CD = CD_0 + X_2$$

$$CE = CE_0 + X_2$$

Beləliklə, konsentrasiyalar və tamamlanma əmsalları arasındakı əlaqə xətti asılıqlar formasında təyin olunur.

Kimyəvi reaksiyanın sürətinin ümumi şəklində,

$$v_r = \frac{dC_j}{dr} \quad \text{və} \quad u_r = \frac{dX_i}{dr}$$

uazılışı ilə müəuənleşdiuini nəzərə almaqla uuşun reak- siuaların kinetik uazılışını açıqlauaq: Bu halda

$2A + B \longrightarrow C$ mexanizmi üçün, dX / dr uazılışının açıqlanması

$$\frac{d\lambda}{dr}$$

Şəklində müəuənleşəcək. Yəni reaksiyanın sürəti A və B reagentlərinin konsentrasiyalarına mütənasib dəuışir. Ki - mÜTənasibLİK əmsalLı uuşun reaksiyanın sürət sabİTini göstərir.

AnoLoj'y qauDaDa sonraKı $A + C \xrightarrow{k_2} D + E$ reaksiua- sının sürət

Dəuışməsi

$$\frac{dX_2}{dt} = k_2 \cdot C_A^0 \cdot C_B - k_3 \cdot C_D \cdot C$$

tənliyi ilə müəyyənləşir.

Vahid sistemdə baş verən hər iki reaksiyanın kinetik ifadələrində C_j konsentrasiyalarının açıqlanmasını nəzərə almaqla öyrənilən prosesin ümumi kinetik modelini aşkarlaya bilərik.

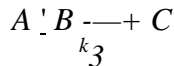
$$\frac{dX_1}{dt} = k_1 \cdot (C_{A0} - 2X_1 - X_2)^2 \cdot (C_{B0} - X_1)$$

$$\frac{dX_2}{dt} = k_2 \cdot (C_{B0} - 2X_1 - X_2) \cdot (C_{C0} + X_1 - X_2) - k_3 (C_{D0} + X_2) \cdot (C_{E0} + X_2)$$

Əməliyyat zamanı başlanğıc t = 0 halında X₁=0 və X₂=0 olduğunu nəzərə almaq lazımdır.

Alınan diferensial tənliklər sisteminə uyğun hesablama metodlarının tətbiqi əsasında kinetik göstəricilərin təyini aparılır və kinetik model aşkar formaya gətirilir.

Məsələn: kinetik modelin tərtibini və aşkarlanmasını



mexanizmi üzrə baş verən sadə reaksiyalar sistemində araşdıraraq.

İLKİN GÖSTƏRİCİLƏRYN $C_A = 100 \text{ mol/l}$; $C^{\circ} = C^{\circ} = 0$;
 $k_1 = 1,5 \text{ S}$; $k_2 = 0,5 \text{ S}$; $k_3 = 0,15 \text{ S}$ qiymətləri ilə təyin olunduğu halda prosesin kinetik modelinin tərtibi tələb olunur. Hansı ki, iştirakçı maddələrin konsentrasiyasının zamana görə dəyişməsi ilə müəyyən olunan və prosesin dinamik hal dəyişməsinə nəzərə alan diferensial tənliklər- lə yazılır.

Göstərilən reaksiyada üç maddə qatılığı- C_A , C_B , C_C qarşılıqlı təsirdə iştirak edir. Bu maddə qatılıqlarının zətapla GÖRƏ DƏYİŞMƏSİ DİFERENSİAL Formada dC_A / dt ,

dCB və dC_c yazılışı ilə vermək olar. Sürət dəyişməsinə ifadə edən bu göstəricilərin açıqlanması maddə kütləsinin saxlanması qanunu əsasında müəyyən olunur.

Mexanizm üzrə A nöqtəsinin 2 reaksiyasında $A \longrightarrow B$ və $B \longrightarrow A$ istiqamətləri üzrə dəyişdirilən nəzərə alınacaq reaksiyalarda A maddəsinə görə uyğun sürətləri $U_A(1) = -k_1 C_A$ və $U_A(2) = -k_2 C_B$ ifadələri ilə inyin etmək olar. A maddəsinə görə ümumi sürət;

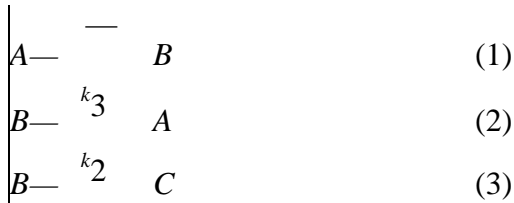
$$U_A = U_A(1) + U_A(2) = -k_1 C_A + k_3 C_B.$$

Nəzərə alsaq ki, $U_A = dC_A / dz$, onda A maddəsinə görə kinetik tənliyin diferensial forması

$$\frac{dC_A}{dz} = -k_1 C_A + k_3 C_B$$

İfadə ilə müəyyən ləşəcəkdir.

Anoloji formada B və C maddələrinin qatılıqlarının zamana görə dəyişməsinin analitik yazılışını açıqlamaq olar. Öyrənilən sistemdə B maddəsi üç C maddəsi ilə bir reaksiyada iştirak edir;



Sistem üzrə B maddəsinə görə ümumi sürət, $D v = D v (1) + D_B (2) + D_B (3)$, C maddəsinə GÖRƏ isə $D C = -D_B (3)$, İfaDəLərİ İLə İnyin oLunacaq. BuraDa, $D_B (1) = k_1 C_A$; $D_B (2) = -k_3 C_B$; $D_B (3) = -k_2 C_B$.

NəTicəuə əsasəp V və C maDDəLərİpə GÖRƏ DİFerep- sİaL KİpeTİK

$$\frac{dC_B}{dr} = k_1 C_A - k_3 C_B - k_2 C_B$$

$$\frac{dC_C}{dr} = k_2 C_B$$

TƏPLİKLƏR.

uazıLışLarİ İLə Təuİp olunacaq.

YeKup oLaraq, öurəpİLəp rtoşesİp ümumİ KİpeTİK mo- DeLİpİ İŞTİraKçİ hər üç KompopeTİp qaTıLıqLarİpİp zamapa GÖRƏ Dəuİşməşİpİ

$$\frac{dC_A}{dr} = -k_1 C_A + k_3 C_B$$

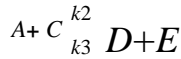
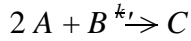
$$\frac{dC_B}{dr} = k_1 C_A - k_3 C_B - k_2 C_B$$

$$\frac{dC_C}{dr} = k_2 C_B$$

İfaDə eDəp ümumİ DİFerepsİaL TəpLİKLər sİ- sTemİ İLə İfaDə eTməK oLar;

BeLəLİKLə, başLapğİc şərTLər pəzərə aLıpməqlə DİFerepsİaL TəpLİKLər sİsTemİpİp HəLLİ ÖurəpDİuİlmİz mexapİzmİp KİpeTİK məsəLəLərİpİ aşKarLamağa İmKap verİr.

Əgər proses pİsbəTəp mürəKKəb geDİşLə, məsəLəp;



Mexanizmi üzrə baş verərsə, kinetik modelin tərtibində iştirakçı qatılıqların çevrilmə dərəcəsi ilə əlaqəsindən istifadə etmək maraqlıdır. Bu halda aktiv A komponentinin 1-ci və 2-ci reaksiyalarda çevrilmə dərəcəsinin uyğun olaraq X_1 və X_2 olduğunu qəbul etsək, uyğun əlaqələr,

$$CA = CA^0 - 2X_1 - X_2$$

$$CB = C^0A - 2X_1$$

$$C_C = C_C^0 + X_1 - X_2$$

$$CD = CD^0 + X_2$$

$$CE = CE^0 + X_2$$

təyinatı ilə müəyyən olunar.

Nəticədən istifadə etməklə iştirakçı J komponent- Lərinin Uyğun Reaksiyalar üzrə $D_j = dC_j / dr$ Dərşmə sürətlərinin $D_j = dX_j / Id.Tyazılışı$ İlə əvəzləmək olar. Məlum olur ki, qeyd olunan şərtlər

$$\frac{dX_1}{dr} = k_1 C_A - k_2 C_C$$

intervalında 1-ci və 2-ci reaksiyaların sürəti,

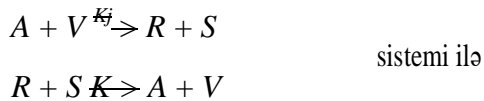
$$\frac{dX_2}{dt} = k_2 C_A \cdot C_C - k_3 C_D \cdot C_E \quad \text{ифадылары иля тыйин олу-}$$

nacaq. CJ qatılıqlarının X1 və X2 çevrilmə dərəcələri ilə əlaqələrini sonuncu kinetik modeldə nəzərə olsaq;

$$\begin{aligned} dX_2 &= k_1(C_A - 2X_1 - X_2)^2 - (k_2 - X_1) \\ &< \\ &= k_2(C_A - 2X_1 - X_2) - (C_C + X_1 - X_2) - \\ &- k_3(C_D^0 + X_2) - (C_E^0 + X_2) \end{aligned}$$

Uyğun hesablama metodlarının tətbiqi əsasında alınmış kinetik modelin həlli $X_1(r)$ və $X_2(r)$ asılılıqlarını, eləcə də $C_j(r)$ kinetik yazılışını aşkarlamağa imkan verir.

Əgər proses zonasında dönmə mexanizmlə baş verən reaksiya müşahidə olunarsa, onda kinetik nəzəriyyəyə görə bu mexanizmi müxtəlif sürətli ardıcıl reaksiyalar sistemi kimi qəbul etmək olar. Məs. eyni sistemdə aşağıdakı yazılış üzrə baş verən dönmə kimyəvi çevrilmələrin sürətini iştirakçı komponentlərə görə müəyyənləşdirərkən baş verən reaksiyalar sistemi kimi qəbul olunur. Yəni, $A + V \rightleftharpoons R + S$ mexanizmini

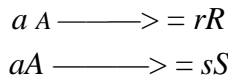


əvəz etsək, onda iştirakçı komponentlərə görə reaksiyanın sürəti

$$\begin{aligned} \blacksquare \quad \frac{dC_A}{V \cdot dr} = v_r & \quad \frac{dC_B}{dr} = k_x C_A \blacksquare C_B - k_2 C R \\ \frac{dC_R}{dr} = v_r & \quad dC_S = \sim k_x C A \blacksquare C_B + k_2 C R \blacksquare C dr \end{aligned} \quad (7)$$

sistemi ilə müəyyən olunacaq.

Proses zonasında aktiv iştirakçı komponentlərdən hər hansı birinin paralel mexanizm üzrə çevrilməsi müşahidə olunarsa, yəni iştirakçı A komponentinin reak- siya zonasında



mexanizmi ilə baş verən çevrilməsi zamanı reaksiyanın ümumi sürəti paralel çevrilmə sürətlərinin cəmi ilə təyin olunacaq

$$\frac{dC_A}{dr} = \frac{1}{a} \frac{dC_k}{dr} + \frac{1}{a} \frac{dC_s}{dr} \quad \blacksquare \quad \frac{dC_s}{dr} = \frac{1}{\Lambda_{AS}} \quad (8)$$

buraDa, ζA , və normallaşdırma vuruqları UYGÜN reaksiyaların stexiometriyasını xarakterizə edir.

Qeyd edək ki, kinetik modelin aşkar ifadəsi əsasın- da texnoloji prosesin əsas göstəricilərinin təsir parametrlərinə görə paylanmasını qiymətləndirmək olar.

Tədqiq olunan prosədə R məhsulunu məqsədli məhsul kimi qəbul etsək, onda əsas istiqamət üzrə reak-

siyanın sürətinin

$$\frac{dC_A}{dr} = \frac{1}{V_{AR}} \frac{dC_R}{dr} \quad (9)$$

formasında dəyişdiyini nəzərə alsaq (8) və (9) ifadələri əsasında prosesin diferensial selektivliyini qiymətləndir- mək olar:

$$\frac{1}{V_{AR}} \frac{dC_R}{dr} = \frac{1}{dT} \frac{dC_R}{dT} \quad (10)$$

$$\frac{dC_A}{dT} = \frac{1}{dT} \frac{dC_R}{dT} \frac{dC_S}{dT}$$

Son nəticələrdən məlum olur ki, proses zamanı müşahidə olunan reaksiyaların daimi sürət dəyişikliyi müşahidə olunduğuna görə uyğun olaraq diferensial selektivliyin də dəyişikliyi müşahidə olunacaq. Buradan belə qənaətə gəlmək olar ki, kinetik modelin tətbiqi əsasında əsas texnoloji göstəricilərin texnoloji parametrlərə görə idarə olunmasını aşkarlamaq mümkündür. Məs., qeyd etdiyimiz paralel mexanizm üzrə baş verən prosesdə məqsədli reaksiya A komponentinə görə n_1 , əlavə reaksiya isə n_2 tərtibinə malik olarsa, onda əsas reaksiyanın sürəti,

$$r_n = k C_A^{n_1} r(A \rightarrow R) = k_1 C_A^{n_1} \quad (11)$$

Ümumi sürət isə

$$r_u = \dots + k C \quad (12)$$

ifadələri ilə müəyyən olunacaq. Onda prosesin diferensial selektivliyi aşağıdakı kimi dəyişəcək:

$$\frac{k_1 C_A^{n-1}}{k_1 C_A^{n-1} + k_2 C_A^{n-1}} \quad (13)$$

Alınan nəticə əsasında diferensial selektivliyin aktiv komponentin

$$g' = \frac{1}{1 + X C_A^n} \quad (14)$$

konsentrasiyasına görə dəyişikliyi müəyyənləşdirə bilirik:

где, $X = \frac{k_2}{k_1} C_A^{n-1}$ - reagentin konsentrasiyasından asılı olmayan sabit;
 $An = n - 1$ isə ilkin A komponentinə görə əlavə və əsas reaksiya tərtiblərinin fərqi.

Əgər $g'(C_A)$ funksiyasının xarakterini müəyyən etsək:

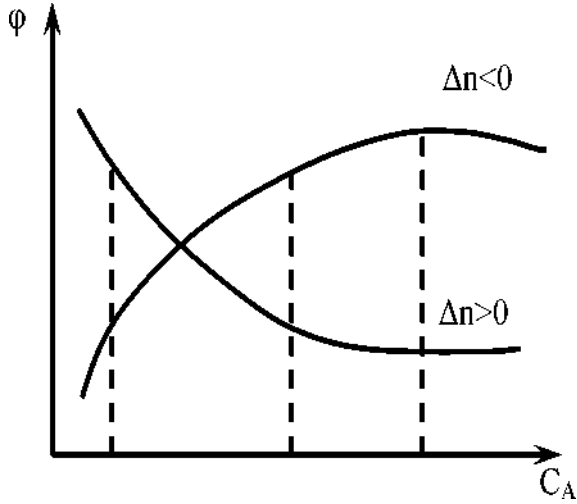
$$\frac{d'g'}{dC_A} = \frac{-AnXC_A^{n-1}}{(1+XC_A^n)^2} \quad (15)$$

(15)- ifadəsindən görüldüyü kimi selektivliyin konsentrasiyaya görə paylanması əsas və əlavə reaksiyaların tərtibləri fərqi əsasında asılıdır. Nəzərə almaq lazımdır ki,

və C_A istənilən çevrilmə halında müsbət gös-

$X = \frac{k_2}{k_1} C_A^{n-1}$ TƏRİCİDİR. Əgər $An < 0$ HƏLƏ MÜŞAHİDƏ OLUNARSƏ, BU HƏLDƏ $g'(C_A)$ artan funksiya kimi dəyişəcək və nəticədə reagentin konsentrasiyasının artması ilə əsas reaksiyanın sürəti əlavə reaksiyanın sürəti ilə müqayisədə daha kəskin artır. ƏKsinə $An > 0$ HƏLƏ MÜŞAHİDƏ OLUNDUQDA $f(C_A)$ azalan funksiya xarakterini göstərir və əsas məqsəddə reagentin nisbətən aşağı konsentrasiyasında nail olunur. Nəticəni qrafik olaraq

aşağıdakı kimi təsvir et- məK olar:



Göründüyü kimi $A_n=0$ olduqda diferensial selektivlik aktiv komponentlərin konsentrasiyasının bütün qiymətlərində sabit qalır.

Məlumdur ki, prosesin şəraitindən asılı olmayaraq sistemdə enerjetik vəziyyətin dəyişməsi, yəni temperatur faktorunun dəyişdiyi mühtdə aktiv komponentlərin hərəkəliyinin və bunun nəticəsi olaraq komponentlərin reaksiya zonası üzrə görüşmə ehtimalının dəyişməsi müşahidə olunur. Bu fərq mühtə daxil olan enerji axınının v_E tezliyindən asılı olaraq, dəlçşlq və nəticədə reak-

siya zonasında ehtimal olunan çevrilmələrin hər birinin uyğun sürət dəyişikliyi müşahidə olunur . Odur ki, ener- getik paylanmanın prosesin əsas göstəricilərinə , məs. se- lektivliyə təsirini araşdırarkən ilk növbədə zona üzrə ehtimal olunan hər bir çevrilmə sürətinə təsirin analitik ifadə forması aşkarlanmalı və nəticələr prosesin ümumi funksiyalaşdırılmasında nəzərə alınmalıdır .

Nəticəni yuxarıda göstərdiyimiz paralel mexanizm üzrə baş verən reaksiyalar sisteminə tətbiq etsək, onda əsas və əlavə reaksiyaların eyni tərtibli olduğu halda prosesin dife- rensial selektivliyi aşağıdakı kimi dəyişəcək:

$$p' = \frac{1}{K_1 \exp(-E_1/RT)} - \frac{1}{K_2 \exp(-E_2/RT)} \frac{1}{1 + S \exp(AE/RT)} \quad (16)$$

$$S = \frac{K_2}{K_1} \exp\left(\frac{E_2 - E_1}{RT}\right)$$

оЛмаДыбыны нязря аЛсар, сеЛеКтивЛИЙИн ТемпераТура гөрө дәү^Мәси,

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\frac{AE}{RT^2} S \exp\left(\frac{AE}{RT}\right)}{[1 + S \exp(AE/RT)]^2} \quad (17)$$

İFaDəsi İLə TəyİN oLunacaq.

ALınan NGTİSGYG əsasən belə qənaətə gəlmək olar ki, əgər əsas reaksiyanın aktivləşmə enerjisi əlavə reaksiyanınkına nisbətən YÜKSƏKDİRSƏ, yəni $AE = E_2 - E_1 > 0$ halı müşahidə olunursa, Temperaturun artması ilə diferensial selektivliyin artması baş verir. Bu halda əsas reaksiyanın sürət artımı əlavə reaksiyanın sürətinə və ümumi sürətə nisbətən daha yüksək olur. Əksinə, əgər $E_1 < E_2$ halı müşahidə olunarsa, diferensial selektivliyin artırılması üçün Temperaturun azaldılması tələb olunur.

5.4. Heterogen kimyəvi-texnoloji proseslərin kinetik modelinin işlənməsi

Kimyəvi-texnoloji proseslərin (KTP) əksəriyyəti müxtəlif fazalı komponentlərin iştirakı ilə və ya proses zonası üzrə faza keçidi ilə müşahidə olunur. Bu sıradan olan heterogen və ya heterogen-katalitik proseslər reallaşdırılarkən prosesin sürətinin ümumi qiymətləndirilməsi, yəni kinetik modelin tam aşkarlanması üçün proses zonasında ehtimal olunan kimyəvi çevrilmələrlə yanaşı prosesin ümumi sürətinə təsir göstərəcək diffuziya halları, müxtəlif adsorbsiya və absorbsiya prosesləri, bu halların aktiv komponentlərin görüşmə ehtimalına təsiri nəticələrin analitik qiymətləndirilməsi üçün tələb olunur. Heterogen mühitdə baş verən çevrilmələr zamanı hər hansı J komponentinə görə prosesin sürəti ümumi şəkildə ifadəsi ilə müəyyən olunur.

$$r_j = \pm \frac{1}{S} \frac{dn_j}{dx} \quad (1)$$

n_j - aktiv J komponentinin mol. miqdarı,

Burada, S- reaksiya səthinin sahəsi.

i - reagentə və ya məhsula görə, stexiometrik əmsal

Heterogen kimyəvi-texnoloji proseslərin ümumi analitik zəndən məlum olur ki, kinetik baxımdan bu prosesləri aşağıdakı formada qruplaşdırmaq olar:

- Kimyəvi reaksiya nisbətən yüksək sürətlə baş verir və prosesin gedişi zamanı kimyəvi çevrilmələrin sürəti daimi olaraq diffuziya mərhələsinin sürətindən yüksək olur.

- digər halda isə müəyyən olunmuş çevrilmə şəraitində diffuziya mərhələsinin sürəti nisbətən yüksək olur və kimyəvi çevrilməni tamamlayır.

Proses zamanı diffuziya mərhələsində baş verən çev- rilmələrin yazılış ifadələrini müəyyənləşdirərkən diffuziya prosesinin heterogen fazada kordinatlar üzrə sürətinin dəyi- şmə qanunauyğunluğu və bu halda komponentlərin kordinatlar üzrə paylanmasına xarici təsir faktorları qiy- mətəndirilməlidir. Bu halda nəzərə almaq lazımdır ki, diffu- ziyanın əsas göstəriciləri iştirakçı komponentin qatılıq qra- diyenti ilə müəyyən olunur.

Fik nəzəriyyəsiindən məlumdur ki, hər hansı iştirakçı J komponentinin qatılıq qradiyenti ümumi şəkildə

$$\frac{1}{s} \cdot \frac{dn_J}{d\tau} = D \left(\frac{\partial C_J}{\partial z} \right)_{\tau} \quad (2)$$

ifadəsi ilə təyin olunur.

burada, D-molekulyar diffuziya əm salını göstərir və (məsaFə² -vaxt⁻¹) vaHİDİ İLƏ MÜƏYYƏN OLUNUR.

(2) ifadəsi ümumi şəkildə zamana görə kordinatlar üzrə komponentLərin paylanmasını göstərir və Fik nəzəriyyəsinin I qanunu əsasında müəyyən olunur. Bu qanuna əsasən vahid zamanda axına perpendikulyar istiqamətdə diffuziya hesabına S səthindən keçən J maddəsinin miqdarı bu maddənin qatılıq qradientinə mütənasib formada dəyişir.

Ümumi şəkildə heterogen fazalı proseslərin gedışində konsentrasiyanın paylanması həm faza üzrə həm də, zamana görə paralel dəyişir. Molekulyar diffuziya hesabına iştirakçı J komponentinin zamana görə

$$\frac{\partial C_i}{\partial \tau} = D \frac{\partial^2 C_i}{\partial z^2} \quad \begin{array}{l} \text{dəyişən miqdarı Fik} \\ \text{nəzəriyyəsinin II qanunu} \\ \text{əsasında} \\ \text{müəyyənləşdirilir} \end{array}$$

(3)

Əgər proses zamanı diffuziya üçölçülü kordinatlar üzrə müşahidə olunarsa, onda prosesin sürəti

$$\frac{\partial^2 C}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \quad (4)$$

formasında dəyişəcək.

Nəticəni (2) ifadəsində nəzərə alsaq diffuziya prosesinin sürətini ümumi şəkildə aşağıdakı kimi qiymətləndirə bilərik.

$$i = \frac{1}{s} \frac{dn}{dr} = D \frac{dS}{dl} * D \frac{AC}{Al} \quad (5)$$

burada, AC - diffuziya axınının keçdiyi Al məsafəsi üzrə qatılığın dəyişməsinə Göstərir. D/Al - nisbəti KÜTLƏÖTÜRMƏNİ xarakterizə edir.

Nəticəyə əsasən belə qənaətə gəlmək olar ki, heterogen prosesin gedişi zamanı fazalararası səth üzrə ilkin reagentlərin sərfi və reaksiya məhsullarının əmələgəlməsi müşahidə olunur. Ona görə də prosesin məqsədəinə, şəraitinə və heterogen iştirakçı komponentlərin strukturuna uyğun olaraq reagentlərin reaksiya səthinə fasiləsiz çatdırılması və əmələ gələn məhsulların sistemdən çıxarılması əməliyyatlarının reallaşdırılması üçün ehtimal olunan bütün fiziki keçid halları və kimyəvi proseslərin qanunauyğunluqları aşkarlanmalıdır.

Praktik hesablamalarda heterogen proseslərin kinetik modeli tərtib olunarkən prosesin aşağıdakı əsas keçid halları ətraflı araşdırılır.

- Xarici Diffuziya - reagentin və ya reaksiya məhsullarının heterogen səth üzrə diffuziyası;
- daxili diffuziya - heterogen həcm üzrə reagentlərin və ya məhsulların diffuziya prosesi vasitəsilə paylanması;
- Heterogen səth üzrə baş verən kimyəvi çevrilmələr.

Qeyd olunan hadisələrin ümumi kinetik modelin tərtibində nəzərə alınmasını $A(q) + B(b)$ (məhsul) reaksiyası üzərində araşdıraraq:

Bu növ reaksiyaların gedişi nəticəsində qaz axımının mərkəzi ilə müqayisədə bərk hissəciklərin səthində qazşəkil- li aktiv A komponentinin konsentrasiyası nisbətən az olur. Prosesin gedişi zamanı qaz fazanın aktiv iştirakçısı A kom- ponentinin bərk səth üzrə diffuziyası qatılığın aktiv kompo- nentin ilkin CA.g göstəricisindən səth üzrə paylanan CA.s qiymətinə qədər azalması ilə müşahidə olunur.Bu halda xarici səth üzrə baş verən molekulyar diffuziya və konvektiv paylanma ümumi şəkildə konvektiv diffuziya kimi qəbul olunur və bu prosesin sürətini ümumi şəkildə belə ifadə et- mək olar:

$$- U_r \frac{dC_A}{dx} - U_v \frac{dC_A}{dy} - U_z \frac{dC_A}{dz} + D \nabla^2 C_A + \text{ey} 2 \frac{O \cdot C_A'}{Oz^2} \quad (6)$$

qısa formada

$$- U_q r q d C_A + D V^2 C_A = - \frac{o S}{o t} A$$

Ux, Uy, Uz - axının uğun olaraq x,y,z KorDİnaTLarı üqrə xəT- ti sürətidir.
Sadə praktik hesabLamaLarda,

$$\frac{dC_A}{dt} = - C_A S \quad (7) \text{ ifadəsi}$$

tətbiq olunur.

0=D/AL - HİDroDİnamİK axınDan asıLı oLan KüTLəÖTürmə əmsaLıdır.

Son nəticədən göründüü kimi konvektiv diffuziua PروسesİN sürəTİ (SA - SA,) fərf və 0-Dan asıLı oLaraq DəüL-

şir. Buradan belə qənaətə gəlmək olar ki, xarici diffuziya prosesinin sürətini artırmaq üçün $(C_A - C_A^0)$ fərqi ilə təyin olunan HərəKəTverİcİ qüvvənin və O-şn arTırılması əLverişLİ- DİR. QeyD eDəK KU, (5-nin arTırılması üçün İmKan DaxİlİnDə molekulyar diffuziya əmsalının (D) artırılması və qaz layı qalınLığının azaldılması təLəb olunur.

Əgər qaz və bərk fazaLı reagentLərin heterogen qarşı- LıQLı təsiri eyni zamanDa qaz və bərk reaksiya məhsuLLarının alınması ilə nəticəLənirsə, bu mərhələ mümkün kimyəvi re-aksiyaLar və arDıcıL olaraq qaz fazaLı reagentLərin bərk reak- siya məhsuLLarının təbəqəLəri üzrə səthDən mərkəz istiqamə- tində kimyəvi çevrilməLəri və DaxiLi Diffuziyası ilə müşahidə olunur.

DaxiLi Diffuziya prosesinin sürəti belə qiymətLənDiriLir

$$\frac{dn}{dt} = - \frac{1}{r} \frac{d}{dr} (r D \frac{dC_A}{dr}) \quad (8)$$

Def - bərk HİssəciKLərin sTruKTurunDan və payLapta- sından asılı olan effektiv Diffuziya əmsalını göstərir.

Beləliklə, bərk reaksiya məhsullarının təbəqələri A reagen-tinin ötürülməsinə qarşı müqavimət təsiri göstərir və reagentin konsentrasiyasının bərk fazanın təbii təndən asılı olaraq səthdən mərkəzə doğru ($C_A - C_A^*$) fərqi ilə qiymət-lənir. Əgər paylanan bərk hissəlik laylarının qalınlığı nisbətən kiçikdirsə, onda şərti olaraq qəbul etmək olar ki, burada, R-bərk hissəciyin xarici rədiusu, hansı ki, araşdırılan çərçivədə sabit qalır; r- prosesin gedişi zamanı azalması müşahidə olunan

$$\frac{dC_A}{dr} = \frac{C_A - C_A^*}{r} \quad (9)$$

nüvə radiusudur.

Bu halda xarici diffuziya prosesinin sürətinin təyinatını belə təsvir etmək olar:

$$1 - \frac{C_A - C_A^*}{C_A^*} = \frac{r}{R} \quad (10)$$

Göründüyü kimi, bərk hissəciklərin ölçülərinin azalması bərk məhsulların lay qalınlıqlarının azalması ilə nəticələnir. Beləliklə, bərk hissəciklərin xırdalanması daxili diffuziyanın intensivləşməsilə nəticələnir.

Səthdə baş verən kimyəvi çevrilmələr heterogen kimyəvi proseslərin əsas mərhələsidir.

Əgər bu halda kimyəvi reaksiya dönməyən mexanizm üzrə baş verirsə, mərkəzi zonada (nüvə) qazşəkilli reagentin konsentrasiyası C_A -ə qədər azalır və daxili diffuziya mərhələsindən sonra onun nisbətən tam sərfi müşahidə olunur.

Bu halda səth reaksiyasının sürəti kimyəvi kinetikanın qanunları əsasında belə təyin olunur:

$$1 / AA = k_s \quad (11)$$

Heterogen prosesin müxtəlif mərhələlərinin sürəti qeyd etdiyimiz (7), (10) və (11) tənlikləri əsasında təyin olunur. Eyni zamanda bu mərhələlərin gedişi bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə müşahidə olunur. Ona görə də, heterogen prosesin ümumi kinetik modelinin təyinatında bütün mərhələlərin əsas xüsusiyyətləri nəzərə alınmalıdır.

Stasionar şəraitdə mərhələlərin sürəti arasında

D_r — D_A — U_A — D_A əlaqəsi müşahidə olunur. Əgər ifadə- ləp nəzərə alsaq,

$$\begin{array}{l}
 D_{AK} \frac{1-r}{i - CA_q} - C_{As} \\
 D_{Ad} \frac{\pm_r}{p_1} \quad C_{As} \quad - C_{AN} \\
 U_r K \quad \frac{1}{\quad} - C_{AN}
 \end{array}$$

Buradan,

$$\frac{D_A}{\frac{C}{1/p + 1/p' + 1/k}} = \frac{5}{A_q} - KC_{Aq} \quad (12)$$

Beləliklə, heterogen prosesin ümumi kinetik modeli ümumi sürət sabiti və aktiv komponentin qaz fazadakı konsentrasiyası ilə müəyyən olunacaq.

Nəzərdə tutulan heterogen kimyevi - texnoloji prosesin kinetik modelinin tərtibi əməliyyatında texnoloq - kimyaçı kimyevi prosesin kimyaçı tərəfindən təklif edilən mexanizmindən istifadə edərək kinetik model işləyib hazır- layır.

Kinetic modelin **praktik** tərtibi işini 9 mərhələli mexanizmlə baş verən etanın termiki parçalanması reaksiyası üzrə araşdıraraq. Proses aşağıdakı elementar mərhələlərdən ibarətdir:

1. $C_2H_6 \longrightarrow CH_3 + CH_3$,
2. $C_2H_6 + CH_3 \longrightarrow C_2H_5 + CH_4$,
3. $C_2H_5 \longrightarrow C_2H_4 + H$,

4. $C_2H_6 + H \rightarrow C_2H_5 + H_2$,
5. $H \cdot C + C_2H_5 \rightarrow C_3H_8$,
6. $H_3C + H \rightarrow CH_4$,
7. $C_2H_5 + H \xrightarrow{k_7} H_2 + C_2H_4$,
8. $(2H_5 + (2H_5 \rightarrow C_2H_4 + C_2H_6$,
9. $H + H \xrightarrow{k_9} H_2$.

Uyğun reaksiyaların k ($i = 1, \dots, 9$) sürət sabitlərini və iştirakçı komponentlərin qatılıq paylanmasını nəzərə almaqla hər bir mərhələnin sürət ifadəsini tərtib etmək olar.

$$D_1 = k_1 \cdot [C_2H_6] \cdot [H] \quad (13)$$

$$v_2 = k_2 \cdot [C_2H_6] \cdot [CH_3] \quad (14)$$

$$v_3 = k_3 \cdot [C_2H_5] \quad (15)$$

$$v_4 = k_4 \cdot [H_2] \cdot [H] \quad (16)$$

$$v_5 = k_5 \cdot [CH_3] \cdot [C_2H_5] \quad (17)$$

$$v_6 = k_6 \cdot [CH_3] \cdot [H] \quad (18)$$

$$v_7 = k_7 \cdot [C_2H_5] \cdot [H] \quad (19)$$

$$v_8 = k_8 \cdot [C_2H_5] \cdot [C_2H_5] \quad (20)$$

$$v_9 = k_9 \cdot [H] \cdot [H]$$

NƏTİCƏLƏR, (13) - (21) İFADƏLƏRİ VASİTƏSİLƏ TƏSVİR OLUNUR VƏ ehtimal olunan mexanizmlərin reaksiya sürətini əks etdirir.

Qeyd edək ki, mərhələlərin sürətlərindən asılı olaraq sistemdə iştirak edən hər bir komponentin əmələ gəlmə və ya sərf olma sürətlərinin diferensial tənlikləri tərtib olunur.

Bu halda eLə eLementar mərhələləri seçmək lazımdır ki, orada həmin maddə ya əmələ gəlir, ya da sərf olunur. Ümumi kinetik model tərtib olunarkən nəzərə almaq lazımdır ki, diferensial tənlik üzrə qatılığının zamana görə dəyişməsi izlənen komponent əgər mexanizm üzrə sərf olunursa, kinetik modelə onun sərf olma sürəti «mənfii» işarəsi ilə daxil olur, əksinə, əgər maddə uyğun mərhələ üçün məhsuldursa, onda bu mərhələnin sürəti kinetik tənliyə «müsbət» işarə ilə daxil olur.

Belə qənaətə gəlmək olar ki, öyrəndiyimiz prosesin ümumi kinetik modelini tərtib edərkən nəzərə almaq lazımdır ki, iştirakçı komponentlərin proses müddətində (t) vəhİD sistem üzrə naylandığını İFADƏ EDƏN DİFERENSİAL TƏNLİKLƏR SİSTEMİNİN AŞKARLANMASINA EHTİYAC YARANIR:

$$\begin{aligned}
 \blacksquare \blacksquare \quad & \dot{u} = -k_1 \frac{[S_2]^{61-k} [S_2]^{6-k}}{[S_2]^{61-k} [S_2]^{6-k} + k_2 [S_2]^{61-k} [S_2]^{6-k}} \quad [k, H] \\
 \text{at} & \\
 \left(\frac{2}{t} \right) & = \ll 3 + \ll 7 + \ll 8 = \ll 3^{[C_2^H 5]^{1+k} 7^{[C_2^H 5]^{1+n} 3]^{1+k} 8^{[C_2^H 5]^{1+k} 2^H 5^1} \\
 \blacksquare t & \\
 & = V_5 = k_5 i [CH_3] \cdot [C_2^H 5] \\
 \blacksquare t & \\
 & = \ll 2 + \ll 6 = k_2 [C_2^H 6] \cdot [CH_3] + k_6 [CH_3] \cdot [H] \\
 \blacksquare t & \\
 & = \ll 2 + \ll 7 + \ll 9 = \ll 4 [C_2^H 6]^{[H]^{1+k} 7^{[C_2^H 5]^{[H]^{1+k} 9^{[H]^{[H]}}}}
 \end{aligned}
 \tag{22}$$

Iştirakçı konsentrasiyaların təcrübi qiymətləri əsasında (22) -KİNETİK MODELİ ki (i=1....9) sürət sabitlərinə görə HƏLL EDİLİR.

Kİ - K9-un ədədi qiymətlərinin müqayisəli analizi limitləşdirici mərhələni müəyyənləşdirməyə imkan verir. Sürət sabitlərinin müxtəlif temperaturlar üçün təyin olunmuş qiymətlərindən istifadə etməklə

Arrenius nəzəriyyəsinin KöməKLiyi əsasında mümkün eLemenTar mərhələlərin aKTivLəşmə enerjilərini (Eİ) Təyinatı aparılır. Əməliyyat zamanı əLverişli həL meTodunun və uyğun proqramın seçimi ümumi KİnetİK modelin İştirakçısı funksiyalarının quruluşu əsas götürülməKLə aparılır. Təsir faKTorlarının eLemenTar mərhələlər üzrə Təsir effeKTİ və onların qarşılıqlı əLaqəsinin nəzərə alınması nəticələrin effeKTivliyini artırır. Qeyd etdiyimiz Kİmi eHTİmal olunan çevrilmələrin sürət sabitinin Temperaturla əLaqəsi Arrenius Tənliyİ İLə müəyyən olunur:

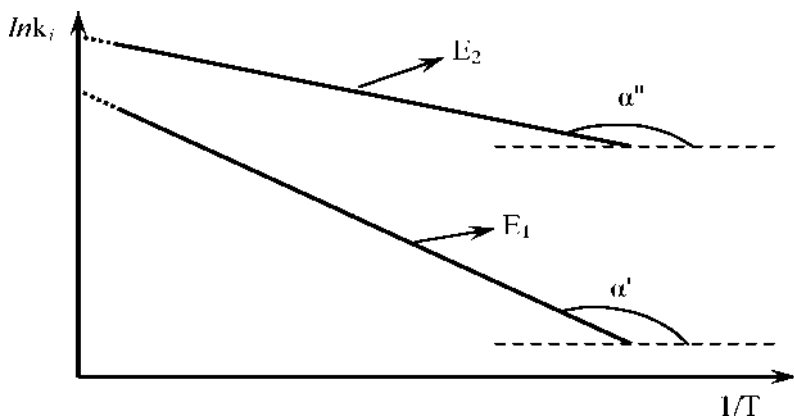
$$k_i = k_i^0 \exp(-E_i / RT)$$

Burada; k_i -sürət sabitİ, R-unİversal qaz sabitİ, t- müTLəq Temperatür, Eİ- aKTivLəşmə enerjisi, k^0 - eKsponensial önu (İnteqrallama) sabitİ.

Sonuncu İfadədən və İLKİN eKsperİmental nəticələrdən İstİfadə etməKLə Eİ və k^0 - İn ədədİ qiyməTLəri Tapılır. Əgər İfadəni Loqarifmləsək,

$$\ln k_i = \ln k_i^0 - \frac{E_i}{RT}$$

Lazımdır Kİ, müxtəlif aK- TivLəşmə enerjisi (Eİ) İLə müşahidə olunan mərhələlər üçün $\ln k_i = f(1/T)$ asılılığı Texnoloji sİstem üzrə eHTİmal olunan mərhələlərin sürət fərqlini aşkarlayır. Nəticələrin Təsviri aşağıdakı şəkİldə verilmişdir:



ŞəKİLDə göstərilən $E_x = -R \operatorname{tg} \alpha'$ və $E = -R \operatorname{tg} \alpha''$ göstəriciləri uyğun olaraq müşahidə olunması ehtimal olunan müxtəlif mərhələlərin aktivləşmə enerjisini ifadə edir. Nəticədə məlum olur ki, müxtəlif mərhələli proseslər üçün aktivləşmə enerjisinin (E_i) ədədi qiyməti ən böyük olan mərhələ reaksiyasının sürəti aşağı olur və həmin mərhələ limitləşdirici mərhələ kimi qəbul olunur. Bu mərhələ heterogen proseslər üçün praktik olaraq sürət müəyyən-ləşdirici mərhələ kimi qəbul olunur. Hadisənin xarakterindən asılı olaraq heterogen KTP-in limit mərhələsi xarici, daxili diffuziyalar və kimyəvi reaksiyalarla müəyyənləşir.

Əgər proses A (qaz) və B (bərk) reagentlərinin Qarşılıqlı Təsiri Hesabına $A(q) + B(b) \rightarrow R(q) + S(b)$ mexanizmi üzrə baş verərsə, prosesin xarici diffuziya ilə limitləşdiyi halda heterogen prosesin sürəti qaz formalı A reagentinin konvektiv diffuziyası ilə müəyyənləşir;

$$1 \frac{dn}{dt} = -C_{A_3} \quad (23)$$

Diffuziya zamanı bərk səthə qədər qaz layları üzrə A reagentinin paylanması nəzərə çarpacaq fərq

olmur. Əsas müqavimət göstərən səth üzrə reagentin $C_{A.s}$ konsentrasiyası «0»-a yaxınlaşır. Ona görə də (23)

$$\frac{dn}{dr} = C_{A.q}$$

- İfadəslə nisbətən sadələşdir:

Belə halda paralel olaraq bərk B reagentinin miqdarı dəyişikliyinə bərabər

$$V_A = V_B = \frac{dn}{dx} = P \cdot C_{A.q} \quad (24)$$

verdiyini nəzərə alsaq,

Molyar Həcmi V_B olan bərk reagentin sıxlığının ρ olduğunu nəzərə alsaq onun iştirakçı molyar konsentrasiyası, $p_v V$, ρ (kmol/m³).

Hadisə zamanı iştirakçı bərk komponent r - radiuslu sferik hissəciklərdən təşkil olunarsa, $= 4/3 \pi r^3$ ilə təyin olunacaq.

$$\text{Onda } n_B - \text{molyar qatılığının prosesin gedişindəki dəyişikliyi} \\ \frac{dn_B}{dt} = d(V_B \cdot \rho_B) = d(4/3 \pi r^3 \cdot \rho_B) = 4 \pi r^2 \rho_B dr, \quad (25)$$

formasında baş verir.

Alınmış nəticəni və R - radiusu ilə müəyyənləşən xarici səthin $S = 4 \pi R^2$ sahəsini (24) - ifadəsində nəzərə alsaq,

$$\frac{1}{b} \frac{1}{4 \pi R^2} \frac{4 \pi r^3 \rho_B}{R} \frac{dr}{dt} = R \cdot C_{A.q}$$

Sonuncu diferensial tənliyin həlli proses üçün orta çevrilmə müddətinin təyinatına imkan verir.

$$\int_0^x dt = \frac{R}{4 \pi r^2 \rho_B} \int_0^x dr,$$

$$\left| \frac{(R^3 r^3 u p_B - R)}{L 3 \quad 3) 3bp - C A.} \right| \left| \begin{matrix} 3 \\ R^1 J^r \end{matrix} \right|$$

Buradan,

$$T = \frac{PB}{b-p-C_i q - R R} \quad (26)$$

Alınmış ifadəyə daxil olan r^3/R^3 nisbətini bərk hissəciyin nüvə həcmi (VB) və ümumi həcmə ___ əvəzləsək,

$$r^3/R^3 \quad V_B = \frac{V_B' PB - nB}{-x}$$

нятиясини аларыг. Нятиянин (25) ифадясиндя нязяря ал- магла хариьи диффузия мцддятинин ашкар тьяинат ифадяси мцяййянляшир.

$$\frac{P_B \cdot R}{3bp - C_{Aq}} [1 - (1 - X_B)] \frac{P_B \cdot R}{3bp - C_{Aq}} \cdot X_B \quad (27)$$

$$V_u V_u' PB^n Bu$$

Əgər heterogen proses xarici diffuziya ilə limit- ləşərsə, bərk reagentin tam çevrilmə müddəti (yəni, $X = 1$ halı üçün) (27)- ifadəsindən istifadə etməklə,

$$F = \frac{PB \cdot R}{3bP - C A. q} \quad \text{шяклиндя тьяин олунар.}$$

Buradan belə qənaətə gəlmək olar ki, heterogen prosesin xarici diffuziya oblastında baş vermə müddəti (t) və reagentin çevrilmə dərəcəsi (X) xətti asılılıq formasında dəyişir.

$$T = Ti \blacksquare X_B$$

Nəticə göstərir ki, heterogen KTP xarici diffuziya ha- disəsi ilə limitləşərsə, prosesin məhsuldarlığının artırılması üçün bərk hissəciklərin tam çevrilmə müddətinin (t) azal- dılmasına ehtiyac yaranır. Məsələnin həllini bərk his- səciklərin radiusunu azaltmaqla, qazşəkilli reagentin

Əgər (30) - İfadəsini $t = 0$ Halından, yəni nüvə ölçüsünün bərk hissəciyin ölçüsü ilə müəyyənləşdiyi və- ziyətdən ($r = R$) çevrilməyən radiuslu nüvə mərkəzinə qədər keçən t - müddəti intervalında inteqrallasaq daxili diffuziya müddətinin məq-
 олар. тѣинатыны нисбятян ашкарла-

$$\int_0^t dr = \frac{r}{R} \left[r dr - \frac{1}{R} \int r^2 dr \right] = \frac{1}{R} \left[\frac{r^2}{2} - \frac{r^3}{3} \right]_{R}^{r}$$

Buradan,

$$\frac{P_B R^2}{6 b D C_{Aq}} \left(1 - 3 \frac{r^2}{R^2} + 2 \frac{r^3}{R^3} \right) = t$$

$r^3 / R^3 = 1 - X$ təyinatını nəzərə alsaq,

$$t = \frac{P_B R^2}{6 b D C_{Aq}} [1 - 3(1 - X_B)^{2/3} + 2(1 - X_B)] \quad (31)$$

nəticəsi alınır.

Əgər daxili diffuziya şəraitində bərk hissəciklər tam çevrilərsə, yəni X_B

риЛмя мЦДдЯТИ T_t ифадясила тѣин олунабаг.

$$\frac{P_B R^2}{6 b D C_{Aq}}$$

=1 halında (31)- ifadəsinə görə tam çev-

Bu halda daxili diffuziya oblastı üzrə çevrilmə müddətini $T = T [1 - 3(1 - X_B)^{2/3} + 2(1 - X_B)]$ şəklində müəyyənləşdirmək olar.

Təyinat ifadələrində kütləötürmə əmsalının $1/3^X = D/Ar = D/R/2$ qiymətini nəzərə alsaq, bərk hissəciyin tam çevrilmə müddəti üçün

$$P_B \sim R R \quad \text{ачыгламасыны аларыг.}$$

$$3F - C$$

Nəticədən məlum olur ki, daxili diffuziya müqavimətinin azaldılması üçün bərk materialların xırdalanması tələb olunur.

Heterogen KTP-in gedişində praktik olaraq xarici və daxili diffuziya hadisələrinin prosesə müqaviməti müşahidə olunmursa, səth reaksiyalarının sürəti sırf kinetik faktorlardan asılı olaraq dəyişir. Bu halda prosesin limit mərhələsi kimyəvi reaksiyanın sürəti ilə müəyyənləşir:

$$u = \frac{1}{C_{A,q}} \frac{dn_A}{s d} = k c^n = k C^n u_A \quad , \quad k_s C_{A,n} k_3$$

Əgər, səth reaksiyası bir tərtibli olarsa,

$$u_A = \frac{1}{4nr^2} \frac{dn_A}{r d} \quad (32)$$

(32)-İfadəsində reagentin sərfoLunma sürətinin (dn_A / dP) nüvə radiusunun dəyişmə sürətinə (dr / dp) nisətini nəzərə alsaq,

$$\frac{1}{Alz^2} \sim \frac{1}{b} \frac{dr}{dP} = \frac{2}{z} \frac{dr}{dP} C_{A,q}$$

nəticəsi alınır. Buradan,

$$P = \int_{C_{A,q}^R}^r dr = \frac{P_B \cdot R}{bk C_{A,q}} (R-r) \quad (33)$$

Bərk reagentin çevrilmə dərəcəsini (X_B) sonuncu ifadəyə daxil etməklə reak-siya müddətini aşkarlamaq olar.

$$p = \frac{P_B}{k_3} [1 - (1 - X_B) \Gamma] \quad (34)$$

Nəticələr tədqiq olunan prosesin ümumi riyazi modelinin işlənməsində, optimal texnoloji şəraitin və optimal texnoloji layihənin seçilməsində əsas baza kimi istifadə olunur.

VI FƏSİL

KİMYƏVİ REAKTORLARIN SEÇİMİNDƏ RİYAZİ MODELƏŞDİRMƏ

Kimyəvi texnoloji sistemlərdə (KTS) müşahidə olunan halların dəyişmələri proses zonası üzrə energetik axının təsirindən və kütlə paylanmasıdan asılıdır. Ona görə də hadisələrin reallaşdırılmasında ehtimal olunan proseslərin əsas qanunauyğunluqlarının əvvəlcədən araşdırılmasına ehtiyac yaranır. Belə ki, nəticələr əsasında proses zonasında gözlənilən halların dəyişmələrinin və əsas göstəricilərin idarə olunması dəqiqləşdirilir. Sistem üzrə energetik vəziyyətin dəyişikliyi uyğun temperatur fərqi ilə müşahidə olunur ki, bu da kimyəvi tarazlıq halının və reagentlərin çevrilmə dərəcəsinin (X) dəyişməsi ilə nəticələnir. Hansı ki, nəticələr prosesin reallaşdırılması üçün tələb olunan texnoloji aparatların, aparatlararası əlaqələrin optimal texnoloji layihənin və sistemin idarəetmə işinin təşkilində istifadə olunur. Aparat seçimi konkret prosesin getməsi üçün istifadə olunan quruluş nəzərdə tutulur.

Fiziki modeləşdirmədən məlum olduğu kimi texnoloji proseslərin əsas göstəriciləri əsaslı şəkildə istifadə olunan aparatların quruluş və ölçülərindən asılıdır. Qeyd edək ki, kimyəvi texnoloji proses zamanı kimyəvi çevrilmələrin reallaşdırılması üçün istifadə olunan texnoloji aparat reaktor kimi qəbul olunur. Kimyəvi reaktorlarda prosesin göstəriciləri əsaslı şəkildə müxtəlif təsirlər faktorlarından və onların qarşılıqlı əlaqəsindən asılıdır. Ona görə də proses öyrənilərkən hadisə zonası üzrə çevrilmələri ehtimal olunan bütün qanunauyğunluqlar vahid sistem üzrə ümumiləşdirilir. Kimyəvi texnoloji sistemin ümumi yazılış funksiyasının təyinatı texnoloji prosesin modeli kimi qəbul olunur. Prosesin ümumi riyazi modeli tərtib olunarkən sistem üzrə başlanğıc haldan son vəziyyətə qədər bütün keçid hallarının qanunauyğunluqları nəzərə alınmaqla ehtimal olunan mərhələlər üçün tərtib olunan modellərin vahid sistemə gətirilməsi əməliyyatı aparılır. Ona görə də prosesin riyazi modeli ümumi proses zonasında yeri olan müxtəlif mərhələ modellərinin «sintezi» kimi qəbul olunur.

Nəzərə alsaq ki, KTS zonasında göstəricilərin dəyişikliyi əsasən kimyəvi çevrilmələrin təsir effektindən və istiqamətindən asılıdır. Onda əzəl mərhələ kimi kimyəvi reaksiyanın əsas qanunauyğunluqlarının araşdırılması, kimyəvi kinetikanın aşkarlanması qəbul olunur. Hansı ki, bu mərhələdə

reaksiyanın sürəti reaksiya qarışığının vəziyyəti ilə müəyyənləşir, lakin qarışığın reaksiya halı- na gətirilməsindən asılı deyil.

SonraKı geDİş-eLemenTar Həcm MƏRHƏLƏSİDİR. Onun təyinatı və tutumu prosesin növündən asılıdır. Məsələn, dayanıqlı katalizatorla təmin olunmuş reaktorlarda çevrilmə göstəriciləri axının vəziyyəti və katalizator də- nəciklərinin axınla görüşməsi ilə müəyyənləşdiyi halda bu şəraitin formalaşdırılmasından asılı olmayaraq dəyi- şir.

Analizdən məlum olur ki, kimyəvi reaktorların iş- lənməsi üçün əvvəlcədən prosesin analizinə, onun təşki- ledicilərinin seçiminə və əsas qanunauyğunluqların öy- rənilməsinə ehtiyac yaranır. Bu halda bütün mərhələlər üzrə fiziki və kimyəvi keçid halları nəzərə alınır. Sonra elementar həcmdə kimyəvi prosesin öyrənilməsi aparılır. Onun qanunauyğunluqları nəzəri optimal şəraitin təyi- natına və reaktor növünün seçiminə imkan verir. Hər bir mərhələ üzrə araşdırma uyğun riyazi model və eksperimental göstəricilərdən istifadə etməklə aparılır.

Kimya sənayesinin reaktorları proseslərin xarakte- rinə görə müxtəlif təyinatlı seçilir. Məsələn, reagentlərin

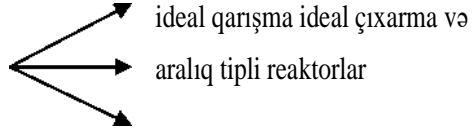
faza halı, reagentlə təminat və reaksiya məhsullarının çıxarılma xarakteri, reaksiya mühitinin hərəkət şəraiti, istilik şəraiti, quruluş və s. göstəricilərin təyinatı ilə fərqlənir.

Təklif olunan klassifikasiyadan məlum olur ki, real kimyəvi reaktorlar bir-birindən əsaslı şəkildə fərqlənir. Bu növ aparatların riyazi modeli tərtib olunarkən hər bir hala görə proseslərin xüsusiyyətləri və quruluş təyinatı nəzərə alınır. Bu zaman elementar proseslərin əsas təyinat modeli (məs., fasiləsiz şəraitdə işləyən reaktorlar üçün-maddə axımının hərəkət modeli və kimyəvi seçilmələr) energetik şərait dəyişməsinə, reagentlərin faza keçidini, quruluş və digər xüsusiyyətləri nəzərə alan tənliklərlə eyni sistemə gətirilir.

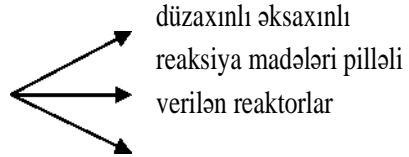
Kimyəvi reaktorların klassifikasiyasını ümumiləşdirilmiş formada aşağıdakı kimi təsvir etmək olar.



4. гидродинамик шяраитя



5. реакция маддяляринин шярякят схеминя эюря



6. Konstruksiyalarına GÖRƏ -----► sİlİnDrİK, 6ORULU, boru boru içərisində tipli, reaksiya sobaları, qarışdırıcılı, qaynar LayLı və s.

Bütün hallarda KləssİfİKasİya İştirakçı Komponent- Lərin və energetİK axının hərəkət sxemlərinə görə sistem- LəşdirİlİR.

Qeyd edək ki, axınların hərəkət sxemİ hər bİr faza üçün ayrılıqda İşlənİR.

Bəzi hallarda reaktorlarda İntensİv qarışdırma bütün həcm üzrə Konsentrasİya və temperaturu praKtİK olaraq tam bərabərləşdirİR. Bu aparatlarda uyğun faza üçün hərəkətlin xarakterİnİ İdeal qarışma şəraİtlİ Kİmİ qəbul etmək olar.

Qaz və ya maye axınları reaktorlarda dənəvər Lay təşkilədlİlərİndən fİltrlənərək bu Lay Keçİdlərİ boyunca bərabər paylanarsa, bütün Keçİd Layları boyunca axının eynİ hərəkət sürətlİ müşahİdə olunur. Belə hal İdeal çı- xarma şəraİtlİ Kİmİ qəbul olunur.

6.1. Reaktorlarda baş verən proseslərin ümumi riyazi modeli

Reaktorların seçİmİ öyrənİlən proseslərin xarakterİ İlə əlaqələndİrİlİR. Əməliyyat zamanı təsİR effeKtlərinİN vahİd

sistem çərçivəsində araşdırılması prosesin effektivliyini və idarəetmə işinin təşkilini nisbətən asanlaşdırır. Ona görə də reaktorların reaksiya zonasında baş verməsi ehtimal olunan proseslərin riyazi yazılış formasının tərtib olunaraq aşkar formaya gətirilməsinə ehtiyac yaranır.

Əməliyyat növbəti ardıcılıqlarla reallaşdırılır:

1. Axınlar quruluşunun kütlə, enerji ötürmələrinin real təsvirinə yaxın təsdiq olunmamış sxemin aşkarlanması;
2. Fazalar halının sabit xarakterini təmin edən parametrlərə (temperatur, konsentrasiya, istilik tutumu) uyğun həcmə ayrılması;
3. Ayrılmış həcmərdə proseslərin və bütün giriş axınlarının təyinatı;
4. Material və enerji balansı tənliklərinin tərtibi burada n , Q - elementar həcmdə J maddəsinin və istiliyin miqdarı; n^d , n^s - elementar həcmə daxil olan və çıxan axında J maddəsinin miqdarı; n^r - elementar həcmdə kimyəvi

$$\frac{dQ_i}{dz} = \sum Q_j^d - \sum Q_j^s \pm \sum Q^r \pm \sum Q^{im},$$

reaksiyaya sərf olunan və ya əmələ gələn J maddəsinin miqdarı;

Növündən asılı olmayaraq istənilən texnoloji aparat xüsusilə, reaktorlar seçilərkən proses zonası üzrə baş verən mübadilə proseslərinin nəticələri əsas kimi qəbul olunur. Məs., sonsuz kiçik dt zaman intervalında reaksiyanın iştirakçı J komponentinə görə material balansı tərtib oluna bilər. Daxil olma sürəti v_0 (t^{-1}), reaktor çıxışında axının sürəti v , daxil olan axında aktiv komponentin C

(KLm^3) Konsentrasiyası və çıxış axınında J komponentin

nentinin qalan CJ qalıǵı. Bundan əlavə J komponentinin Proses zonası üzrə KİMYƏVİ çevrilmə sürətini (D_{rj}) nəzərə almaq lazımdır.

Bu halda D_t müddətində qeaktotunun V Həcminə daxil olan aktiv komponentin miqdarı

$$J = C_j 0 - C_j' d$$

reaktor dan çıxan axının Daşdığı miqdar isə

$$n_j C_j^{D-d} \text{ İfadəsi}$$

ilə təyin olunur.

Bu müddətdə kimyəvi reaksiyaya sərf olunan miqdarı $n_{rj} = D_r - V - d$ İfadəsi ilə fəmlənəndirmək olar.

Əgər prosesin axar qarışdırıcılı reaktorun iştirakı ilə aparıldığını nəzərə alsaq, onda j komponentinə görə prosesin ümumi material balansını

$$C_j i_0 dt - C_j - D dx - v V dx = d(VC_j) \quad (1)$$

İfadəsi ilə təsvir etmək olar.

(1) - İfadəsinin Hər İki Tərəfini D_t -ya bölsək;

$$\frac{d(c_j V)}{dt} = C_{j0} d_0 - C_j - d - d_r V \quad (2)$$

(2) - İfadəsinin sol tərəfi j Komponentinin reaktor da əmələ gələn sürətini

göstərir. Əgər $V = \text{const}$ olarsa, onda əmələ gələn sürət $V dC_j$ şəklində

DƏYİŞƏR.

Əgər proses fasiləli iş şəraitində işləyən qarışdırıcılı reaktor da aparılırsa, bu halda proses müddətində sistemə xammalın verilmədiyini və sistemdən məhsulun çıxarılmağını, yəni $V_i = 0$ olduğunu nəzərə alsaq, onda (2) İfadəsi əsasında ümumi material balansını

$$-O_{rj} \quad \blacksquare V = \frac{d(C_j V)}{dx} \quad \text{в} \hat{\text{н}} \hat{\text{а}} \hat{\text{ }} \quad r_j \quad \frac{dC_j}{dx} \quad (3)$$

ifadəsi ilə təyin olunacaq.

(3) - İFADƏSİNDƏN gÖRÜNDÜYÜ Kimi FəSİLƏLİ iş şəraİTİNDƏ işləyən qarışdırıcı reaktorlarda material balansı reaksiya zonasında müşahidə olunan kimyəvi çevrilmələrin kinetik ifadəsi ilə, yəni kinetik model balansı əsasında təyin olunur.

(3)- ifadəsindən istifadə etməklə tələb olunan çevrilmə dərəcəsini reallaşdırmaq üçün lazım olan reaksiya müddətini əvvəlcədən nəzəri hesablamaqlar. Əgər (3) - ifadəsini C - C intervalında inteqrallasaq,

$$x = \int_{C_0}^{C_j} \frac{dC}{\hat{r}_e(C_j)} \quad (4)$$

ifadəsini alırıq.

CJ konsentrasiyasını çevrilmə dərəcəsi ilə əvəzləsək, $C = C(1 - x)$ olarsa, onda $dC = -C dx$ olduğunu (4)- ifadəsində nəzərə alsaq, nəticəsini əldə etmək olar.

$$\tau = C_{J_0} \int_0^{x_j} \frac{dx}{r_j(C_j)} \quad (5)$$

(5) - ifadəsindən görüldüyü kimi lazım olan xJ çevrilmə dərəcəsini reallaşdırmaq üçün tələb olunan reaksiya müddətini, əgər reaksiya zonasında baş verən kimyəvi çevrilmələrin kinetik yazılış forması məlumdursa, əvvəlcədən nəzəri qiymətləndirmək mümkündür. Hesablama aparıl- mazdan əvvəl J komponentinin çevrilmə dərəcəsinin (xi) zamana görə dəyişməsi aşkarlanır.

Ehtimal olunan mexanizm əsasında kinetik modelin, aşkar yazılış forması müəyyənləşdirilir. Alınmış nəticələr (5) ifadəsində nəzərə alınmaqla x çevrilmə dərəcəsi üçün opti- mal reaksiya müddəti hesablanır.

Əgər proses stasionar şəraitdə axar qarışdırıcı reaktorda aparılırsa,

onda material balansı

$$CJ_0^u - CJ^uV = 0 \quad (6)$$

ifadəsi ilə müəyyən olunur.

STasiönarLiQ şəraiTİnDə $u_0 = i$ oLDuğuDən

$$*CJ, - CJ) - \gg_j V = 0$$

yazılışı aLınır və buraDən $V/i = t$ oLDUğUNU nəzərə aLsaq,

$$- CJ - CJ T = \frac{J^0}{U_{rJ}} \quad (7)$$

nəticəsini əldə edərək.

$C_J = C_J^{(1-x_J)}$ olduğundan qeyd olunan vəziyyətdə (8)

İFaDəsİnİ başqa FormaDa $t = CJ \blacksquare X_j / u_{rJ}$ İFaDəsİ İLə təsvir etmək oLar. Göründüyü kimi sonuncu ifadəLər stasio- nar şəraİTDə İŞLəyən axar qarışDırıcıLı reaktorDa reagentİN orta qalma müDDətİNİ nəzərİ hesabLamağa İmkan verİr.

Əgər proses heterogen fazaDa baş verİrsə, beLə haLDa, kənar təsİrLər (məs. əLavə təzyİq) hesabına müxtəLİf fazaLı komponentLərİN hərəkİLİyİNİN İDarə oLunan Lazımİ İstİqamət üzrə DəyİşDİRİLMəsİ və onun nəticəsİ oLaraq heterogen fazaLar üzrə payLanan aktİv komponentLərİN görüşmə ehtİmalını artırmaq mümkündür. Bu vəziyyətin realLaşDırİLması İstİfadə oLunan aparatLarın, xüsusİLə reaktorLarın hənDəsİ quruluşu- nun DəyİşDİRİLMəsİNİ təLəb edİR. BeLə haLLarDa praktik oLaraq borulu reaktorLarın tətbiqi nisbətən əLverİşLİDİR.

QarışDırıcıLı reaktorLarDən fərqli oLaraq borulu reaktor sistemi, ancaq axar şəraİTDə fəalİyyət göstərİr. Bu növ reak- torLarDa aparİlan proses zamanı qarışDırma əməLİyyatınDən İstİfadə oLunmadığına görə reaktor oxu boyunca baş verən kİmyəvİ çevrİLMəLər zamanı İştirakçı komponentLərİN qeyrİ- bərabər payLanması müşahİDə oLunur. Ona görə baLans tən- LİkLərİNİN tərtİb oLunması üçün İstİfadə oLunan eLementar

həcm sonsuz kiçik olmalıdır. Əgər şərti olaraq qəbul eləsək ki, bu elementar həcm bir-birindən dz məsafəsində yerləşən iki paralel F sahələri arasında yerləşir, onda, ayrılan elementar həcm $dV = Fdz$ kimi təyin olunur. Bu halda dV həcmi üzrə aktiv qarşılıqlı təsirin təmin olunması sonsuz kiçik dt müddətinə baş verər.

Ümumi şəkildə iştirakçı aktiv J komponentinin konsentrasiya dəyişikliyi paralel olaraq koordinata və zamana görə müəyyən olunur. Yəni CJ konsentrasiyasının dəyişikliyi $KoordypaTa GÖRƏ (dCj / dz) \cdot dz$, zətapə GÖRƏ İsə

$(\partial Cj / \partial t) \cdot dt$ formasında baş verəcəkdir. Onda borulu reaktorun elementar dV həcmi üçün J komponentinə görə prosesin material balans tapılışı aşağıdakı kimi təsvir edilə bilər. Proses zamanında J komponentinin kütləvi çevrilmə sürəti v olduğunu pəzərə alsaq;

$$dCj \cdot dr - v(Cj + \frac{dCj}{dz} \cdot dz) dt - v_j dV dt = \frac{dr}{dt} \cdot dv \quad (9)$$

Əgər (9) tapılışı hər tərəfi $dV dt = F dz dt$ ifadəsində bölək,

$$\frac{v}{F} \frac{dCj}{dz} - v_j = \frac{dr}{dt} \quad (10)$$

yazılışı forması alınır.

$U = v / F$ nisbəti reaktor oxu istiqatında z koordinatı üzrə axıyır xətti sürəti göstərir və (10) ifadəsi aşağıdakı kimi təsvir oluna bilər.

$$-U \frac{dCj}{dz} - v_j = \frac{dr}{dt} \quad (11)$$

Hidrostatik pəziyyətdə tələtdür ki, (11) ifadəsində ilk üzvü reaksiya axımı istiqatında z koordinatı üzrə J komponentinin kəmərləşmə sürəti v_j göstərir. Əgər bu kəmərləşmə sürəti fərqlənir

nirsə, onda bu fərq elementar dv həcmi üzrə J komponenti- nin əmələgəlmə sürətini müəyyənləşdirməyə imkan verəcək.

Proses şərti olaraq stasionar şəraitdə reallaşdırılarsa, yəni proses zamanı reaktor boyunca həcmi sürət (v) sabit QaLarsa, $F_z IV = VIV = T$ OLDUĞUNU nəzərə aLsaq (11) ifadəsi əsasında reaktorda orta qalma müddətini nəzəri ola- raq hesabLaya biLərik.

Qeyd oLunan şərtLəri nəzərə aLsaq,

$$\frac{dC_J}{dT} V_{rJ} = 0$$

$$T = \int_{C_{J0}}^{C_J} dC_J V_r(C_J)$$

бурадан,

C_J - KonsenTrasiyasını çevriLmə Dərəcəsi İLə əvəzLəsəK, onDa

$$T = C_{J0} \int_0^{x_J} \frac{dx}{z \times \text{ИФадЯси ИЛЯ } V_r(x_J)}$$

ИФадЯси ИЛЯ

орта гаЛма миддЯти

müəyyənLəşdiriləcəK.

Qeyd edəK Kİ, parametrlərin, xüsusilə temperaturun paylanma xarakterli aparatdakı hidrodinamik vəziyyətə də əsaslı təsir göstərir. Ona görə də proses zonasında müşahidə oLunan haL dəyişmələrinin ümumi qanunauyğunluq forma- sına gətirilməsi tələb oLunur. Hər bir axının daşdığı enerjli müəyyənLəşdirilməli, enerjli axınına hər bir mərhələ üçün temperaturun və digər faktorların təsiri nəzərə aLinmaqLa qiymətləndirilir və ümumi balans halında nəzərə aLinır. Bu halda mümkün kimyəvi çevrilmələrin istilik effektləri (Qr) və reaktorun istilik şəraitini tənzimləməK üçün tələb oLunan istidəyişdiricilərin daşdığı enerjli (Qİ.d.) mütləq nəzərə aLinmalıdır. Proses zonasında əmələ gələn ümumi istiliyin mi- qdarı (Qə.g) sistem üzrə enerjinin saxlanması qanununa görə aşağıdakı kimi təyin oLunacaq:

$$Q_s - Q_J - Q_r \pm Q_{i.d.} = Q_{\text{ad.}} \quad (12)$$

burada Q_s , Q_J - UYĞUN OLARAQ DAXİL OLAN VƏ ÇIXAN AXININ DAŞIĞI İSTİLİYİ GÖSTƏRİR. ƏGƏRPROSES STASIONAR ŞƏRAİTDƏ APARILSIN, ONDA DAXİLİ TƏNZİMLƏMƏ HESABINA

$$Q_s \sim Q_J \pm Q_r \pm Q_{i.d.} = 0$$

HALI MÜŞAHİDƏ OLUNUR VƏ İSTİLİK BALANS TƏNZİMİNİN KONKRET TƏDƏ FORMASI REALLAŞDIRILAN PROSESİN İSTİLİK REJİMİNDƏN VƏ REAKTORDAKİ HİDRODİNAMİK ŞƏRAİTDƏN ASILIDIR.

İzotermiki stasionar şəraitdə aparılan proseslər üçün ümumi fiziki xassələrin sabit saxlandığı vəziyyətdə sistemə daxil olan və çıxan axının

$$|Q_{i.}| = |Q_{e.}|$$

Daşdığı istiliyin miqdarı bərabər- Liyi tənzimlənilir, və istidəyişdiricinin energetik təsiri eLə nizamlanır ki, bu kimyəvi

$$|Q_{r.}| = |Q_{i.d.}|$$

çevrilmələrin istilik effektini kompensasiya eDə bilsin.

ADİABATİK ŞƏRAİTDƏ APARILAN PROSESLƏRDƏ ƏTRAF MÜHİTLƏ İSTİLİK MÜBAİLƏSİ OLMUR VƏ KİMYƏVİ ÇEVRILMƏLƏRİN İSTİLİK EFFEKTI TAMAMILƏ REAKSIYA QARIŞIĞININ ENERGETİK TƏNZİMLƏYİCİSİ KİMİ TƏNZİMLƏNİR. BU HALDA,

$$|Q_{g.} - Q_{J.}| = |Q_{r.}|$$

AraLıq iş rejimi şəraitində işləyən reaktorlarda isə istilik effektinin bir hissəsi daxilə mübadilə bir hissəsi isə istidəyişdirici axın mübadiləsi ilə tənzimlənilir.

QARŞIDIRICILI REAKTORLARDA APARILAN PROSESLƏRİN BALANS TƏNZİMLƏRİ TƏRTİB OLUNARKƏN İLKİN ELEMƏNTAR HƏCM KİMİ REAKTORUN ÜMUMİ HƏCMİNİ QƏBUL ETMƏK OLAR. BU HALDA V HƏCMI ÜÇÜN ELEMƏNTAR DƏMİDDƏTİNDƏ MÜXTƏLİF AXINLARIN DAŞIĞI ENERJİYİN PAYLANMASINI ANALİTİK FORMADA BİLƏ İFADƏ ETMƏK OLAR:

$$Q_E = U_0 C p_0 J^{Ta}$$

0

$$Q = VC_p J^{TdT}$$

$$Q_r \sqrt{P} > Lt$$

$$Q_{i.d.} = K T^F i.d., \wedge T i.d. \cdot dx$$

burada, C_p -reaksiya qarışığının orta İSTİLİK TUTUMU, J və $J - 0$

UYĞUN olaraq Daxil olan və çıxan axın qarışığının sıxlığı, ANq -KİMYƏVİ çevrilmələrin enli; lpiy;ıcı, KT- İSTİLİK ötürmə əmsalı, Fİ.D.- İSTİDəyişdirici səthin sahəsi, ATİ.D.-İSTİLİK mübadiləsinin HərəkəTKverici qüvvəsi və ua İSTİDəyişdirici ilə reaktordakı qarışığın Temperatur fərqi.

Bu halda eLemenTar Dt müDDəTİndə reaktorda əmələ Gələn İSTİLİN miqdarı uğun zaman FərnDə reaksıua qarışığının enerjetİK Dəyişiklii ilə TəuİN OLUNUR:

$$Q_{\text{ə.ə}} = D (V \cdot J \cdot C_p \cdot T)$$

ALınan nəTicəLəri (12) İfadəsində nəzərə alsaq, onDa İSTİLİK balans TənlüİN ümumi uazılış forması aşağıdakı kimi olar: $b_0 C_{p0} J T d - v C_p J T dx - AH_r V v d \pm$

0

$$\pm K \wedge \cdot l^{\wedge} f h - d (V J C_p T)$$

ALınmış İfadənin hər Tərəfini Dt-ua bölSəK, sabit həcm şəraitİ üçün

$$\llcorner C_{p0} J T_0 \sim \llcorner C_p J T - M_i, V \gg_r \pm$$

0

$$d(J C_p T)$$

(13)

$$\pm K T F. \cdot, -d_{ab} = V \wedge L_{-}$$

ax ifadəsini alırıq.

Əgər proses stasionar şəraitdə reallaşdırılırsa, bu halda daxil olan və çıxan axının həcmi sürətləri bərabər olur, yəni $v_0 = v$ halı müşahidə olunur. Nəticəni (13) ifadəsində nəzərə alsaq istilik balansını analitik formada belə təsvir etmək olar:

$$\text{of } C_p (T - T) - AH, V \pm K F A T, = 0 \quad (14)$$

Əvvəlcədən qeyd etdiyimiz kimi ümumi riyazi modelin tərtib olunması üçün tədqiq olunan sistemin material və istilik balans tənliklərinin aşkarlanması və onların eyni sistemə gətirilməsi lazımdır.

Məs. sadə I Tərtib Döptəyər A^R mexanizmi üzrə baş verən prosesin ümumi material balansının

$$o(CA.o. - CA) - o_r V = 0 \quad (15)$$

ifadəsi ilə yazıldığını nəzərə alsaq, onda (14) və (15) ifadələrinin eyni sistemdə

HəLLİ əsasında $t = V / o$ tÜddəTypDə $X_A(T)$ çevrəLtə Dərəcəsinin təyinatını aşkar formaya gətirmək olar. Əgər proses axar rejimdə işləyər adiabatik qarışdırıcıli reaktorda aparılırsa, bu halda ümumi riyazi model

$$\begin{aligned} o(c - c_A) \cdot o, V = 0 \\ 'vf C_p (T_o - T) - AH, o_A V = 0 \end{aligned} \quad (16)$$

Əgər $C_A - C_A = C_{A.o} X_A$ olduğunu nəzərə alsaq, onda prosesin material balansını

$$o_r AV = o(CA_0 - CA) = oCA \cdot oXA$$

formasına gələr ki, bu pəticəni də istilik balansında nəzərə alsaq

$$oC_p f(T_0 - T) - tHr oCA \cdot oXA = 0$$

ifadəsini alarıq. Aparılan əməliyyatları (16) sistemində nəzərə alsaq, ümumi hal dəyişikliyi aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$X^* X_A - V_A V = 0$$

$$C_p J(T - T_0) - \Delta H_r C_{A,0} X_A = 0$$

Ümumi kinetik nəzəriyyədən məlumdur ki, araşdırdığımız mexanizm üzrə baş verən reaksiyanın sürəti

$$v_r = k_f C_A = k_f C_{A,0} (1 - X_A)$$

ifadəsi ilə müəyyən olunur. Arənius nəzəriyyəsinə əsasən $k = k^0 \exp(-E / RT)$ olduğunu nəzərə alsaq, onda reaksiyanın sürəti, $v_r = k^0 \exp(-E_f / RT) \cdot C_{A,0} (1 - X_A)$ İfadəsi əsasında təyin olunacaq

Alınan nəticələri balans tənliklərində nəzərə alsaq, tədqiq olunan prosesin ümumi yazılışı aşağıdakı formada olar:

$$v C_{A,0} X_A - k_f \exp(-E_f / RT) \cdot C_{A,0} (1 - X_A) \cdot V = 0$$

$$C_p J(T_0 - T) - \Delta H_r C_{A,0} X_A = 0$$

Bu halda istilik balans tənliyindən istifadə etməklə çevrilmə dərəcəsinin

$$X_A = \frac{C_p \int (T_0 - T)}{C_{A,0} \Delta H_r} \quad (18)$$

temperatura görə dəyişikliyi müəyyənləşdirmək olar:

(18) - İfadəsinə görə $X_A(T)$ asılılığının xarakterini əsasən prosesin istilik effektindən asılıdır. Belə qənaətə gəlmək olar ki, ekzotermiKi proseslərdə temperaturun artması çevrilmə dərəcəsinin azalması ilə, endotermiKi hallarda isə temperaturun artması çevrilmə dərəcəsinin artması ilə xarakterizə olunur.

$t = V / i$ olduğunu material balans tənliyinin sonuncu

ifadəsində nəzərə alsaq x (T) asılılığının analitik təyinatı

$$x_A = 1 - \frac{1}{1 + \frac{\Delta H_r C_{A,0} X_A}{C_p (T_0 - T)}} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta H_r C_{A,0} X_A}{C_p (T_0 - T)}} \quad (19)$$

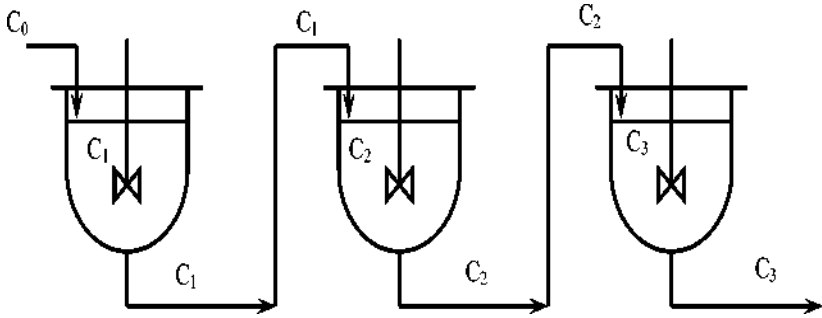
$$k T k_0 T$$

İFaDəsİnİn KÖMƏYİ İLƏ reallaşar. GÖrİnDÜYÜ Kimi $x_A(T)$ mo- noton artan funksiya kimi dəyişir.

6.2. İdeal qarışdırıcılı kaskad reaktorların tətbiqində modelləşdirmənin rolu

Texnoloji proses reallaşdırılarkən təsir faktorların müəyyənləşdirilmiş intervalda dəyişdirilməsi məqsədlə çıxımı və tələbat səviyyəsinə çatdırılmasına imkan ver- mədiyi halda ardıcıl olaraq əməliyyatın təkrar davam et- dirilməsinə ehtiyac yaranır.

Prose saxar şəraitdə işləyən bir neçə ideal qarışdırıcılı reaktorun ardıcılıqla vahid sistemdə birləşdirilməsi ilə aparılır. Hansı ki, bu sistem əldə edilən ideal qarışdırıcılı kaskad reaktorlar kimi qəbul olunur. Quruluşu sxematik olaraq belə təsvir etmək olar.



Sxəmdən görüldüyü kimi reaksiya qarışığı ardıcıl olaraq bütün iştirakçı mərhələlərdən keçir.

Sistemin hər bir reaktorunda konsentrasiyanın

$$\frac{dC_i}{dx} = \frac{1}{x} (C_{i-1} - C_i) \pm u, \quad (20)$$

ifadəsi ilə dəyişdiyini nəzərə alsaq, $dC/dx = 0$ halında

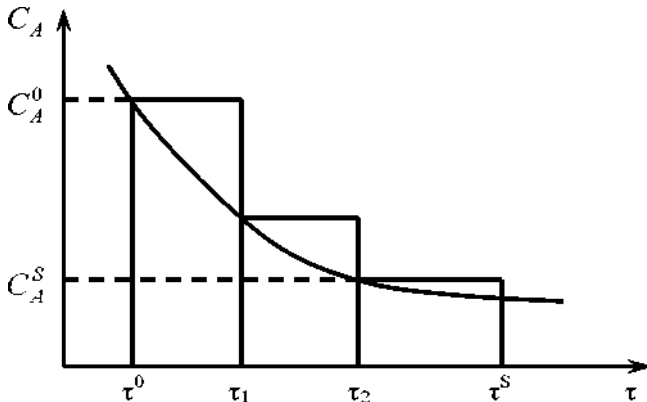
$$x = \frac{C_{i-1} - C_i}{V_{rj}} \quad (21)$$

reaktorda orta qalma müddəti, ifadəsi ilə təyin olunacaq.

burada, v_{rj} - j mərhələsinə KİMYƏVİ ÇEVRILMƏ SÜRƏTİDİR.

Kaskad sistemdə yekun reaksiya müddəti reaktorların ümumi həcmi ilə mütənasib dəyişir və reaksiya zənası üzrə İşTirəKçi aKTiv □ Komponentin son Konsentrasiyasına (C^S) uyğun gəlir.

Məlum olur ki, aKTiv Komponentin işTirəKçi C^0, C^1 və s. Konsentrasiyasının zamana (x) görə paylanması C^0 və C^S intervalında azalan



funksiya şəklində dəyişəcək. Nəticənin qrafik təsvirini verək;

Azalan əyrinin keçid sahələrini əhatə edən vaxt intervallarını uyğun olaraq kaskad reaktorların proses

müddətini müəyyənləşdirməyə imkan verir.

Misal olaraq, standart şəraitdə eyni tipli reaktorların Təbiiy İlə aparılan (belə ki, $t = \dots$) A — $k^k \wedge R$

mexanizmlə reaksiyanın kaskad sistemdə araşdırılmasına baxaq;

Prosesin ümumi riyazi yazılışı

$$\frac{A_{i-1} - C_{A_i}}{\tau_i} = k C_{A_i} \quad (22)$$

Ифадяси Иля тыйин олунур.

Бурадан,

$$A_i = \frac{A_{i-1}}{1 + k\tau_i} \quad (23)$$

(23) - İfadəsinin Həllində Təbiiq Olunan Kaskad Sistemlərinin ardıcılıqları üçün aşağıdakı nəticəni alırıq;

$$C_1 =$$

$$C_2 = \frac{Q_0}{1 + k\tau_1} - C_{0_1}$$

$$C_n = \frac{C_0}{(1 + k\tau_1)^n}$$

Бурадан йекун Контакт миддяти тыйин олунур.

$$\tau = \tau_0 \left(1 + k\tau_1 \right)^n \quad (24)$$

$$\tau = \tau_0 (1 + k\tau_1)^n$$

Bu halda sistemə daxil olan hər bir İdeal qarışdırıcı- L1 reaktordakı proses üçün

$$-1 + \frac{C_A}{C_{A0}} \quad (25)$$

vaxtı lazım olduğu müəyyənləşəcək.

6.3. Modelləşdirmənin tətbiqi əsasında kimyəvi reaktorların effektivliklərinin müqayisəsi

Kimyəvi reaktorların müqayisəli analizi müxtəlif metodlarla aparılır. Bu məqsədlə reaktorların əsas işçi parametrləri, iqtisadi və ekoloji səmərəliliyi əsas faza kimi qəbul olunur.

Bütün hallarda bu göstəricilərin təyinatı reaktorda qalma müddətindən funksional asılı formada izlənilir.

6.1. və 6.2. bölmələrində müxtəlif tipli kimyəvi reaktorlarda aparılan eyni proseslərin riyazi modellərinin analizindən məlum olur ki, təqribən eyni texnoloji şərait intervalında ideal qarışdırma və ideal çıxarma reaktorlarında reagentin reaktorda Qalma müddətləri (t) fərqlənir.

Nəticənin aşkarlanmasını misal olaraq, sabit həcmli izotermi şəraitdə işləyən ideal qarışdırıcı və ideal çıxarma reaktorlarda aparılan elementar A → S reaksiyası üzərində araşdıraraq. Bu məqsədlə uyğun reaktorlarda aktiv A komponenti üçün Qalma müddətlərini (t_q və t_ç) əşkar ifadələrindən istifadə olunar:

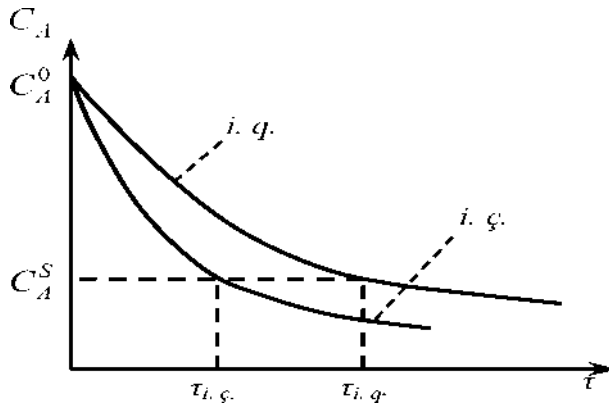
$$t_{i.q.} = \frac{x_A}{k} \quad (26)$$

$$t_{i.ç.} = \frac{1}{k} \ln(1 - x_A) \quad (27)$$

Buradan aydın olur ki, $\frac{\partial t_{i.q.}}{\partial x_A} > \frac{\partial t_{i.ç.}}{\partial x_A}$ çünki $f(x) = t_{i.q.} / t_{i.ç.}$ kimi müəyyənləşir.

$$\tau_{i,q} / \tau_{i,q}^0 = \frac{1}{(1 + X_A) \ln(1 - X_A)} \quad (28)$$

Nəticənin aşkar DURUMU Hər İKİ HaL üçün $S_A(t)$ asılılığının grafik təsvirində daha aydın formada ifadə olunur. Bütün hallarda $S = S^0 (1 - X$



)təyinatını nəzərə alsaq;

QrafİK təsvirdən görüldüyü Kİmi eyni çevrilmə halı üçün qarışdırıcı reaktorda tələb olunan vaxt daimi ola-raq uyğun borulu reaktorda qalma müddətindən çox olur. Bu zaman çevrilmə dərəcəsinin artması ilə reaktorlarda uyğun qalma müddətləri arasındaKı fərq də çoxalır.

Əgər nəzərə alsaq Kİ, reaktorda qalma müddəti apa- raT Həcmi İLə müTənasib ($t \sim i / i$) dny^'ir, onDa belə qə- naətə gəlməK olar Kİ, nəzərdə tutulan çevrilmə dərəcəsinin təmin olunması üçün İşLəDİLən İDeal qarışdırıcı reaktorun həcmi uyğun İDeal çıxarma reaktoruna nisbətən Daha böyük olmaLıdır. Bərabər həcm şəraitində İDeal çıxarma reaktorunda XA- çevrilmə DƏRƏCƏSİNİN fyməTy İDeal qa- rışdırma reaktorundaKına nisbətən yüKsəK olur.

Məsələn, $i = 2,5CA$ sürətilə baş verən Dönməyən $2A \rightarrow I+S$ mexanizmlə reaksiya zamanı başlanğıc Konsentrasiyasının $C^0 = 4 \text{ kmol.m}^{-3}$ olduğu halda $X_A=0,8$ - çevrilmə dərəcəsini təmin edən reaksiya müddətlərinin axar ideal qarışdırıcılı reaktor və ideal çıxarma reaktorları üçün nə qədər fərqləndiyini müəyyənəndirək;

Hər iki hal üçün uyğun reaktorlarda orta qalma müddətinin təyinat

$$\bar{\tau}_{i,q} = \frac{C_A X_A}{k C_A^2 (1 - X_A)^2} = \frac{C_A X_A}{k C_A^2 (1 - X_A)^2} \quad \text{ifadələrini nəzərə alsaq,}$$

$$\bar{\tau}_{i,q} = C_A^0 \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{k \cdot C_A^2 (1 - X_A)^2} = \frac{1}{k \cdot C_A^2} \cdot \frac{X_A}{1 - X_A} = \frac{1}{2,5 \cdot 4} = \frac{0,8}{1 - 0,8}$$

Urp $kCA(1 - X_A) \quad 2,5 \cdot 4(1 - 0,8)^2$

Nəticədən məlum olur ki, eyni göstəricinin təmin olunması üçün ideal çıxarma reaktorunda aparılan proses üçün axar ideal qarışdırma reaktorunda reallaşan proseslə müqayisədə daha az vaxt tələb olunur.

VII FƏSİL

KİMYƏVİ -TEKNOLOJİ PROSESLƏRİN OPTİMALLAŞDIRILMASI

Mümkünlüyü təsdiq olunmuş texnoloji proseslərin re-allaşdırılması proses üçün tələb olunan əlverişli şəraitin və uyğun texnoloji qurğuların seçiminə ehtiyac vardır. Əməliyyat nisbətən əlverişli texnoloji layihələrin və idarəetmə sistemlərinin işlənməsi ilə davam etdirilir. Ona görə də texnoloji sistem layihəsinə daxil olan hər bir element üçün keyfiyyət göstəricilərini müəyyənləşdirmək lazımdır. Keyfiyyət göstəricisinin ekstremumunun tapılması əməliyyatı elmdə optimallaşdırma kimi qəbul olunur. Məsələn:

$$\begin{aligned} & \max_y [U_i, Q^x_i(r)] \\ & \ll \max_{f_i} [u^r x_i(r)] \\ & \max_e [u_i, Q^X_i(r)] \end{aligned} \quad (1)$$

Burada: u_t - İLKİN rframeTrLər; t- rtoşesyn müDDəTİ; $x_q(r)$ - hal trayektoriyası; f, f və f - uyğun olaraq prosesin məhsul çıxımı və keyfiyyət göstəricisini, texnoloji sistemin iqtisadi səmərəliliyini və ekoloji təsir effektini ifadə edən funksiyalardır.

Ardıcıl olaraq (1) sistemi üzrə iştirakçı funksiyaların ekstremal qiymətlərinin tapılması əməliyyatı aparılır. Məsələn həllində müəyyənləşdirilir ki, təsir faktorlarının ($x, x, x \dots$) hansı qiymətlərində ektemuma yaxınlaşmaq olar. Əməliyyat zamanı sistemin iştirakçı funksiyalarının təsir faktorlarına görə paylanması aşkarlanır. Bu halda təsir faktorları funksional ifadələrin arqumentləri ($x, x, x \dots$) kimi iştirak etdiyinə görə ifadələr x - arqumentlərinə görə diferensiallanır. Nəticələr sıfır bərabər edilir və alınan sistem x - faktorlarına jərə həll edilir. Bu halda x - arqumentinin təyinatı zamanı göstəricinin uyğun ölçülü təsir faktorU (z_t) İLƏ $x_t = (z - q)kq_t$, əLaqə İFaDəsi İSTİFaDə OLUNUR.

$$\frac{df_y}{dx_i} = 0$$

$$\frac{df_i}{dx_j} = 0$$

dx_i

$$\frac{df}{dx_j} = 0$$

EksTremumun Tapılması əməliyyatının nəticəsi optimal gösTərİcİnİ (f_j^{opt}) Təmin edən arqument qiyməTLərİnİ (x_1^{opt} , x_2^{opt}), yəni optimal Texnoloji şəraİTİ TəyİN eTməyə İmkan verİr.

Hesablanmış optimal şəraİTİN Təsdiqi eksperimental yoxlamaLarLa dəqiqləşdirİlİR.

KİMYƏVİ - Texnoloji prosesLəryn (KTP) İşlənməsİndə məqsədli məhsula görə reaktorun vahid həcmİNə düşən maksimal məhsuldarlığı Təmin edən İqtisadi və ekoloji cəhətdən səmərəli Texnoloji şəraİT kimyəvi - Texnoloji prosesİN optimal şəraİTİ kimi qəbul olunur.

Texnoloji prosesLərin optimallaşdırılması sahəsində dünya şöhrətli alim, elmdə qeyri-səlis məntiq nəzəriyyəsinİN banisi akademik Lütfi Zadənin Təbiiq olunan fikirləri xüsusilə maraqlıdır. Bu İdeya «Aristotel məntiqindən» üzü bəri bütün keçid hallarını əlaqələndirir.

«Aristotel məntiqi» ilə mühakimə yürüdən beyİN dünyanı yalnız ağ və ya qara rəngdə qavrayır, «Zadə məntiqi» isə dünyanı bütün çalarları ilə qavramağa imkan verir. Çünki, «Aristotel məntiqi» ikili (binar) məntiqdir, «Zadə məntiqi» çoxmənalı (kəsilməz qiymətli) məntiqdir. Aristotela görə, bir müddəə ya doğru, ya da yalan ola bilər. Lütfi Zadəyə görə, hər bir müddəanın doğruluq dərəcəsi doğru və ya yalan arasında (və ya sıfırla bir arasında) kəsilməz qiymətlər alır.

7.1. KTP-in Optimalaşdırma mərhələləri

Müəyyən olunmuş optimal texnoloji şərait əsas kimi qəbul olunmaqla öyrənilən texnoloji sistemin iştirakçı ele- mentləri və elementlərarası əlaqələr qiymətləndirilir.

Ardıcıl olaraq texnoloji sistemin optimal təyinatı gəti- rilmə elementlərini vahid texnoloji sistem üzrə öyrənilməsi əməliyyatı aparılır. Vahid texnoloji sistem çərçivəsində öyrənilən sistemin əsas idarəediciləri göstəricilərinin aşkarlan- masına və texnoloji sistemin optimal layihəsinin işlənməsinə ehtiyac yaranır.

KİMYƏVİ - TexnoLoji sisTemLərin Layihələşdirilməsi ərəfəsində optimallaşma əməliyyatının aparılmasını növbəti əsas mərhələlər üzrə reallaşdırmaq olar:

1. İlkin informasiya mənbələrinin Toplanması və opTimal- Laşma məsələsinin həllində mümkün olan variantların analizi;
2. Kimyəvi-Texnoloji sistemin ümumi riyazi modelinin Tərtibi, hansı ki, əməliyyat zamanı opTimallaşma meyarının idarə edilən və dəyişən parametrlərə riyazi əlaqəsini təmin edən yazılış forması aşkarlanır və bütün əlavə məhdudiyətlərin riyazi təsviri verilir;
3. Seçilmiş opTimallaşma meyarı əsasında KTS-in işlənmə- sində əsas məqsədin Təyinatı aparılır;
4. İdarə edilən parametrlərin opTimal seçimi və onların op- Timallaşma meyarına təsirinin analizi;
5. KTS-in araşdırılmasında opTimal sTraTegiyanın Təyini əməliyyat vahid sistemə gətirilmiş yazılış tənləklərinin müxtəlif həll metodlarının işlənməsi və hesablanmaların iterasiya yığımının təmin olunması ilə reallaşdırılır;
6. Texnoloji proseslərin vahid sistemə gətirilmiş yazılış funksiyalarının ekstremumunun tapılması. Bu halda texnoloji sistemin riyazi modelinin mürəkkəblik dərəcə- si və idarə olunan parametrlərin sayından asılı olaraq mərhələnin xarakteri müəyyən olunur.

Nəticələr KTS-in optimal layihələşdirilməsi və optimal idarəetmə işinin təşkilində əsas baza kimi istifadə olunur. Optimal layihələndirmə mərhələsində təcrübi göstəricilərin və riyazi modelin köməyi ilə idarə edilməyən, dəyişən və ya dəyişməyən parametrlərin təyinatı aparılır.

KTS-in əksəriyyəti mürəkkəb quruluş layihəsinə malik olduğunu nəzərə

alsaq, optimallaşdırma əməliyyatının gedişində layihə üzrə hər bir iştirakçı elementin ayrılıqda optimallaşdırılmasına və nəticələrin texnoloji sistem məkanında qarşılıqlı əlaqəsinin təmin olunmasına ehtiyac yaranır.

Hansı ki, bu əməliyyat KTS-in optimallaşdırılmasının çoxsəviyyəli aparılması metodu kimi qəbul olunur. Bu halda geniş istehsal səviyyəsinə malik olan KTS-lərin optimallaşdırılma məsələsi ardıcıl olaraq kiçik elementlərə bölünür və həll edilir.

Əməliyyatın gedişində əvvəlcə KTS-in ayrı-ayrı blokları, aparatları və aparatlararası əlaqələr modelləşdirilir və optimallaşdırılır. Sonrakı mərhələ ümumi modelləşmə və optimallaşdırma işini reallaşdırır. Hansı ki, bu halda əvvəlki səviyyələr arasında əlaqə təmin olunur.

Çoxsəviyyəli optimallaşdırma əməliyyatının gedişində bir neçə asılı olmayan və asılı dəyişənlər arasında əlaqələrin analizinə ehtiyac yaranır.

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

İfadənin açılış forması müəyyənləşdirilərkən elementlər mərhələlər nəzərə alınmaqla yekun təyinat müxtəlif dərəcəli çoxhədlilərin cəmi şəklində təyin olunur.

$$u^+ = Y_j^+ E_j \sum_{j=1}^k Y_j^+ \dots, \quad j=1 \quad i=j+1 \quad k \quad j=1 \quad (3)$$

burada, y -çıxım dəyişəni (məqsədli funksiya və ya optimallaşdırma parametri); x - giriş dəyişənlərini və ya faktorları ($j = 1, \dots, k$) K - Təsir FaktörLarının sayını GÖSTƏRİR.

Əməliyyatın aparılmasında (3)-ifadəsinin v-əmsalLarını aşkarlamağa ehtiyac yaranır. Bu halda (3)-ifadəsinin quruluşuna uyğun seçilmiş həll metodunun tətbiqi və ilk eksperimental nəticələr əsasında v-əmsalLarının axtarılan b qiymətləri tapılaraq (3)-ifadəsində nəzərə alınır.

$$u^+ = b_0^+ E_0 \sum_{j=1}^k E_j \sum_{j=1}^{k-1} E_j^+ \dots, \quad j=1 \quad i=j+1 \quad k \quad j=1 \quad (4)$$

Çoxsəviyyəli optimallaşdırma əməliyyatında əsas idarəedicilər

funksiya kimi qəbul olunan (4)-ifadəsinin b_0, b_j, b_{ji}, b_{jj} - göstəriciləri paylanma əmsalları, yazılış funksiyasının özü isə çoxsəviyyəli paylanma tənzimliyini kimi qəbul olunur.

7.2. Kimyəvi-texnoloji proseslərin optimallaşdırılmasında kimyəvi kinetikanın rolu

Tətbiq olunan prosesin mexanizmindən və sintez şəraitiindən asılı olaraq optimal şəraitin müəyyənləşdirilməsi müxtəlif metodlar əsasında reallaşdırılır. Ümumi kinetik nəzəriyyənin araşdırılması göstərir ki, reaksiya zonası üzrə maksimum intensivliyin təmin olunması ilk növbədə prosesin növündən asılı olmayaraq onun sürəti əsasında tənzimlənir. Ona görə optimal texnoloji şəraitin müəyyənləşdirilməsi üçün ilk növbədə texnoloji parametrlərin xüsusiyyətləri, energetik axının prosesin sürət dəyişməsinə idarə edən əsas aparıcı funksiyaya təsirini araşdırmaq maraqlıdır. Əməliyyatı

uyğun kinetik modelin tətbiqi əsasında reallaşdırmaq olar. Məs. dönməyən ekzo- və endotermik reaksiyaların sürətinə temperaturun təsirini sadə mexanizm üzrə baş verən 1 tərtibli $A \xrightarrow{R \pm Q}$ reaksiyası üzrə araşdırmaq:

Məlumdur ki, qeyd olunan prosesin sürəti ümumi şəkildə

$$= K \exp(-E/RT) f(XA) \quad (1)$$

İfadəsi ilə təyin olunacaq. $P=1$ olduqunu nəzərə alsaq, onda

$$= K_0 \exp(-E/RT) \{C_0, -(1-X)\} \quad (2)$$

Ümumi kinetik nəzəriyyədən məlum olduğu kimi prosesin sürəti eyni zamanda bir neçə təsir faktorunun, məs., temperaturun, çevrilmə dərəcəsinin və s. funksiyası şəkildə dəyişir. Vant-Hof nəzəriyyəsiindən məlum olduğu kimi temperaturun dəyişməsi sürət monoton dəyişir və bu halda paralel olaraq digər təsir faktorlarının texnoloji mühitə və nəticə olaraq sürət funksiyasına təsiri müşahidə olunur.

Nəticələr ikonografik modelin tərtibində nəzərə alınaraq,

parametrlərin reaksiya zonası üzrə aktiv komponentlərin qatılığının zamana görə paylanması, yəni praktik olaraq sürətə təsiri ilkin tədqiqatın nəticəsi kimi qəbul olunur. Alınmış nəticələr kinetik modelin əsas göstəricilərinin, əsasən iştirakçısı sürət sabitlərinin dəqiqləşdirilməsində istifadə olunur. Bu halda kinetik modelin funksional yazılış formasından asılı olaraq kimyəvi kibernetikanın və seçilmiş əlverişli riyazi analiz metodunun tələbinə uyğun olaraq modelin proqramlaşdırılması əməliyyatı aparılır.

İkonoqrafik modelin analizi, ilkin eksperimental nəticələr və seçilmiş əlverişli proqram bazasında sürət sabitlərinin dəqiq qiymətləri və $K(T, P, \dots)$ asılılığı aşkarlanır. (1) və (2) ifadələrindən görüldüyü kimi dönməyən mexanizm üzrə baş verən kimyəvi proseslərdə sürətin artırılması məqsədilə temperatur artımına prinsipial sərhəd, yəni ümumi parametrlərin limitləşdirilməsinə ehtiyac qalmır. Göründüyü kimi reagentin çevrilmə dərəcəsinin artması ilə reaksiyanın sürəti azalır. Bu azalmanın komposasiyası üçün temperaturun qeyd olunan azalma sürətinə münasib intervalda artırılması məqsəduyğundur. Məlumdur ki, endotermik mexanizm üzrə baş verən proseslərdə istiliyin daimi udulması müşahidə olunur. Ona görə bu vəziyyətdə əvvəlcədən müəyyənləşdirilmiş şəraitə uyğun olaraq tələb olunan aktiv qarşılıqlı təsir ehtimalını tənzimləmək üçün energetik mühitin kənar axını hesabına komposasiyası tələb olunur.

Aparılan analizlərin nəticəsinə əsasən belə qənaətə gəlmək olar ki, endotermik mexanizm üzrə baş verən proseslərin gedişi zamanı temperaturun azalması və paralel olaraq çevrilmə dərəcəsinin artması ilə prosesin sürət azalması müşahidə olunur və bu növ proseslərin adiabatik şəraitdə aparılması əlverişli deyil. Ona görə də endotermiki reaksiyaların reallaşdırılması üçün proses zonasına, yəni reaktora prosesin gedişi zamanı daimi istilik axını verilməlidir ki, bu da əlavə istidəyişdirici mühitin istifadə olunmasını tələb edir.

Ona görə də bu növ proseslər izotermiki və ya aralıq istilik şəraitində işləyən reaktorların istifadəsi ilə reallaşdırılır. Qeyd etmək lazımdır ki, belə hallarda temperaturun maksimum təsir sərhəddini müəyyənləşdirərkən işçi aparatların konstruksiyasında nəzərə alınır və bundan əlavə texnoloji şəraitin optimallaşdırılması zamanı iqtisadi və ekoloji təsir göstəricilərinin əlaqəliliyi

qiymətləndirilir.

Əgər proses ekzotermiki mexanizm üzrə baş verərsə, çevrilmə dərəcəsinin artması ilə paralel olaraq prosesdən əlavə istilik axınının ayrılması müşahidə olunur ki, bu da nəticədə reaksiya qarışığının temperaturunun artması hesabına abiobatik şəraitdə aktiv qarşılıqlı təsir ehtimalının artması ilə nəticələnir. Bu növ proseslərin axar abiobatik

reaktorlarda reallaşdırılması ilə kimyəvi reaksiyanın maksimal sürətini və abiotatik iş şəraitində əlavə energetik axın təsirindən istifadə etməməklə, reaktorun maksimum məhsuldarlığını təmin etmək olar.

Araşdırılan nəticələrin analizindən məlum olur ki, kimyəvi-texnoloji prosesin növündən asılı olmayaraq tətbiq olunan proseslərin uyğun kinetik və riyazi modellərinin işləmə funksiyaları əsasında optimal texnoloji şəraitin nəzəri qiymətləndirilməsi əməliyyatını aparmaq olar. Məs., proses sadə dönmə mexanizmi üzrə baş verərsə,

$\frac{dX_A}{dt} = R_A - k_1 X_A$ bu halda reaksiya zonasında A komponentinə görə

prosesin sürəti,

$$R_A = k_1 X_A - k_2 \frac{C_A^2}{C_A} = K^0 \exp(-E_1/RT) - K^1 \exp(-E_2/RT) \quad (3)$$

ifadəsi ilə təyin olunur. Əgər C_A və C_B konsentrasiyalarının çevrilmə dərəcəsi X_A və X_B ilə əvəz etsək, alırıq:

$$r_A = K_1 C_A (1 - X_A) - k_2 C_A^2 = K_1 C_A (1 - X_A) - K_2 C_A^2 \quad (4)$$

Qeyd olunan prosesin tarazlıq şəraitində düz və əks reaksiyaların sürət bərabərliyinin baş verdiyini nəzərə alsaq, bunun nəticəsi kimi, $k_1 C_A (1 - X_A) = K_2 C_A^2$ ifadəsindən məlum olur ki, burada, X_A - Tarazlıq çevrilmə dərəcəsinə göstərir. Nəticəni (4) ifadəsində nəzərə alsaq,

$$X_A = \frac{K_1}{k_1 + k_2} \quad (5)$$

$$C_A = k_1 \frac{1 - X_A}{k_2 X_A} \quad (6)$$

ifadəsini alırıq.

Nəticələr göstərir ki, sürətin təsir faktorlarına görə dəyişmə xarakteri endo- və ekzotermik reaksiyalar üçün müxtəlif qanunauyğunluqlar üzrə baş verəcək. Bu təsir faktorlarının dəyişmə müddəti intervalında iştirakçı komponentlərin ümumi təsir nəticəsində müxtəlif energetik vəziyyətləri müşahidə olunur. Ona görə ki, ümumi reaksiya zonasında koordinatlar üzrə iştirakçı

komponentlərin görüşmə ehtimallarının komponent strukturundan və xarici təsir faktorlarının təbiətindən asılı olaraq müxtəlif xarakterli olması müşahidə olunur.

Bu fərqin qiymətləndirilməsi üçün reaksiya zonasında ehtimal olunan qanunauyğunluqlar araşdırılmalı və nəticələr prosesin ümumi idarəedici funksiyalarının aşkarlanmasında mütləq nəzərə alınmalıdır. Optimal texnoloji şəraitin təyini zamanı qeyd olunan funksional dəyişikliyin tam aşkarlanması tələb olunur.

Dönən kimyəvi proseslərdə sürət funksiyası eyni zamanda bir neçə dəyişənin (x) mürəkkəb funksiyası kimi Dəyişəcək, yəni $H_{L1} \text{ İLə } v = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ Təsvir olunacaq. Sadə halda proses zonasında əsas dəyişənlər kimi çevrilmə dərəcəsi və temperaturu göstərsək, onda bu hal üçün sürət funksiyası ümumi şəkildə $v = v(X, T)$ ifadəsi ilə dəyişəcək.

Bu halda X - çevrilmə dərəcəsinin tələb olunan qiymətinin əldə olunması üçün bu çevrilmə dərəcəsinə uyğun maksimal sürəti təmin edən optimal temperatur şəraitinin ($T = T^*$) müəyyənləşdirilməsi üçün sürət funksiyasının temperatura görə paylanma ehtimalı aşkarlanmalıdır. Əməliyyat funksiyasının quruluşunun uyğun seçilmiş müxtəlif riyazi analiz metodlarının, məsələn funksiya ekstremumunun təyini metodu və s. tətbiqi əsasında reallaşdırılır.

Məsələnin həllini araşdırdığımız A, R Dönən prosesin sürətinin temperatura görə paylanması əsasında

müəyyənləşdirmək olar. Odur ki, sürətin ümumi (3) ifadəsinin temperaturaya görə differensiallanması əməliyyatını aparmaq lazımdır. Tarazlıq halında C və C qatılıqlarının sabitliyini qəbul etsək;

$$SAL = \frac{E_2 - E_1}{RT_{OP}} = \ln \frac{k_2 \cdot C_R \cdot E_2}{k_1 \cdot C_A \cdot E_1} \quad (7)$$

Buradan, . . . şəraitində;

$$\frac{E_2 - E_1}{RT_{OP}} = \ln \frac{k_2 \cdot C_R \cdot E_2}{k_1 \cdot C_A \cdot E_1} \quad (8)$$

(8) ifadəsindən

$$T_{OP} = \frac{E_2 - E_1}{R \cdot \ln \frac{k_2 \cdot C_R \cdot E_2}{k_1 \cdot C_A \cdot E_1}} \quad (9)$$

Əgər çevrilmə dərəcəsi məlum olarsa;

$$T = \frac{E_2 - E_1}{R \cdot \ln \frac{k_2 \cdot E_2 \cdot X_A}{k_1 \cdot E_1 \cdot (1 - X_A)}} \quad (10)$$

Alınan nəticə istənilən çevrilmə dərəcəsinə uyğun optimal temperaturu əvvəlcədən təyin etməyə və nəzəri müəyyənləşdirməyə imkan verir. Bu halda nəzərə almaq lazımdır ki, X_A və $X_A = 1$ hallarında (X_A) funksiyası maksimum faydalıdır.

Araşdırma zamanı iştirakçı komponentlərin reaksiya zonasında temperaturaya görə paylanma ehtimalı tələb olunan

energetik axın təsirinə uyğun olaraq mümkün çevrilmələrin aktivliyinə enerjinin qiyməti əsas götürülməklə tənzimlənir. Münasib asılılığa uyğun funksiyanın analitik ifadəsi Van T - Hof və Arenius nəzəriyyəsi bazasında təyin olunur.

$$r_A = K_0 \cdot e^{-E/RT} \quad (11)$$

Ümumi şəkildə,

Əgər kütlələrin Təsir qanununu nəzərə alsaq,

$$K = K_0 \cdot \dots \quad (12)$$

Qeyd olunan Tənliklərin Təbiiqi əsasında sürətin hər bir Təsir dəyişməsinə, yəni sistem üzrə ehtimal faktorlarına görə paylanmasının tam aşkarlanması tələb olunur. Hansı ki, nəticədən istifadə edərək hər bir faktorun zaman üzrə dəyişməsinə uyğun olaraq sürətin maksimumu müəyyənləşdirilir və bu halda əsas reaksiya üzrə məhsulun çıxımı ilə paralel olaraq iqtisadi və ekoloji Təsir funksiyaları da dəqiqləşdirilir. Ona görə də optimal texnoloji şəraitin müəyyənləşdirilməsi zamanı qeyd olunan əməliyyatlar vahid sistem çərçivəsində paralel olaraq reallaşdırılır.

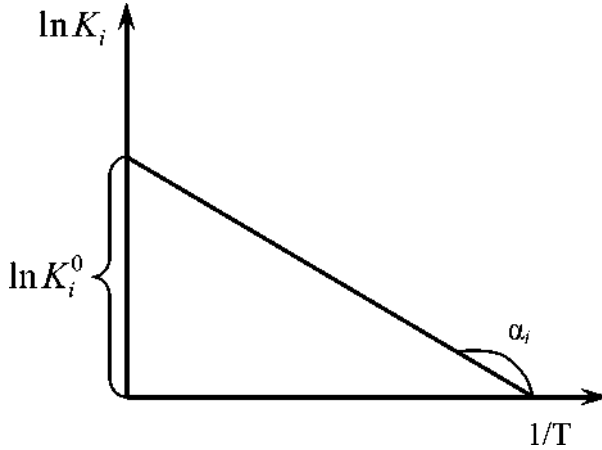
Temperatura görə şəraitin nisbi dəyişkənliyini bu funksiyanın Temperatura görə törəməsinin laqaritmik paylanması əsasında qiymətləndirmək olar:

$$\frac{du}{dT} \sim \frac{d \ln u}{dT} \sim \frac{E}{RT^2} \quad (13)$$

(13) ifadəsindən görüldüyü kimi reaksiya sürətinin Temperatura görə artımı aktivləşmə enerjisinin qiymətindən asılıdır.

E və K_0 gösəryicilərinin ədədi fəxrətləri sürət sabitinin Temperaturdan asılılığı $K(T)$ əsasında aşağıdakı kimi təyin olunur.

$$\ln k = \ln \Gamma - \frac{E_i}{RT} \quad (14)$$



k , T və R təcrübə və sorğu ədəbiyyatlarından məlumdur. $\ln k$ ilə $1/T$ arasındakı qrafiki asılılıqdan görüldüyü kimi α_i - məİLLİK bucağı və (14)-İFaDəsi əsasında E_i aKTivLəşmə enerjisini hesablaya bilərik.

$$E_i = -R \cdot \alpha_i$$

BeLəLiKLə, sürət sabitinin ($\ln K$) temperatura ($1/T$) görə dəyişməsi xətti qanunauyğunluq üzrə baş verir. Uyğun xətti asılılıq əsasında ən Kiçik Kvadratlar metodu və maksimum xətti yaxınlaşmalar üsulunun tətbiqi ilə $\ln k^0$ və E_i göstəricilərinin ədədi qiymətlərini nəzəri olaraq müəyyən- Ləşdirmək olar:

$$\ln k_i^0 = \frac{\sum_i \frac{1}{T_i^2} \cdot \sum_i \ln k_i - \sum_i \frac{1}{T_i} \cdot \sum_i \frac{1}{T} \ln k_i}{n \sum_i \frac{1}{T_i^2} - \left(\sum_i \frac{1}{T_i} \right)^2} \quad (15)$$

$$E = -R \frac{n \sum_i \frac{1}{T_i^2} \ln k_i - \left(\sum_i \frac{1}{T_i} \right)^2 \ln k}{n \sum_i \frac{1}{T_i^2} - \left(\sum_i \frac{1}{T_i} \right)^2} \quad (16)$$

burada, k - T temperaturuna uyğun sürət sabitini, n -isə ümumi əməliyyata daxil olan reaksiyaların miqdarı gös- tərçisidir.

Əgər sadə halda, iki temperatur intervalında, məs., sintez prosesinin aşağı və yuxarı temperatur sərhədlərində uyğun k və k sürət sabitinin qiymətləri məlum olarsa, onda aktivləşmə enerjisini

$$E = \frac{R \ln(k_2 / k_1)}{1/T_1 - 1/T_2} \quad (17)$$

ifadəsinin tətbiqi əsasında dəqiqləşdirə bilərik.

Məsələn; Aşağıdakı ilkin parametrlərlə xarakterizə yası üçün optimal temperatur, (T_{op}) şəraitinin və reaktorda optimal qalma, müddətinin təyinatı tələb

$$A_{opt} > R_{reak} \frac{k_1}{k_2}$$

olunur.

- proses ideal çıxarma reaktorunda aparılır;

- reaktör Həcmninin (v) Həcmi sürəti (i) nisbəti -
 $q = V / i = 1s$. Təşkil edir;
 - reaksiyanın istilik effekti ... $H_r = -7,0 \cdot 10^4 \text{ kcal/mol}$;
 - normal şəraitdə Tarazlıq sabiti..... $K_{298}=20,0$
 - $A > R$ çevrilməsinin sürət sabiti.....
- $k_1 = 5 \cdot 10^8 \exp(-50000 / RT) s^{-1}$

Kinetic araşdırmaların analizindən məlum olduğu kimi ideal çıxarma reaktöründə baş verən proseslər üçün reaktördə qalma müddəti ilə aKTİV Komponentin çevrilmə dərəcəsi (X_A) arasında KİSİLİQ:

$$\dot{Q} = C_H \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{2(X_A)^2} = C_A \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{k_1 C_A^0 (1 - X_A / X_{A'}^t)}$$

$$\frac{1}{k_1} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{1 - X_A / X_{A'}^t} = \frac{1}{k_1} \ln \left(\frac{1 - X_A / X_{A'}^t}{1} \right)$$

Yazılışı ilə TəyİN olunur.

Buradan,

$$X_A = X_{A'} [1 - \exp(-k_1 T / X_{A'})]$$

SONUNCU İFADƏDƏ sürət sabitinin $k_1 = k_1(T)$ və Tarazlıq çevrilmə dərəcəsinin $X_{A'}^t = X_{A'}^t(T)$ açığaLamaLarını nəzərə alsaq çevrilmə dərəcəsinin (X_A) Temperaturdan asılılığını müəyyənLəşdirə bİLƏRİK. Çevrilmə dərəcəsinin Temperatura görə paylanması dXA/dT formasında dəyişdiyini nəzərə alaraq dXA/dT=0 halını təmin edən optimal temperatur və bu şəraitə uyğun çevrilmə dərəcəsi qiymətləndirilir.

Çevrilmə dərəcəsinin təyinat ifadəsi müxtəlif temperaturlarda X_A -çevrilmə dərəcəsinin qiymətini və münasib reaksiya müddətini aşkarlamağa imkan verir. Öyrənilən məsləhətlərin nəticələri aşağıdakı cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl.

Çevrilmə dərəcəsinin müxtəlif temperaturlarda hesablanmış nəticələri

Temperatur, k	Tarazlıq sabiti, kt	Tarazlıq çevrilmə dərəcəsi tr_{X_A}	Əsas reaksiyanın sürət sabiti, K_r, S	X_A
273	263	0,996	0,145	0,135
283	89,0	0,989	0,316	0,270
293	32,3	0,970	0,650	0,474
303	12,6	0,926	0,478	0,693
313	5,19	0,838	2,404	0,791
323	2,26	0,693	4,350	0,692
333	1,04	0,509	7,596	0,509
343	0,50	0,332	12,80	0,332

Hesablama gedişində tarazlıq çevrilmə dərəcəsi

$(X_A^{t,r}), X_A^{t,r} = k/(1+k)$ ifadəsi ilə müəyyənləşir. Burada lara/lıq sabiti K VanT - Hof İnnliyi $\ln k/dT = -AH_r / RT^2$ əsasında

$$\epsilon_n \frac{kT}{298} \quad \frac{AHR}{R t T} \left(\frac{1}{298} \right) \quad \text{ифадяси иля тѣйин олуnur.}$$

Nəticələrə əsasən belə qənaətə gəlmək olar ki, ÖYRƏNİLƏN proses Ü4ÜN $t = Lv$. reaKsiya müddətinə A Komponentin maKsimal çevrilmə Dərəcəsi $X'A'' \sim 0,80$ temperaturun $T_{opt} = 316K$ qiymətində təmin olunur.

7.3. Kimyəvi-texnoloji proseslərin optimallaşdırılmasında modelləşdirmə əməliyyatının rolu

Kimyəvi texnoloji sistem çərçivəsində istənilən proses eyni zaman intervalda paralel olaraq bir neçə faktorun vektorial təsir sahəsində baş verir. Bu halda eyni zamanda təsir göstərən xarici və daxili faktorların təsiri araşdırılarkən hər bir təsir faktorunun reaksiya zonasının konstruksiyasından asılı olaraq koordinatlar üzrə paylanması da nəzərə alınmağa ehtiyac yaranır. Əgər proses zonasında aqreqat halın dəyişikliyi müşahidə olunursa, onda ayrı-ayrı faza üzrə faza keçidi halında və fazalar üzrə paylanma zamanı təsir göstərən hər bir faktorun uyğun koordinatlar üzrə paylanma qanunauyğunluğu aşkarlanmalı və alınan nəticələr prosesin ümumi idarəedic funksiyalarının tərtib olunmasında nəzərə alınmalıdır. Qeyd etmək lazımdır ki, ümumi idarəedic funksiyalar kimi vahid sistem çərçivəsində əsas məhsulun çıxımı və onun tələb olunan vacib xassələri qəbul olunur. Hansı ki, bu göstəricilər tədqiq olunan prosesin kinetik qanunauyğunluqları, material balans və energetik paylanma qanunauyğunluqları bazasında müəyyən olunur. Ona görə də qeyd olunan qanunauyğunluqların analitik ifadə forması aşkarlanarkən təsiri əvvəlcədən müəyyən olmuş təsir faktorlarının zona üzrə geometrik paylanması, faktor təsiri hesabına baş verən dinamik və hidrodinamik dəyişiklikləri nəzərə alınaraq hər bir vektorial təsir ümumi idarəedic funksiyada öz ifadəsini tapmalıdır. Təsir faktorlarının limit təsiri, yəni aşağı və yuxarı təsir

çərçivəsi əvvəlcədən nəzəri analiz bazasında məs: termodinamik analiz, quruluş analizi və texnoloji təsir zonası üzrə baş verən hidrodinamik təsirlərin qiymətləndirilməsi bazasın- da müəyyən olunmalıdır. Faktorların vahid sistem çərçi- vəsində paralel paylanması arşdırarkən eyni zamanda bir neçə təsirin qarşılıqlı əlaqəsi və nəticənin optimal kon- struksiyanın seçilməsində nəzərə alınması tələb olunur. Bu halda prosesin optimallaşdırılması üçün təsir faktorlarının vahid sistem çərçivəsində paralel təsirini ümumi ifadə formasında qiymətləndirmək üçün əsas göstərici funksiya- nın eyni sistem çərçivəsində həlli tələb olunur.

Təsir faktorlarının aparıcı funksiyalara təsirinin qiy- mətləndirilməsini ifadə edən analitik yazılış funksiyasını aşkarlamaq üçün ilkin termodinamik analizin nəticələri əsas götürülməklə hər bir təsir faktoru üzrə ikonografik model tərtib olunur, yəni əsas göstəricinin faktorlara görə dəyi- şikliyi qrafik və ya cədvəl formasında ilkin eksperimental nəticələr arasında tərtib olunur. Bu halda əməliyyat aparı- larkən ilkin eksperimentlərə qədər prosesin termodinamik analizi bazasında hər bir parametrlə üzrə (məs: T, P.) limit sərhədi nəzəri təyin olunur və ilk eksperimental yoxlamalar həmin intervalda reallaşdırılır.

Bu HaLDa $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$ Təsir FaKTorlarının rtraLeL Təsiri, həm də eyni zamanda faktorlardan hər birinin

$$x_1, x_2, x_1 x_2 \dots x_k$$

$$x_2, x_3, x_2, x_3, \dots, x_2 x_k$$

digər faktorlara təsiri və faktorlardan hər hansı birinin eyni zamanDa bir neçə Təsir saHəsi. $x_1 x_2^2 x_3, x_1 x_2 x_3 \dots x_k$ nəzərə alınır.

Müşahidə olunması ehtimal olunan paralel və ardıcıl tə-

sirlər eləcə də ilkin eksperimental yoxlamalar yazılış funksiyasının analitik formasının müəyyənləşdirilməsində əsas baza kimi qəbul olunur. Qeyd olunan təsirlərin vektorial təsir istiqamətinin qiymətləndirilməsində lazımdır. Belə təsirlərin aşkar formasını sistemdə temperaturun dəyişməsi hesabına müşahidə olunması energetik axın dəyişikliyi və nəticə olaraq digər təsir faktorlarının məs: P, katalitik sistemlərdə katalitik mərkəzlərin aktivliyinin və s. qiymətləndirilməsində müşahidə etmək olar.

Belə qənaətə gəlmək olar ki, texnoloji sistemin (TS) ümumi hal dəyişikliyi sistemə daxil olan - x ($i = 1, \dots, k$) və sistemdən çıxan - y təsir faktorlarının qarşılıqlı əlaqəsi əsasında müəyyən olunur. Əlaqəni sxematik olaraq belə təsvir



etmək olar:



həlli texnoloji sistemin çıxış (y_i) və daxili (x_i) təsir faktorları arasındakı funksional asılılığın aşkarlanmasına ehtiyac vardır.

$$y_i = f(x_1, x_2, \dots, x_k) \quad (1)$$

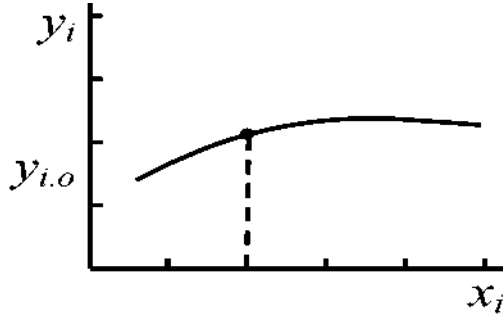
Əməliyyat növbəti mərhələlər üzrə reallaşdırılır:

1. Eksperimental gediş halında daxili parametrlərin (x) dəyişmə intervalından asılı olaraq çıxış parametrlərinin (y) uyğun qiymətləri ölçülür. Nəticəni belə təsvir etmək olar:

x	x_i	X_2		X_n
y	y	U_2		y_n

Təcrübi nəticələrin qrafik təsvirini də vermək

olar;



2. Empirik asılılıq formasının seçimi mərhələsində təcrübi göstəricilərin əlaqəsini ifadə edən asılılıq formasının seçimi aparılır.

Kimyada və kimya texnologiyası məsələlərinin həllin- də istifadə olunan müxtəlif formullar övbəti cədvəldə veril- mişdir;

Parametr seçimi üçün əsas asılılıqlar

Nö	İFaDə	Xk	yk	XəTTİ asılılıq Forması
1.	$y = a \cdot x^b$	x_n	U_p	$u = A + bz; u = \lg y;$ $A = \lg a; z = \lg x$
2.	$y = a \cdot b^x$	$(x_i + x_n)^{1/2}$	$y/y_i \cdot U_p$	$u = A + Bx; u = \lg y; A = \lg a; B = \lg b$
3.	$v = \frac{1}{x} + b$	$(x_i + x_n)^{1/2}$	$y_t \cdot U_p$ $y_t + U_p$	$u = a + bx; u = i / y;$
4.	$y = a + b \cdot \lg x$	x_n	$(y_t + U_p)^{1/2}$	$y = a + bz; z = \lg x;$

5.	$b y = a + \frac{1}{x}$	$\sum_{i=1}^n x_i \cdot x_i$	$(y_i + UP)^2$	$y = a + bz; z = 1/x;$
6.	$a \cdot x y = b + x$	$\sum_{i=1}^n x_i \cdot x_i$	$\sum_{i=1}^n y_i \cdot UP$	$u = A + Bz; u = 1/y; z = 1/x;$ $A = 1/a; B = b/a$

Asılılıq növünün seçilməndə mərkəz təyinatı metodu tətbiq olunur. Cədvəl üzrə verilən hər bir formul üzrə x və y koordinatlarının mərkəz nöqtəsi müəyyənləşdirilir. Eksperimental əyrinin mərkəz nöqtəsinə daha yaxın uyğunluq nümayiş etdirən ifadə əməliyyat formulu kimi qəbul olunur.

3. Seçilmiş asılılıqlarının parametr təyinatı mərhələsində müəyyənləşdirilmiş formul üzrə hesablama qiymətlərinin təcrübi nəticələrə daha çox yaxınlaşmasını təmin edən a və b əmsallarının təyinatı aparılır. Yaxınlaşma kriteriyası kimi təcrübi və hesablama qiymətləri arasındakı fərqi kvadratları cəminin minimumu qəbul olunur.

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - y^h)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - b/x_i)^2 \quad \min \quad (2)$$

5 - kriteriyasının minimum şəraitində a və b əmsallarının $S = 0$ şəraitində parametrlərə arası əlaqə xətti formaya keçir.

$$fa \cdot n + b \cdot [x] = [y] \quad (3)$$

Бурда,

$$L_x = \sum_{i=1}^n x_i; M = \sum_{i=1}^n x_i y_i;$$

$$[a \cdot [x] + b \cdot [x^2]] = [y \cdot x]$$

$$\left[\begin{matrix} x^2 \\ \end{matrix} \right] = \sum_{i=1}^n x_i \cdot x_i; \left[\begin{matrix} y \cdot x \\ \end{matrix} \right] = \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i;$$

n - Təcrübələrin sayıdır.

Sistemin həlli parametrlərin axtarılan qiymətlərinin təyinatına imkan verir.

4. Modelin araşdırılması və nəticə. Bu halda sistemin giriş parametrlərinin eksperimental qiymətləri bazasında seçilmiş formul üzrə hesablama

əməliyyatları aparılır. Hesablama qiymətləri eksperimental göstəricilərlə müqayisə olunaraq, adekvatlıq nəticəsi çıxarılır.

Analiz olunan araşdırmalardan məlum olur ki, hər hansı $y_i = f(x_1, x_2, x_k)$ idarəedici funksiyası istənilən halda prosesin təbiətindən asılı olmayaraq eyni zamanda bir neçə paralel təsirə məruz qalır və hər bir təsir tədqiq olunan sistemin ümumi geometrik strukturuna uyğun olaraq müxtəlif koordinatlar üzrə paylanma sürətinə görə fərqlənir. Onda belə qənaətə gəlmək olar ki, dəqiq qiymətləndirmələr üçün təsir faktorlarının bir başa təsiri ilə paralel olaraq onların qarşılıqlı təsiri hesabına sistemdə müşahidə olunan əlavə vektorial təsirlər, sistemə daxili koordinatlar üzrə paylanmalar ümumi riyazi yazılışda nəzərə alınmalıdır. Nəticə prosesin ümumi idarəetmə sisteminin və onların reallaşdırılması üçün ilkin optimal texnoloji layihələrin tərtibində nəzərə alınır. Ona görə də istənilən kimyəvi texnoloji prosesin tədqiqi zamanı onun əvvəlcədən yazılış əməliyyat modelinin və ikonografik modelinin nəticələri əsas götürülməlidir.

Qeyd olunan təsirlərin eksperimental qiymətləndirilməsi bəzi hallarda müəyyən çətinliklərlə müşahidə olunur. Belə ki, təsir faktorları hesabına baş verən dəyişmələrin istənilən halda dəqiq qiymətləndirilməsi müəyyən çətinliklərlə müşahidə olunur. Bu halda köməkçi analiz metodlarından istifadə etməklə təsir faktorları hesabına əsas göstəricilərin məsələn kimyəvi strukturun və bunun nəticəsi olaraq müəyyən xassələrin (məs: sintetik yağların özlülüyü, doymamışlığı, şua sındırma əmsalı və s.) dəyişməsini hər bir faktorun ayrılıqda təsiri və paralel təsir çərçivəsində araşdırılması lazımdır.

Əlavə köməkçi analiz metodları seçilərkən proses zamanı texnoloji mühit və çıxış zonasında ehtimal olunan ilkin quruluşlar əsas götürülür. Belə qiymətləndirici metodlar kimi xromatografik və spektrometrik analiz metodlarının nəticələrindən geniş istifadə olunur. Əksər hallarda dəqiq qiymətləndirmələr üçün analiz üsullarının kompleks tətbiqi tələb olunur. Yəni axında reaktora daxil olan və çıxan axında əgər şərait imkan versə, reaksiya zonasında dəyişikliyin qiymətləndirilməsi üçün hər hansı J komponentinin zamana görə dəyişməsi praktik olaraq onun struktur dəyişikliyi ilə nəticələnər. Belə halda x_i təsiri hesabına dəyişiklik S strukturu (J), yəni J komponentinin x_i dəyişməsi hesabına müşahidə olunan STRUKTUR dəyişməsi müxtəlif fiziki-kimyəvi analiz metodlarının tətbiqi əsasında alınan nəticələrin bazasında reaksiya müddəti çərçivəsində,

mÜDDƏTİ İN TƏRVALINDA

TəuİN oLunaraq Hər bir müDDəTə uuğun QURULUŞ dəuİşİkLİuİ müşahİDə oLUNUR.

Bu haLda TəyİnəTİN nisbi DəfQ arTıLması üçün re- aksİya zonasında TƏSİRİ müşahİDə oLunan Hər bir FakTORun DƏUİŞMƏ İN TƏRVALI Lx . növbəti keçİD üçün TəDRİcən eun DƏUİŞMƏ fyməNnə UUGUN oLaraq DəuİşDirİLİR. Bəzi HaL- LarDa FakTORLan rtraLeL İqəpşp fuməTLənDirİLməsi üçün anaLİTİK meToDLar Tam qənaəTbəxş oLmaDıqDa kİneTİK gə- sTəricİLərin nəTİcəLərİnDə İSTİFaDə oLunur. Bu haLda gə- sTəricİ Funksİua kİmİ aşkar Təsİr paraməTrLəri oLan çəv- rİLmə Dərəcəsi və prosesİN seLektİvLİuİNİ Də gösTərmək oLar. İSTəDİuİMİZ aparıcı Funksİuanın əsasən çİxım və FİZİKİ xassəLərin Dəuİşməsi mİqDarı oLaraq FunksİonaL rİua- zİ anaLİZİN uuğun meToDLarının TəTbİqİ əsasında eksperi- menTəL nəTİcəLərin qİuməTLənDirİLməsi İLə reaLLaşDirİLİR. Hənsİ kİ, bu meToDLarın kəməui İLə İLkİN eksperiMenTəL nəTİcə- Lərin müəuəN oLunmuş Təsİr zonasında TəLəb oLunan uoxLama TəcrübəLərinİN opTİmaL qİuməTLənDirİLməsi və FakTORLarın opTİ- maL Təsİr Dairəsi müəuəNLəşDirİLİR. ƏvvəLcəDən qeud eTDİuİMİZ kİmİ FakTORLarın LİMİT Təsİrİ müəuəNLəşDİkDən sonra hər bir faktorun tədqİq oLunan vahİd sistemdə mİnİmal və maksİmal təsİr qİyməti dəqİqləşDirİlİR və paralel olaraq parametrik sİ- stemdə tarazlıq keçİdİNə uyğun hər hənsİ Yİ.o qİyməti təyİN oLunur. DəyİşməLərin funksİyalaşdırılması üçün hər bir parametR kodlaşdırılaraq o sistemİN uyğun x_i dəyİşməsi arqument kİmİ qəbul oLunur. Bu halda İstənilən vəziyyət üçün x_i dəyİ- şənin qİyməti müəyyəndirİlərkən İLkİN parametRİN mərkəzİ İO FuməTİ və zona üzrə pənimelri Dəuİşəpİpİ nəzərə aLtaqla

$$x = \frac{U_i - U_{i0}}{x \cdot \bar{U}}$$

İFaDəSİ İLə müəuəp oLUPUR. BuraDap,
$$U = U_{i0} + x_i$$

7.3.1. Çoxdəyİşənli texnoloji sistemlərin reqressiya tənliyi

Qeud eTDLuimiz çoxFaKtorLu sisTemLərdə rtoşəİp fupKsiopəL uazıLıŞı ümumi ŞəKİLDə

$$u = A)^{+} \wedge P_i^{x_i} + \sum_{i=1}^k P_i^{x_i} + \sum_{i=1}^{k-1} P_i^{x_i} + \dots, \quad (4)$$

burada, y - çıxış DəüŞəpİ (məqsəDLi FunKsiya və ya opTİmaL- 1aşma parameTrLərİ); x_i - GİRİŞ DƏÜŞƏNLƏRİ və ya FaKtorLar ($i = \underline{1}, \dots, k$); K - FaKtorLarın saıdır.

(4) İFaDəşİpDə əmsəLLarın DəfQ TəüPaTı mümKüp DeüİL, opa GÖRƏ Də P əmsəLLarın axTarıLap funəTLərİ əvəzİpə uuĞup b əmsəLLarı DƏFQLƏŞDİRİLİR.

$$u = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{z=1}^m b_z x_i^z + \dots, \quad 5$$

$i=1$ $i=1$ $z=1$ əmsəlları adlanır. Reqressiya termini birinci dəfə 1908-ci ildə Pearson tərəfindən işlədilib. Sistem üzrə baş verən dəyi-şmə halları arasındakı əlaqənin funksional yazılışını ifadə edir. Məsələn, (1) ifadəsində olduğu kimi.

Əməliyyatın aparılmasında ilkin mərhələ həlli nəzərdə tutulan məsələnin mürəkkəbliyindən asılı olaraq reqressiya tənliyinin dərəcə seçimi ilə başlayır. Mənbə üzrə tədqiqatın əzəl gedişi xətti reqressiya tənliyinin tətbiqi ilə aparılır:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_k x_k \quad (6)$$

Sonrakı mərhələdə faktorların əlavə təsir effektləri nə- zərə alınmaqla dəyişənlərin yüksələn dərəcə ilə dəyişməsinə ifadə edən tənliklərin yazılışı aydınlaşdırılır.

$$y = b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_k x_k + b_{11} x_1^2 + \dots + b_{kk} x_k^2 + b_{12} x_1 x_2 + \dots + b_{k-1k} x_{k-1} x_k \quad (7)$$

Regressiya əmsəllarının təyinatı üçün müəyyənləşdiril- miş tənliklər

sisteminin quruluşundan asılı olaraq müxtəlif riyazi metodların, məs., ən kiçik kvadratlar metodunun və s. tətbiqindən istifadə olunur. Müasir proqramlar bazasında kompüter texnologiyalarının tətbiqi məsələnin həllini xeyli asanlaşdırır.

7.3.2. Təcrübələrin planlaşdırılması əsasında kimyəvi-texnoloji proseslərin optimallaşdırılması

Müxtəlif texnoloji proseslərin optimallaşdırılmasında təcrübələrin aktiv planlaşdırılması geniş tətbiq olunan metodlardan biri kimi qəbul olunur. Əməliyyatın gedişində əvvəlcədən tərtib olunmuş plan bazasında aparılan təcrübə nəticələrindən istifadə etməklə öyrənilən mənbə üzrə nəzərdə tutulan nəticələrin minimum itki hesabına əldə olunması və prosesin optimallaşdırılması təmin olunur. Bu halda model daxil olan və çıxan axın dəyişənlərinin qiymətləri əsasında tərtib olunur. Əməliyyat zamanı modelləşdirmənin əzəl 4 mərhələsinə (təcrübələrin aparılması, model seçimi, model parametrlərinin təyinatı, adekvatlığın yoxlanılması) optimallaşdırma işi də əlavə olunur. Modelləşdirmənin əzəli mərhələsi daimi qarşılıqlı əlaqədə izlənilir. Belə ki, təcrübənin aparılma planı modelin seçimindən asılı olaraq müəyyənləşir. Adətən çoxfaktorlu mənbələrin riyazi modeli çoxhədlilərin müxtəlif dərəcəli paylanmalarının yığımı ilə İFADƏ OLUNUR. Məsələn, (5) - İFADƏSİNDƏ OLDUĞU KİMİ,

$$u = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{t=i+1}^k b_{it} x_i x_t + \dots$$

Qeyd etdiyimiz kimi mənbə üzrə araşdırmanın əzəl gediş xətti reqressiya tənliliklərinin tətbiqi ilə başlayır;

$$u = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 \dots + b_k x_k \quad (8)$$

Sonuncu ifadənin aşkarlanması üçün reqressiya əmsallarının daha sadə təyinatı təcrübələrin növbəti şərtləri ilə reallaşdırılır;

$$C N \quad \text{---}$$

$$\sum_{t=1}^k x_t^* e = 0^1 = I, k$$

$$J y x^2 = N, i = 1, k \quad (9)$$

$$e=1$$

$$Z_{it}^x = \sum_{j=1}^N \beta_j x_{it}^j$$

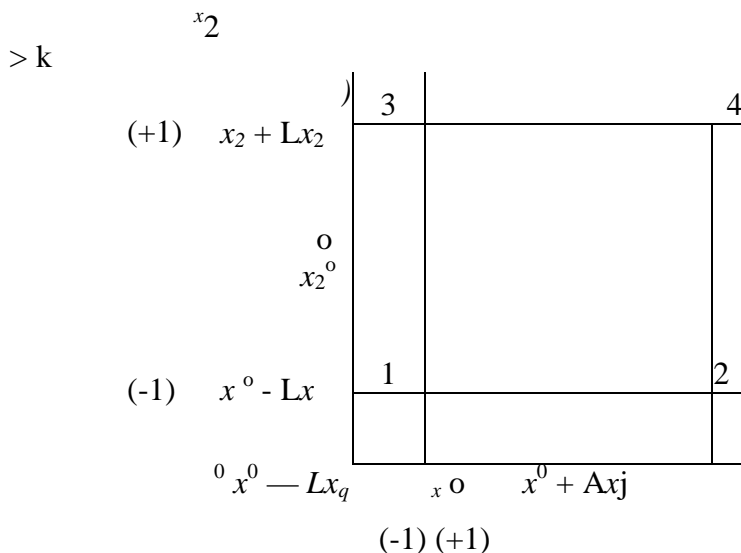
Burada, N-təcrübi nöqtələrin miqdarıdır. Təyin olunmuş intervalda təsir faktorlarının dəyişdirilməsi (9) ifadəsinin bütün tələbatlarını ödəyir və tam təcrübə faktoru (TTF) kimi qəbul olunur. Xətti planlaşdırma üçün faktorların hər birinin iki səviyyə üzrə dəyişdirilməsi qənaətbəxş hesab oluna bilər. Əməliyyatın aparılmasında şərti olaraq yuxarı səviyyə(+1), aşağı səviyyə isə (-1) qəbul olunur. Hansı ki,

Hər bir Faktorun başlanğıc fəməTy - x^0 və onun Dəşmə inTervalı - Lx . seçİlməKLə real x_t DƏYİŞƏNLƏRİ əsasında TənzimLə-
nir.

$$x_t = \frac{x^0}{Lx}; \quad (10)$$

Nəticə əsasında TTF-nun cədvəli tərtib olunur. Hansı Ki, eLmDə pLanLaşdırma maTrisası Kimi qəbuL oLunur.

Məsələn, İKİ faKTorLu sisTemLərdə x_1 - x_2 KoorDinaTı üzrə hər bir faKTorun qarşılıQLı perpenDiKuLyar payLanması Dörd görüşmə nöqTəsi ilə nəTicələnir. Bu halDa $K = 2$ halı TTF-nun geomeTriK Təsvirini aşağıDaKı Kimi gösTərə bilərik.



MəLum oLur Ki, cəmi — $N = 4$ aKTiv Təcrübəyə ehTiyac yaranır. SxemDən görünDüyü Kimi Dəyişənlərin əLavə işTiraKında KoorDinaT sisTemİ üzrə ehTiyat Kəsişmə nöqTə- Ləri nəzərə aLınmaLıDır. Bu halDa TəcrübəLərin ümumi sayı, $N = 2^k$ (11) ifadəsi ilə təyin olunacaq. Qeyd olunan araşdırmalar TTF-nun planlaşdırma matrisasını tərtib etməyə imkan verir:

Təcrübələr №	x_1	X_2	y_i
1	-1	-1	y_1
2	+1	-1	U2
3	-1	+1	U3
4	+1	+1	U4

Planlaşdırma matrisası aparılan təcrübələrin nəticəsinə görə məqsədli funksiyaların - y_i ($i = 1, N$) qiymətlərini müəyyənləşdirməyə imkan verir. Əməliyyatın sonrakı mərhələsi (8)- ifadəsinin b_i - əmsallarının aşkarlanması ilə aparılır;

$$b_i = \frac{\sum_{i=1}^N x_{it}}{iN}, \quad i = 1, k. \quad (12)$$

Regressiya əmsallarının təyinatı hər bir faktorun məqsədli y_i funksiyasına təsirini aşkar qiymətləndirməyə imkan verir.

Təyin olunmuş əmsalların modelə uyğunluğu (2) və (3)- ifadələrindən məlum olduğu kimi Styudentin t- kriteriyası əsasında yoxlanılır. Bu halda eksperimental səhvlərin - S_y^2 təyinatı paralel təcrübələr seriyasının istənilən nöqtəsində, mis., x_i^0 - planlaşdırma mərkəzində aparılır.

$$\sum_{i=0}^{N-1} (y_i - \bar{y})^2 \quad (13)$$

$$s_y^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (y_i - \bar{y})^2 \quad (14)$$

Burada N - paralel təcrübələrin sayı; y - paralel təcrübələrin ortaq məntəqəsi ($y = \sum y_i / NO$) s_y - asılı olmayan əlaqələrin sayı ilə müəyyən olunan sərbəstlik dərəcəsini göstərir. Sonra Hər bir Faktör Üçün t - Kriteriyası Təyin Olunur;

Regressiya Tənliyinin adekvatlığı Fişerin F - Kriteriyasının tətbiqi ilə yoxlanılır. Yoxlamamanın mahiyyəti ondan ibarətdir ki, adekvatlıq dispersiyaları - S_a^2 ilə S_y^2 dispersiyalarının müqayisəli analizi aparılır. Əgər nəticələrdə uyğunluq müşahidə olunursa, (8) - ifadəsinin təcrübi nəticələrə adekvat yazılması qəbul olunur.

Adekvatlıq müşaahidə oluqtayan halda Dx_i — Dəşmə intervalının azaldılmasına, regressiya arqument $\sum_{i=1}^N (y_i - y_i^h)^2$ Tənliyində Dərəcəsinin artırılmasına ehtiyac b yaranır. Qeyd edək ki, adekvatlıq Kriteriyası - S_a^2 ,

$$s_a^2 = \frac{1}{ad} \sum_{i=1}^N (y_i - y_i^h)^2$$

ifadəsi ilə təyin olunur.

Burada y_{ξ}^h - (8)- Tənliyi ilə hesablanmış qiyməti, $S_{a^2 d} = N - d$ sərbəstlik Dərəcəsi; D - əmsalların sayıdır.

Sonra F - KriTeriyasının qiymətlərini hesablayırıq;

$$F = \frac{S_{\text{ad}}^2}{S_y^2} \quad (16)$$

Nəticə cədvəl fəməTy İLə müqayisə OLUNUR. Əgər, $F < F_{\text{cad}}$ halı müşahidə olunarsa, (8) tənliyinin adekvatlığı qəbul olunur.

Qeyd etdiyimiz kimi texnoloji sistemin dəqiqləşdirilmiş modeli onun optimallaşdırılmasına imkan verir. Əməliyyat təsir faktorlarının məqsədli funksiyanı ekstremuma yaxınlaşdıran qiymətlərinin təyinatı ilə aparılır.

Məlumdur ki, funksiya ekstremumuna doğru ən əlverişli hərəkət qradient istiqaməti hesab olunur. Ardıcıl olaraq ancaq maksimum təyinatı baxılır.

Nəzərə almaq lazımdır ki, minimum təyinatı prosesin əks istiqamətə çevrilməsini göstərir.

Funksiyanın maksimal artmasını göstərən funksiya qradienti vektorial göstəricisidir.

$$\underline{qrad} = \sum_{i=1}^k \frac{\partial y}{\partial x_i} dx_i, \quad i = \bar{1}$$

Burada dy / dx_i - qradient vektorunun kordinat oxları üzrə paylanması; \underline{f}_i — kordinat oxları istiqamətində vektorial uyğunlaşma.

Nəticəni xətti regressiya tənliyində nəzərə alsaq məlum olur ki, paylanmalar regressiya əmsalları ilə müəyyənləşir.

Məlum olur ki, hərəkət qradienti tənzimləmək üçün faktorların qiymətlərini regressiya əmsallarına mütləq dəyişdirmək lazımdır.

$$\frac{\partial y}{\partial x_i} = b_i, \quad i = 1, k.$$

Qradient üzrə hərəkət keçidi faktor-

ların uyğun keçid intervalını aşmamalıdır.

Nəticənin praktik həllini kimyəvi reaktorun optimal-laşdırılması misalında araşdıraraq. Qəbul edək ki, kimyəvi reaktorun məhsuldarlığı 3 faktordan asılıdır: prosesin temperaturu - X_1 , axının həcmi sürəti - x_2 və katalizatorun konsentrasiyası - x_3 .

Faktorların başlanğıc qiyməti;

$$x_1^0 = 150; \quad x_2^0 = 20; \quad x_3^0 = 0,3.$$

dəyişmə intervaları;

$$Lx_1 = 20; \quad Dx_2 = 4; \quad Lx_3 = 0,05.$$

Bu halda Tam Təcrübə faktorunun (TTF) Təyinatına, regressiya əmsallarının hesablanmasına, onların əlverişliliyi -nin yoxlanmasına, regressiya Tənliyinin adekvatlığının Təyinatına və hərəkət qradientinin açıqlanmasına ehtiyac yaranır.

Hər bir faktorun aşağı və yuxarı qiymət həddini müəyyənəldirək;

$$x (+1) = 150 + 20 = 170; \quad x (-1) = 150 - 20 = 130;$$

$$x (+1) = 20 + 4 = 24; \quad x (-1) = 20 - 4 = 16;$$

$$x (+1) = 0,3 + 0,05 = 0,35; \quad x (-1) = 0,3 - 0,05 = 0,25;$$

Ekspərimental nəticələri nəzərə almaqla TTF-nun şərti və natural dəyişənlərinin cədvəl Tərtibatını verək;

Təcrübələr №	X_1		X_2		X_3		U
	-	+	-	+	-	+	
1	-	130	-	16	-	0,25	28
2	+	170	-	16	-	0,25	38
3	-	130	+	24	-	0,25	22
4	+	170	+	24	-	0,25	31
5	-	130	-	16	+	0,35	33
6	+	170	-	16	+	0,35	42
7	-	130	+	24	+	0,35	26
8	+	170	+	24	+	0,35	36

Planlaşdırma mərkəzinə uyğun 4 paralel təcrübə üçün məqsədli y funksiyasının qiymətləri göstərir ki, $y_1^0 = 31$; $y_2^0 = 31$; $y_3^0 = 35$; $y_4^0 = 31$.

Regressiya əmsallarının (8) ifadəsinə görə təyinatı aparılır;

$$Y_0 = \frac{28 + 38 + 22 + 31 + 33 + 42 + 26 + 36}{8} = 32$$

$$u_1 = \frac{-28 + 38 - 22 + 31 - 33 + 42 - 26 + 36}{8} = 4,75$$

$$\check{Y}_2 = \frac{-28 - 38 + 22 + 31 - 33 - 42 + 26 + 36}{8} = 3,25$$

$$\check{Y}_2 = \frac{-28 - 38 - 22 - 31 + 33 + 42 + 26 + 36}{8} = 2,25$$

Regressiya əmsallarının uyğunluğunu yoxlamaq üçün paralel təcrübələrin nəticələrindən istifadə etməklə (13) ifadəsi əsasında S_y diaperciyacı hesablanır. Ona görə də əvvəlcə

y təyinatını apararaq;

$$y = \frac{1^{+y} 2^{+y} 3^{+y} 4^{+y}}{4} = \frac{31 + 31 + 35 + 31}{4} = 32$$

Sonra,

$$s_y^2 = \frac{(31 - 32)^2 + (31 - 32)^2 + (35 - 32)^2 + (31 - 32)^2}{3}$$

Ardıcıl olaraq hər bir əmsal üçün (14) ifadəsi əsasında t - kriteriunu təyin olunur;

$$32^{1/8}$$

$$t_1 = \frac{4,75-78}{78} \approx 6,65;$$

$$t_2 = \frac{3,25-78}{78} = 4,55;$$

$$\frac{2,25-78}{44} = 3,15.$$

Sərbəstlik dərəcəsi, $f_y = 3$ olduqda t - kriteriyasının cədvəl fərmə t^g - $= 3,18$ olur. Nəticələrin müqayisəsi gös- TƏRİR Kİ, $t_0, t_1, t_2 > t_{rad}, t_3 < t_{cəg}$. Yəni, b_0, b_1, b_2 əmsəlləri təyinata uyğun gəlir, lakin $b_3 = 0$ alınır.

Adekvatlığın yoxlanılması üçün məqsədli funksiyanın hesablama qiymətlərini planlaşdırma mərkəzindən faktor göstəriciləri nəzərə alınmaqla $y = 32 + 4,757x_1 - 3,257x_2$ ifadəsi əsasında müəyyənləşdiririk;

$$y_1 = 32 + 4,757(-1) - 3,257(-1) = 30,5,$$

$$y_2 = 32 + 4,757(+1) - 3,257(-1) = 40,$$

$$y_3 = 32 + 4,757(-1) - 3,257(+1) = 24,$$

$$y_4 = 32 + 4,757(+1) - 3,257(+1) = 33,5.$$

Nəzərə alaraq ki,

$$y_5 = y_1 = 30,5,$$

$$y_6 = y_2 = 40, y_3 = y_7 = 24, y_8 = y_4 = 33,5$$

Adekvatlıq dispersiyası (15)-ifadəsinin tətbiqi ilə hesablanır;

$$s^2 = \frac{(30,5 - 28)^2 + (40 - 38)^2 + \dots + (33,5 - 3b)^2}{8 - 3} = 8,2$$

Fişer kriteriyasının (16) ifadəsindən təyinatı göstərir ki, $F = 82 = 2,05$.

4

Sərbəstlik dərəcələrinin $f_{ad} = 5$, $f_y = 3$ olduğu halda, Kənarçıxmanın $q \ll 0,05$ vəziyyətində $f_{rad} = 9,0$ nəticəsi gö- STƏRİR KU, $F < I''_{ca}d$. Yeni reqressiya İnnliyi araşdırılan rtose- sin adekvat yazılışını ödəyir.

Sonrakı mərhələdə optimallaşdırma əməliyyatı tə- mamlanır.

Reqresiya əmsallarının $|b| > |b_3|$ olduğu üçün nəzərdə saxlamaqla qradient keçidini intervallarla uyğunlaşdıraraq, $bx^{qr} = Dx = 20$

$$D_{\Gamma} = \frac{b_2 \cdot \Delta x_2}{b_1} = \frac{3,25 \cdot 4}{4,75} = 2,74;$$

$$A_{r^{qr}} = -2,74, \quad bx^{qr} = 0$$

beləliklə, $b < 0$; $b = 0$.

Qradient hərəkətlərinə görə məqsədli funksiyaların təyinat qiymətləri cədvəldə verilmişdir:

Təcrübə, №	X ₁	X ₂	X ₃	y _i
1	150	20	0,3	32
2	170	17,26	0,3	37
3	190	14,52	0,3	41
4	210	11,78	0,3	43
5	230	9,04	0,3	42

Nəticədən görüldüyü kimi 4-cü keçiddə reaktorun məhsuldarlığı maksimuma yaxınlaşır. Ona görə də bu vəziyyət yeni planlaşdırma mərkəzi kimi qəbul olunur.

VIII FƏSİL

KİMYƏVİ-TEKNOLOJİ PROSESLƏRİN MODELLƏŞDİRİLMƏSİNİN KİMYƏVİ KİBERNETİKADA ROLU

Kimyəvi istehsalın əsas bazasının uyğun kimyəvi- texnoloji proseslərin mümkün qanunauyğunluqları ilə tənzimləndiyini nəzərə alsaq hadisə zamanı ehtimal olunan hal dəyişmələrinin hər birinin və onların qarşı- lıqlı əlaqələrinin yüksək dəqiqliklə izlənməsinə ehtiyac yaranır. Ona görə də başlanğıc vəziyyətdən son məhsu- lun sistemdən çıxarılmasına qədər keçən dövr ərzində qeyd olunan izlənmənin daimi nəzarətdə saxlanmasına və tənzimləmə əməliyyatının təşkilinə imkan verən kö- məkçi vasitələrdən istifadə olunur. Onların seçimi pro- sesin xarakterinə uyğun olaraq aparılır. Odur ki, proses haqqında ilkin informasiyaların toplanması, onların analizi, proses zonası üzrə hal dəyişmələrinin nəzarətdə saxlanması, proseslərin ümumi qanunauyğunluqlarının yazılış formalarının aşkarlanması və avtomatik idarə- etmə işinin təşkili əməliyyat kompleksinin əsas tərkib hissələri kimi qəbul olunur. Bu halda nisbətən yüksək dəqiqliyin əldə olunması üçün vasitə kimi elektron hesablama aparatları (EHA) şəbəkəsinin tətbiqi daha əlverişlidir. EHA-ın texnoloji proseslərin təşkilində isti- fadəsi kibernetika elminin köməyi ilə reallaşdırılır.

Kimbernetika informasiyanı qavramaq imkanına malik, onu yadda saxlayan, emal edən və müxtəlif təbi- ətli sistemləri idarə etmək məqsədilə onları öyrənən elmdir. Müasir dövrdə kibernetika elminin kimya tex- nologiyasının əsasını təşkil edən optimal şəraitin və op- timal layihənin təyinatı, eləcə də optimal idarəetmə işində tərkib hissəsi kimi iştirakı «Kimya kibernetikası» elminin

formalaşması ilə nəticələnir.

8.1. Kimyəvi kibernetikanın əsasları

Kimya kibernetikası təbiiq elmlər olub, öyrənilən proseslərin iqtisadi və ekoloji cəhətdən ən səmərəli şəra- itlərinin seçimi üçün əsaslandırılmış fikir söyləməyə imkan verir. Kimya kibernetikasının əsas məsələsi kiçik həcmli kimya proseslərinin sənaye istehsalı səviyyəsinə çatdırmağın elmi əsaslarını işləmək və səmərəli emal metodlarını seçməkdən ibarətdir.

Kibernetikanın əsas metodu öyrənilən sistemlərin modelləşdirilməsidir. Əməliyyat zamanı EHA-ın istifa- fadə olunması ilə alınan nəticələrin təbiiq tezləşdirilir, optimallaşdırma və idarəetmə işi avtomatlaşdırılır.

Riyazi modeləşdirmə əməliyyatının KİMYƏVİ - texnoloji proseslərin işlənməsində istifadəsi növbəti qaydalarla reallaşdırılır:

- yeni proseslər öyrənilərkən onun haqqında materialların bir hissəsi təcrübə yolla alınarsa, qalan böyük əksəriyyəti modeldən istifadə edilməklə hesablamalar yolu ilə əldə edilir;

- riyazi modelin öyrənilən proses zonası üzrə aşkarlanması uyğun hesablama metodlarının və proqramlarının seçimi vasitəsilə aparılır;

- proseslərin layihələşdirilməsi zamanı layihə gö- stəricilərinin çevik dəyişdirilməsi lazım gəldikdə əməliyyat riyazi modelin köməkliliylə reallaşdırılır;

- proseslərin optimal idarəetmə işinin təşkilində riyazi modeləşdirmə elektron - Hesablama şəbəkələrinin yaddaşına ötürülmüş nəticələrindən istifadə edilir;

- mikrohəcmdə araşdırmaları nisbətən tamamlanmış yeni proseslərin zavod istehsalı səviyyəsinə qədər miqyaslaşdırılması fiziki və riyazi modeləşdirmə üsullarının birgə təbiiq ilə aparılır.

Kimyəvi kibernetika kimyəvi - Texnoloji proses haqqında informasiyaları toplayıb qavramaq imkanına malik olan, onu yaddaş saxlayan, emal edən və ixtiyari təbiiq sistemləri idarə etmək məqsədilə onları öyrənən elmdir.

Kimya kibernetikanın formalaşması aşağıdakı məsələlərin həlli əsasında aparılır:

- öyrənilən proses haqqında informasiyaların Top- Lanması (prosesin işTirakçı komponentləri, Təcrübi gös- Təricilər, işçi aparatları və onların ardıcılılığı və s.);

- kimyəvi proseslərin kineTik modelinin işlənib hazırlanması. KineTik model çevrilmələr mexanizmi əsasında Tərtib olunur və kineTik qanunauyğunluqların aşkarlanmasına imkan verir;

- proses zamanı kimyəvi çevrilmələrə Təsir edən və onunla eyni sistemdə baş verən hidrodinamiki hal dəyişmələri, mübadilə prosesləri, mexaniki çevrilmələr və s. vahid sistem üzrə öyrənilir;

- yüksək səviyyəli riyazi modelin işlənib hazırlanması. Bu halda sənaye miqyasında kimyəvi çevrilmələrə Təsir edən bütün faktorlar, onların bir-birindən asılılığı və əlaqələrinin yazılış formaları aşkarlanır. Riyazi modelin hazırlanmasında mümkün mübadilə halları ilə yanaşı iqtisadi və ekoloji Təsir faktorlarının həmin sistem üzrə öyrənilməsi vacibdir;

- optimallaşdırma əməliyyatının aparılması;

- kimyəvi - Texnoloji sistemin Layihələşdirilməsi və avtomatik idarəetmə işi təşkil olunur.

Elmi bu sahəsi «kimya kibernetikasının əsasları» kimi qəbul olunur.

Kimyəvi kibernetika haqqında ilkin məlumatlardan məlum olur ki, bu elm sahəsi təbiət elmlərinin qovşağında formalaşır. Xüsusilə, nəzərə almaq lazımdır ki, hər bir elementar mərhələ üzrə və bütün keçid hallarının ümumi qanunauyğunluqlarının aşkar yazılış formasına gətirilməsi riyazi metodların birbaşa tətbiqi ilə aparılır. Bu sahədə əlverişli informatika üsullarının seçimi kimyaçı- texnoloq və tələbələr üçün daha mənaqəlidir.

8.2. Kimyəvi kibernetikanın formalaşmasında informatikanın rolu

Texnologiya elminin bütün sahələrinin inkişafı internetin artmaqda olan imkanlarından və informasiya resurslarından geniş istifadə olunması ilə əlaqədardır. Ona görə də tələbə və elmi işçilərin müasir informasiya - Kommunikasiya Texnologiyalarının (İKT) İmkanları və kimya texnologiyasının inkişafında tətbiqi ilə tanışlığı onların həmin texnologiyalardan səmərəli istifadə imkanlarını yüksək səviyyədə təmin edir. Bu elm sahəsinin

formalaşmasında informasiyaların toplanması, emalı və ötürülməsi əməliyyatlarının vahid sistem çərçivəsinə gətirilməsi və idarəetmə işinin təşkili əsas baza kimi qəbul olunur. Əməliyyatın reallaşdırılmasında yüksək tezlikli ötürmə vasitələrinin tətbiqinə ehtiyac yaranır. Hadisənin formalaşması kompüter texnikası vasitəsilə informasiya emalı proseslərinin avtomatlaşdırılması yolu ilə aparılır. Müasir texnologiyaların işlənməsində və istehsal sahələrinin təşkili işində geniş rol oynayan bu elm sahəsi «informatika» elmi kimi qəbul olunur.

İnformatika - Kompüterlərə və şəbəkələrə, xüsusən İnternetdən istifadə etməklə bağlı olan yeni fənn və yeni İnformasiya sənayesi sahəsidir. «**İnformatika**» fənn və elmi istiqamət kimi kompüterlərin köməyi ilə informasiyanın yığılması, emalı və ötürülməsinin metod, prinsip və qanunlarını öyrənir. Bu elm informasiyanın kompüterdə və kompüter şəbəkələrində emalına aid həm nəzəri, həm də praktiki fənləri özündə saxlayır.

İnformatikanın tədqiq etdiyi mövzuların əhatə dairəsi çox genişdir. İnformatikanın fundamenti (əsas) - hesablama prosesləri və hesablama maşınları sistemləri şəbəkələrinin təşkili haqqında olan hesablama elmləridir. Akademik B.M. Qluşkovun və B.S. Mixaleviçin fikrinə görə informatika və kompüterləşdirilmiş sistemlərin fəaliyyətinin layihələşdirilməsinin, işlənməsinin, yaradılmasının, səmərəliliyinin qiymətləndirilməsinin, onun müxtəlif sahələrdə tətbiqinin və təsirinə bütün aspektlərini öyrənən kompleks elmdir.

Qeyd olunmalıdır ki, son illərdə «**İnformatika**» termini əvəzinə «Kompüter texnologiyası» ya «İnformasiya texnologiyası» terminlərindən də çox istifadə olunur. «**Texnologiya**» yunan sözü olub (techne (bacarıq) + logos (öyrənmə)) məhsulun hazırlanması bacarığı, istehsal proseslərinin yerinə yetirilməsi üçün üsul və vasitələr haqqında biliklər toplusu deməkdir. Bu nöqtədən nəzərdən **kompüter texnologiyası** baxılan sahədə kompüter texnikasının aparat və proqram vasitələrindən istifadə texnologiyası deməkdir.

İnformasiya (latınca informatio) ifadə olunma formasından asılı olmayaraq insanlar, canlılar, cansızlar, faktlar, hadisələr, proseslər və s. haqqında olan məlumat və biliklərdir. Biliklər isə müəyyən faktlar və onlar arasındakı

asıllıqlar şəklində ifadə olunur. İn- formatikada informasiya ilkin və təyin olunmamış an- layış kimi qəbul olunur.

İnsanlar min illər ərzində çox böyük həcmli infor- masiyalar toplamış və onları müxtəlif üsul və vasitələrlə saxlamışlar. İnformasiya təbiətdə siqnallar şəklində ötürülür və iki tipə ayrılır: **analoq və rəqəmli**. İnsanlar öz hissiyat üzlərinə görə analoq, kompüterlər isə rəqəmli informasiyaların köməyiylə fəaliyyət göstərir.

Analoq informasiya təsvir edilir və insanın duyğu üzləri ilə qəbul edilir. Rəqəmli informasiya isə kompü- terin emal etdiyi informasiyadır və kodlarla ifadə olunur.

İnformasiyanın 1) faydalılıq, 2) tamlıq, 3) həqiqi- lik, 4)qiymətliklik, 5) təzəlik və s. kimi xassələri vardır. İnformasiyalar yaranmasına, qəbul edilməsinə, ötür- rülməsinə, ifadə formalarına və vasitələrinə, istifadəsinə və s. görə müxtəlif cür qruplaşdırıla bilər. İnformasiya- ları hər hansı əlifba simvollarının köməyi ilə ifadə et- mək və onu digər əlifbaya da keçirmək olar.

İnformatikada fakt, məlumat, xəbər terminləri çox vaxt «verilənlər» sözü ilə ifadə olunur. «**Verilənlər**» (ingiliscə **data**) texniki vasitələrlə saxlanması, emal edilməsi və ötürülməsi üçün formal şəkildə təsvir olunan (kodlaşdırılan) məlumatdır.

Tipinə görə verilənləri 4 qrupa ayırırlar: 1) hesabi (və ya rəqəm tipli); 2) mətn (və ya simvol tipli); 3) Mən- tiqi tipli; 4) göstərici tipli.

Hesabi verilənlərdə qiymət rəqəmlərlə ifadə olunur (məs., «yaşı-28»). Mətn tipli verilənlərdə qiymət sözlə (simvollarla) ifadə olunur (məs., «qırmızı rəngli»). Mən- tiqi verilənlərdə qiymət məntiqi kəmiyyətlə ifadə olunur (məs., «18 ədədinin tək ədəd olması doğru deyil»). Göş- tərivi tipli verilənlərdə isə proqramlaşdırmada yaddaş ünvanları ilə işləmək üçün istifadə olunur.

Kompüterdə verilənlər ikilik say sisteminin rə- qəmləri ilə təsvir olunur. Verilənlərin bu cür təsviri **iki- lik kod** adlanır. İnformasiyanın ikilik rəqəmlərlə yazıl- ması **ikilik kodlaşdırma**, ikilik rəqəmlərin özləri isə bit (ing.binary digit-ikilik rəqəm) adlanır.

Mətn tipli informasiyanın baytlarla kodlaşdırıl- ması bir neçə müxtəlif standarta əsaslanır, lakin əsas standart ABŞ-da ANSİ Milli İnstitutunda işlənmiş ASCİİ (American Standart Code or Information Interchange) standartı

olmuşdur.

Bütün tələblərin hər kəs tərəfindən ödənilməsinin təmin edilməsi üçün aşağıdakılar qəbul edilmişdir: 1. Hər biri bir bayt təşkil edən 256 koddan ilk 32-si (0-dan 31-ə qədər) kompüter, printer və başqa qurğuların istehsalçılarna verilmişdir. Onlar bu kodları istədikləri əməliyyat üçün təyin edirlər. 2. Qalan kodlar cədvəli iki hissəyə bölür: 32-dən 127-yə qədər olan kodlar dünya- daki bütün kompüter sistemlərinin istifadə etdiyi simvolların kodlarını təşkil edir. 128-dən 255-ə qədər olan kodları isə hər bir ölkə özünə uyğun şəkildə yerləşdirə bilər.

1991-ci ildə 16-bitlik **Unicode** (Yunikod) sistemi təklif edilmişdir. Bu sistemdə hər bir simvolun kodlaşdırılması üçün 2 bayt istifadə edilir: 1 bayt-simvolun kodlaşdırılması üçün, bir bayt isə əlamətinə görə ayrılır. Bununla yanaşı **Unicod** kodlaşdırma üsulunun ASCII standartı ilə informasiya uyğunluğu təmin edilir.

Əvvəllər hər bir simvolun kodu yalnız bir baytdan ibarət idi, **Unicod** standartında isə hər bir simvol 2 bayt ilə kodlaşdırılır, bu da eyni zamanda 65536 simvolun işlədilməsinə yol açır. Bu ədəd isə dünyanın bütün əlifbalarını özündə saxlaya bilər. Bu 65536 kodun arasında «Ə», «ә» hərfi üçün də (türk əlifbasında olduğundan dilimizin o biri «qeyri-standart» hərflərinin **Unicod** kodları əvvəldən məlum idi) yer tapıldı.

Nəhayət, 28 iyul 2001-ci ildə Azərbaycan dili üçün **Unicode** (2-baytlıq) və qeyri - **Unicode**(1-6baytlıq) simvol odlaşdırılmaları və həmçinin klaviatura düzümü qəbul edildi. Əslində **Unicode** standartları çoxdan tərtib olunurdu və bu sadəcə rəsmiləşdirildi.

İnformasiyanı ölçmək üçün ən minimal informasiya vahidi kimi bit (İngiliscə **binary digit** sözündən) qəbul edilmişdir. Praktikada isə əsasən aşağıdakı daha böyük informasiya ölçü vahidləri işlədilir.

$$1 \text{ bayt} = 8 \text{ bit}; 1 \text{ Kb} = 1024 \text{ bayt} = 2^{10} \text{ bayt};$$

$$1 \text{ Mb} = 1024 \text{ Kb} = 2^{20} \text{ bayt};$$

$$1 \text{ Gb} = 1024 \text{ Mb} = 2^{30} \text{ bayt}; 1 \text{ Tb} = 1024 \text{ Gb} = 2^{40} \text{ bayt};$$

İnformasiya əldə olunmasının əsas prinsipləri aşağıdakılardır:

- İnformasiya SORĞUSUNUN sərbəst, maneəsiz və hamı üçün bərabər şərtlərlə təmin edilməsi;
- İnformasiyanın əldə olunmasının qanunililiyi;
- Dövlət orqanlarının və bələdiyyələrin informasiyanı açıqlamaq vəzifəsi;
- İnformasiyanın əldə edilməsinin qanunla nəzərdə tutulmuş məqsədlərə zidd olunması;
- bəzi hallar istisna olmaqla informasiyanın əldə edilməsinin ödənilməsi hətta keçirilməsi;
- İnformasiya əldə etmək hüququnun pozulmasına görə informasiya sahiblərinin məsuliyyəti daşması;
- İctimaiyyətə maraqlı doğuran hüquq pozuntularını barədə məlumatı açıqlamağa görə vəzifəli şəxslərin təqib olunmaması.
- Əməliyyat-axtarış tədbirləri keçirilən hallar istisna olmaqla, şəxsin onun xəbəri olmadan və ya etirazına baxmayaraq kütləvi informasiya vasitələrinin nümayəndələri və başqa şəxslər tərəfindən izlənilməsi, video və foto çəkilişinə, səs yazısına və digər bu cür hərəkətlərə məruz qalması qanunvericiliklə müəyyən edilmiş məsuliyyətə səbəb olur.

Sənədləşdirilmiş informasiya haqqında . Maddi daşıyıcıda mətn, səs və ya təsvir formasında qeydə alınan və identifikasiya məqsədilə mümkün olan bütün rekvizitli informasiya mənbəyindən, saxlanma yerindən, rəsmi statusundan, mülkiyyət növündən, mənsub olduğu təşkilat tərəfindən yaradılıb-yaradılmadığından asılı olmayaraq sənədləşdirilmiş informasiya (sənəd) hesab olunur. İnformasiya sahibi sənədə malikdir, əgər: 1) informasiya sahibində mövcud olan sənəd digər informasiya sahibinə məxsus deyilsə; 2) digər informasiya sahibində mövcud olan sənəd informasiya sahibinə məxsusdursa.

İnformasiya ehtiyatlarının yaradılması. Dövlət orqanları və bələdiyyələr ictimai informasiyaları açıqlamaq üçün İnternet informasiya ehtiyatları yaradırlar. Müvafiq icra hakimiyyəti orqanları onların beliyində olan dövlət orqanlarının İnternet informasiya ehtiyatları formalaşdırmalarına şərait yaratmalıdırlar. Bu məqsədlə sahə (korporativ), regional və s. formada İnternet informasiya ehtiyatları yaradıla bilər. İnformasiya sahələri ictimai informasiyaları açıqlamaq məqsədi ilə

İnternet şəbəkəsində ayrı-ayrılıqda və ya birgə informasiya ehtiyatları yarada bilərlər. İnternet informasiya ehtiyatlarının yara- dılması formaları və qaydaları müvafiq icra hakimiyyəti orqanı tərəfindən müəyyənləşdirilir.

İnternet informasiya ehtiyatlarına verilən tələblər:

- İnFormasiya saHİbLərİ: İnternet İnFormasİya eHTİ- yatları ilə tanış olmaq imkanları barədə məlumatı əks etdirən müvafiq ünvanları və ya onlara edilən dəyi- şiklikləri kütləvi informasiya vasitələrində açıqlamaq yolu ilə ictimaiyyətə çatdırırlar;

- İnternet informasiya ehtiyatlarında ən yeni və aktual informasiyaları yerləşdirilər;

- köhnəlmiş, natamam, qeyri-dəqiq və ya çəşqınlıq yarıdan informasiyaları İnternet informasiya ehtiyat- larında yerləşdirməkdən imtina edirlər;

- İnternet İnFormasİya eHTİyaTLarının eTİbarLı fəaliyyətini təmin edirlər.

İnformasiya sahibi İnternet informasiya ehtiyat- larında sənədin yerləşdirildiyi vaxtı göstərməlidir. On- lar İnternet informasiya ehtiyatlarında yerləşdirilən ictimai informasiyaların tez və asan əldə edilməsi üçün şərait yaradılmalıdır.

İnformatika elmi inkişaf etdikdə onun müxtəlif sahələr- də tətbiqi intensiv xarakter alda. Nəticədə fundamental in- formatikanın yeni bölümləri formalaşdı. Bunlardan biri də informasiya proseslərinin avtomatlaşdırılmasına imkan ya- radan İKT-dir. İKT-in yaranması və inkişafı nəticəsində in- formasiya proseslərinin avtomatlaşdırılması daha da sürət- lənmişdir.

İnformasiyanın ötürülməsi. Toplanan informasiyanın emal edilməsi üçün o, simli və ya simsiz rabitə kanalları ilə emal vasitələrinə ötürülməlidir.

İnformasiyanın saxlanması. İnformasiya emal edil- məzdən əvvəl və sonra müasir kompüterlərdə istifadə olunan daşıyıcıları da-fləş disklərdə və digər sax- lama qurğularında saxlanır.

İnformasiya axtarışı və emalı. İnformasiyanın emalı qarşıya qoyulan məsələnin həlli deməkdir. bunun üçün əvvəlcədən hazırlanmış alqoritmlərdən və proq-ramlardan istifadə olunur. Avtomatlaşdırılmış üsulla kompüterdə emal olunan informasiya istifadəçilərə adə-tən kompüterin xarici qurğuları ilə (monitor, printer, qrafikçəkən qurğu və s.) mətn, cədvəl, qrafik və s. şəkildə çatdırılır.

İnformasiya proseslərinin avtomatlaşdırılmasının ümumi sxemi şəkildə verilmişdir.



İnformatika eləcə də İnformasiya texnologiyaları (İT) elmi inkişaf etdikcə yeni-yeni elmi terminlər, anlayışlar da meydana gəlmiş və gündəlik həyata daxil olmuşdur. Bunlara misal olaraq: İnfokommunikasiya, informasiya infrastrukturu, informasiyalaşma, informasiya mühiti, informasiya cəmiyyəti, informasiya resursları və xidmətləri, biliklər bazası, audio-video konfrans, telekonfrans, axtarış serverləri, relevant informasiya, spam, provayder, host, çat, meynfreym, LAN, WAN, HTTP və s. göstərmək olar.

Kompüter qrafikası, rahat interfeyslər, multimedia texnologiyaları, geoinformasiya sistemləri, intellektual korporativ şəbəkələr, neyroşəbəkə texnologiyaları, tərcümə proqramları, virtual sistemlər və s. kimi bir çox aktual elmi-praktik problemlər İKT elminin perspektiv fundamental və tətbiqi tədqiqat istiqamətləridir.

Elmi sahələrdə informasiyalaşdırma kompüter, telekommunikasiya texnologiyalarının və müasir infor - masiya sistemlərinin tətbiqi yeni səviyyədə və key - fiyyətdə biliklərin alınmasını, ümumiləşdirilməsini, yaranmasını və istifadəsini təmin edir. Alim və mütə - xəssislərin zəruri elmi informasiyalarla vaxtında təmin edilməməsi elmin və sənayenin inkişaf tempinin düşməsinə apara bilər. Bunun qarşısı isə yalnız ən yeni İKT-dan istifadə etməklə, informasiya fondlarını elektronlaşdırmaqla, başqa sözlə E-science konsepsiyası ilə reallaşdırmaqla almaq olar.

Müasir informasiya texnologiyalarının tətbiqi ilə ölkədə elmi fəaliyyətin elektron mühitə gətirilməsi, elmi tədqiqatların müasir standartlar səviyyəsində

aparıl-ması, o cümlədən Azərbaycan elminin beynəlxalq elmi aləmə inteqrasiyası üçün «Elektron elm» proqramının hazırlanması zəruri məsələlərdəndir.

Respublikanın elmi qurumlarının strukturunun müəyyənləşdirilməsi, elmi tədqiqatların müasir stan- dartlar səviyyəsində aparılması və maliyyələşdirilməsi, ölkənin elmi kədr potensialının artırılması və onun sosial müdafiəsinin gücləndirilməsi, bütövlükdə elmin inkişafı üçün milli strategiyanın həyata keçirilməsi proseslərinin sürətləndirilməsi «E-elm» konsepsiyasının işlənilməsi və həyata keçirilməsi məsələlərini aktual- laşdırmışdır.

«E-elm» proqramının reallaşdırılmasında başlıca məqsəd Azərbaycan elminin müasir tələblərə uyğun inkişaf etdirilməsi, elmi idarəçiliyin təkmilləşdirilməsi, respublikanın elmi qurumlarında İKQ-nin geniş tətbiq edilməsi, informasiya təhlükəsizliyinin təmini, həmçinin Azərbaycan alimləri ilə dünya alimləri arasında əməkdaşlıq əlaqələrinin möhkəmləndirilməsi, müxtəlif elmi problemlərlə bağlı fikir mübadiləsinin aparılması, təcrübələrin bölüşdürülməsi üçün vahid milli elmi informasiya fəzasının formalaşdırılması, alimlərin sosial şəbəkəsinin yaradılması, tədqiqat işlərinin səmərəlili- yinin yüksəldilməsi və bununla da dünya elmi məkanına inteqrasiyasına nail olmaqdır. Beləliklə, «E-elm» elmi MƏSƏLƏLƏRİN HƏLLİ İLƏ MƏŞĞUL oLan və Lazımı İnFormasiya - kommunikasiya infrastrukturuna malik, yüksək sürətli İnternet şəbəkəsi ilə eLmi - texniki informasiya və hesabLama resursLarına çıxışı oLan müxtəLif eLmi müəssisə və təşkiLatLarın birgə fəaLiyyətinin təşkiLinə xidmət edən bir layihədir.

AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutunda «E-elm» proqramının layihəsi işlənir. Hazırda proq- ramın konseptual, hüquqi, iqtisadi və texnoloji əsasları müəyyənləşdirilmiş, intstitutun mütəxəssisləri tərəfindən dünyada bu istiqamətdə gedən proseslər, qəbul olunan məqsədyönlü proqramlarla bağlı araşdırmalar aparıl- mış, müvafiq işlər görülmüşdür.

Hazırda Azərbaycanda ETİ-nin informasiyalaş- dırılması elektron nəşrlər, bir çox elmi-kütləvi, təhsil, mədəni-maarif və s. tipli saytlar-portallar, tədris proq- ramları, informasiya sistemləri, elektron dərslilər, distant tədris texnologiyaları yaradılır və istifadə edilir. Əksər sahə və akademik elmi tədqiqat institutları, kitabxanaları, muzeyləri, arxivləri kompüterləşdirilmiş və İnternetə qoşulmuşdur. Bununla yanaşı bir çox məsələlərin kompleks həlli tam həyata keçirilməmişdir və bu sahədə aşağıdakı istiqamətlərdə işlər davam etdirilir.

- İnFormasiya resusLarının eLeKTronLaşması;
- Müasir İnFormasiya resusLarınDan aLim və mü - təxəssisLərin sərbəst istifadə imkanı;
- ELEktron kitabxanaLar şəbəkəsinin yaradıLması və sərbəst istifadə edilməsi;
- ET-da kompüter modeLLəşdirmənin, riyazi-sta- tistik təhLiL və s. kimi müasir tədqiqat metodLarının tətbiqi;
- ELmi verİLənLər bazasının yaradıLması və ona sər- bəst girişin təmini;
- ELmi informasiyaLarın ümumiLəşdirilməsi, sis- temLəşdirilməsi vasitəLərinin işLənməsi;
- İnformasiya mərkəzLəri və fondLarı arasında sə- mərəLi əLaqənin qurulması;
- ALim və mütəxəssisLərin müəLLiflik hüququnun tanınması və qorunması;
- ELEKTron KəşFLƏRİN HüqUf sTaTusunun MÜƏYYƏN - ləşdirilməsi;
- Elmi TədqiqatLarın informasiya Təminatının yax- şılaşıdırılması;
- Elmi TədqiqatLarın və informasiyaların kommer- siyalaşdırılması prosesinin sürətləndirilməsi;
- İKT yönümlü Milli innovasiya sisTeminin yara- dılması.

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, bütün bunları, həmçinin digər zəruri məsələləri özündə saxlayan Elektron-elm konsepsiyasının icrası üzrə müəyyən işlər aparılır. Bu sahədə Tətbiq olunan hesablama Texnika- sının əməliyyat imkanları xüsusilə maraqlıdır.

Hesablama Texnikasının inkişaf Tarixinə uyğun olaraq elektron hesablama maşınlarını (EHM) **dörd nəsəl** bölürlər. Bu nəsillər element bazasına, proqram Təminatlarına, Texniki və istismar göstəricilərinə görə bir-birindən köklü surətdə fərqlənirlər. **Birinci nəsil** EHM-lər elektron lampalar üzərində yaradılmışdır. Bu tip maşınlar böyük ölçüyə, kiçik əməli yaddaşa, aşağı hesablama məhsuldarlığına (saniyədə min əməliyyat yerinə yetirirdi) malik olub, etibarlı işləmirdi və tez-tez sıradan çıxırdı. Bu nəsillər EHM-lərə misal olaraq: «Ural», «Strela», «Minsk-1» maşınlarını göstərə bilərik. **İkinci nəsil** EHM-də elektron lampalar yarımkəçirici elementlərlə-Transistorlarla və diodlarla əvəz olunurdu. Bu nəsillər EHM-lər daha yüksək hesablama məhsul- darlığına (saniyədə milyon

əməliyyat yerinə yetirirdi), əməli yaddaşa malik oldular və onların ölçüləri hiss ediləcək dərəcədə kiçildi. Bu cür EHM-də alqoritmik dillərin tətbiqi geniş vüsət aldı və məsələlərin maşında həlli qaydaları sadələşdi. Bu nəsil EHM-lərə misal olaraq «BESM», «Minsk-22» və s. misal göstərə bilərik

Ötən əsrin 70-ci illərinin əvvəllərində inteqral sxemlərin tətbiqi ilə üçüncü nəsil EHM-lərin (IBM-370, ES EHM, SM EHM və s.) yaradılması mərhələsi başlandı. İnteqral sxemlərin tətbiqi ilə EHM-lərin texniki və istismar xarakteristikalarında böyük sıçrayış oldu. Bu nəsil EHM-lərin hesablama məhsuldarlığı sənayedə on milyonlarla əməliyyata çatdırıldı. Əməli yaddaşın həcmi xeyli artırıldı, maşınların əməliyyat sistemində müxtəlif emal rejimlərindən (sual-cavab, vaxtın bölünməsi, paket emalı və s.) istifadə edilməsi EHM-in idarə olunmasını asanlaşdırdı. Üçüncü nəsil EHM-in əsasında tele-emal sistemlərinin yaradılmasını həyata keçirdilər. Bu işə uzaqda yerləşən istifadəçilərin terminallar vasitəsi ilə EHM-lərə daxil olub, onlardan lazım olan məlumatların oxunmasını imkan yaratdı.

70-ci illərin sonlarından başlayaraq **dördüncü nəsil EHM-lərin** (Elbrus, Apple Macintosh, IBM PC və s.) yaradılmasına başlandı. Bu cür EHM-lərdə böyük inteqral sxemlərdən (BİS) istifadə olunmağa başlandı. Bu da eyni zamanda maşınların məhsuldarlığının və etibarlılığının artmasına böyük təkan verdi. Maşınların ölçüsü və çəkisi hiss olunacaq dərəcədə azaldı. BİS-lərdən istifadə maşınların proqram təminatlarının yaxşılaşmasına böyük təkan verdi.

1971-ci ildən mikroprosessorların yaradılması dördüncü nəsil maşınların yeni növünün-fərdi kompüterlərin yaranmasına imkan yaratdı. Fərdi kompüterlərin yaranması hesablama texnikası sahəsində böyük hadisəyə səbəb oldu və kompüter şəbəkələrinin yaranmasına təkan verdi.

Müasir hesablama maşınlarını əsasən üç böyük sinifə bölmək olar:

- **SuperKompüterlər**
- **MeynFreymlər**
- **Mini - EHM-lər**

Superkompüter - çox prosessorlu hesablama sistemidir. İlk superkompüter amerikalı elektronçu-mühəndis Seymur Krey tərəfindən 1975-ci ildə yaradılmışdır. Superkompüterlərin məhsuldarlığı ədədlər (sürüşkən vergüllü)

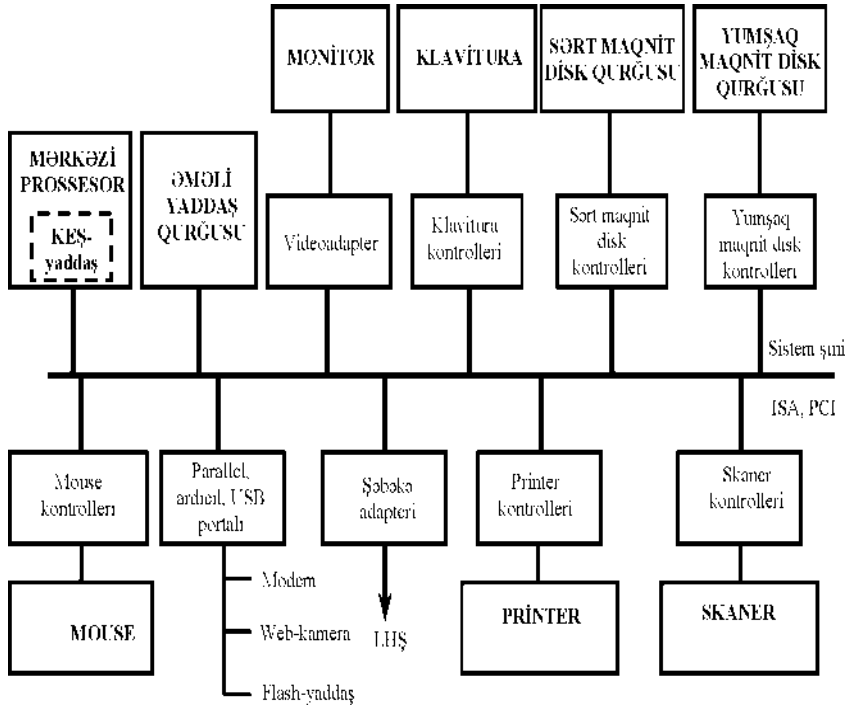
üzərində bir saniyədə aparılan hesab əməliyyatlarının sayı ilə ölçülür. Superkompüterlərin məhsuldarlığı sürüşkən vergüllü ədədlər üzərində saniyədə yerinə yetirilən trilyon əməliyyatlarla ölçülür. Superkompüterlərdən aerodinamika, seysmologiya, nüvə fizikasında və s. kimi elm sahələrində meydana çıxan mürəkkəb məsələlərin həllində geniş istifadə olunur. Superkompüterlərdə çoxsaylı mikroprosessorların paralel işləməsi nəticəsində yüksək məhsuldarlığı əldə etmək olur. Superkompüterlərin qiyməti təqribən 10 milyon dollarla ölçülür.

Meynfreym - ümumi məqsədlə universall elektron - hesablama maşınıdır. 70-ci illərdə dünya kompüter parkının böyük hissəsini meynfreym kompüterləri təşkil edirdi. Fərdi kompüterin inkişafı ilə əlaqədar olaraq meynfreymlərin tətbiq sahələri azalmağa başladı. Buna baxmayaraq bu kompüterlərdən müdafiə, maliyyə və sənaye sahələrində geniş istifadə olunur. Meynfreym kompüterləri böyük, mürəkkəb hesablama aparmaq üçün yəni özündə çoxlu sayda terminal birləşdirir. Təyyarə və qatarlara sərnişin biletlərinin satışını mərkəzləşdirilmiş qaydada həyata keçirən hesablama sistemlərində meynfreymlərdən istifadə olunur. Meynfreym kompüterləri əsasən IBM firmasında istehsal olunur. Bu cür kompüterlərin qiyməti 1 milyon dollar dəyərində olur. Hal-hazırda istifadə olunan 16-32 mikroprosessorlu server kompüterlər meynfreym kompüterlərinin sayıdır.

Mini - ENM - ölçüləri və hesablama məhsuldarlığı meynfreym kompüterlərə nəzərən kiçik olan kompüterlər 1965 - 1980-ci illərdə mini - ENM adlanırdı. Hal-hazırda mini - ENM deyəkdə **Fərdi Kompüterlər** nəzərdə tutulur. Fərdi kompüterlərin kütləvi istehsalına 1981-ci

ildən başlanmışdır.

Müasir hesablama maşınları yalnız xarici ölçü- lərinə görə deyil, eyni zamanda funksional imkanlarına görə də bir-birindən fərqlənirlər. Fərdi kompüterlərin struktur sxemi aşağıdakı şəkildə göstərilmişdir.



LHŞ - Lokal hesablama şəbəkəsi

Şəkildən görüldüyü kimi kompüterin bütün hissələri bir-biri ilə sistem şini vasitəsilə birləşmişdir. Şin-rosessorLa yaDDaş arasında və ya GİRİŞ-çIXIŞ qurğularının kontrollerləri (idarə sxemləri) arasında verilənlərin və idarə siqnallarının ötürülməsini təmin edən naqillər yığımından ibarətdir. Fərdi komrüterlərdə sistem şini kimi İSA (Industry Standart Architecture), **EISA** (Extended Industry Standart Architecture) və **PSI** (Component Interconnect bus) standartlarından istifadə edilir. ISA şinlər: verilənlər (16 bit), ünvan (20 bit) və idarə şinindən (8 xətt) ibarət olur. Fərdi kompüterlərin əsasını

prosessor və yaddaş bloku təşkil edir. Prosessor hesab-məntiq qurğusundan və idarə qurğusu- sundan ibarətdir. İdarə qurğusu proqramdakı əmrləri qəbul edir və onların yerinə yetirilməsini təşkil edir. Hesab-məntiq qurğusu isə hesablama əməllərini yerinə yetirir. Cari vaxtda yerinə yetirilən proqramları və aralıq nəticələri yadda saxlamaq üçün əməli yaddaş QURĞUSUNDan (**RAM - Random Access Memory**) İSTİFADƏ edirlər. Fərdi kompüterlərdə istifadə olunan xarici qurğuları (monİtor, çap qurğuları, dİsk qurğuları və s.) kompüterə qoşmaq üçün kontrollerdən (İdarə sxemİ) İstİfadə edİrlər.

Kontroller İdarə qurğusu olub gİrİş-çIxış qurğularını mərkəzİ prosessorla əlaqələndİrİr. Bəzİ qurğuların (klavİatura, mouse, prİnterİ və s.) kontrollerİ fərdİ kompüterİN ana platasının üzərİndə olur. Bəzİ qurğuların (monİtor, sərt maqnİt dİsk qurğusu və s.) kontrollerİ İsə ayrıca plata şəklİndə olur və onlar ana plata üzərİndə olan sökmələrdə (razyomlarda) yerləş- dİrİlİr.

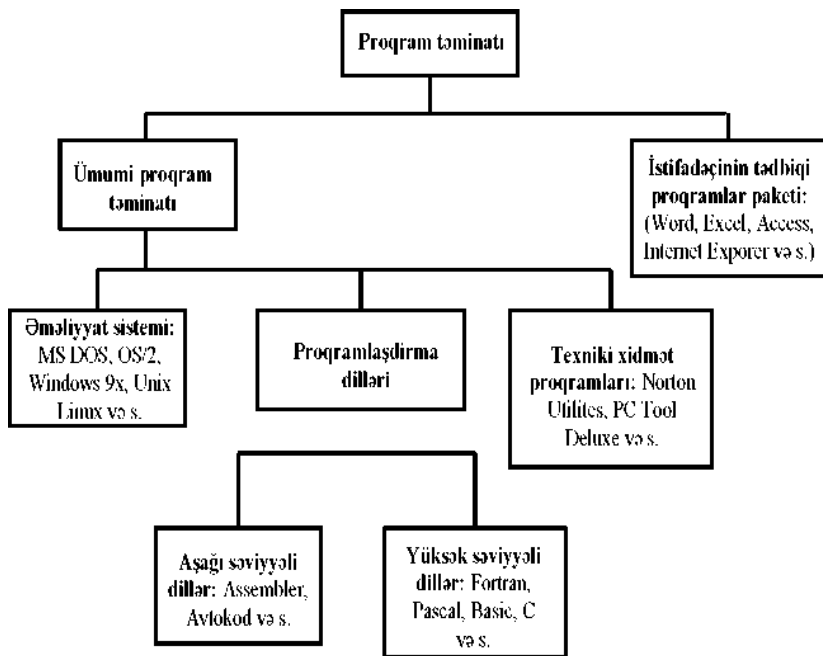
Kompüterlərdə İklİlk say sİstemİndən İstİfadə edİr- lər. Bu say sİstemİ İkİ rəqəmdən «0» və «1»-dən İbarətdİr. İstənilən məlumat bu İkİ rəqəmlİN köməyİ İlə kodlaşdırılıb kompüterİN əməlİ və xarİcİ yaddaş qurğusunda yerləşdİrİlə bİlər. Kompüter tətblqİ İlə aparılan əməlİyyatlar proqram seçİmlİ və tətblqİ apa- rılır.

Fərdİ KompÜTerİN **proqram Təmlnatı** - TəLİmatLAR yığımından İbarət olub, kompüter İdarə edİr və onun köməyİ İlə lazım olan məsələnİ həll edİr. Proqram təmlnatı İkİ hİssəyə bölünür: ümumİ və tətblqİ.

Ümumi proqram təmlnatı hesablama sisteminin resurslarının düzgün bölünməsini və istifadə edilməsini təmin edir.

Tətbiqi proqram təmlnatı özündə istifadəçinin tətbiqi proqramlar paketini birləşdirir. Bu proqramlar paketində istifadəçinin konkret məsələsini həll edə biləcəklərdir.

Proqram təmlnatının təsnifatı sxematik olaraq belə təsvir olunur:



Ümumi program təminatının tərkibinə aşağıdakı proqramlar daxildir.

- əməliyyat sistemi;
- programlaşdırma dilləri;
- texniki xidmət proqramları.

Əməliyyat sistemi - hesablama prosesini həyata keçirən texniki vasitələrin idarə olunmasını təmin edən proqramlar toplusundan ibarətdir. Kompüter işə salındıqda əməliyyat sistemi başqa proqramlara nəzərən ilkin olaraq əməli yaddaş qurğusuna yüklənir və o digər proqramların işləməsi üçün mühit yaradır. Əməliyyat sistemi eyni zamanda kompüterlərdə çoxməsələli (yaddaşın və həll vaxtının bölünməsi, qırılmaların təşkili və s.) iş rejiminin təşkilini təmin edir. Kompüterlərdə bir neçə tip əməliyyat sistemlərindən istifadə edirlər. MS DOS, OS/2, Windows 9x, Unix və s. Fərdi kompüterlərdə əsasən Windows 9x (1995-ci ildə yaradılmışdır) əməliyyat sistemi program təminatından geniş istifadə olunur. Windows 9x çoxməsələli əməliyyat sistem olub, qrafiki pəncərə istifadəçi interfeysinə malikdir.

Proqramlaşdırma DİLLƏRİ - rtoqram moDuLLarınDan ibarət olub, məsələnin həll mərhələsinə hazırlığını təmin edir. Proqramlaşdırma DiLLəri iki hissəyə bölünür: **əşağı səviyyəLi diLLər** (Assembler, Avtokod və s.), **yüksək sə- viyyəLi diLLər** (Fortran, Alqol, Kobol, Basic, Pascal, Ci və s.). Aşağı səviyyəLLi proqramlaşdırma DiLLərində hər operatora bir məşin əmri uyğun gəlir. Bu DiLDə yazılan proqram az yer tutur və tez yerinə yetirilir. Aşağı səviyyəLLi DiLLərinDən sistem proqramçıLar istifadə edir. Yuxarı səviyyəLi proqramlaşdırma DiLLərində hər operator bir neçə məşin əmri ilə əvəz edilə bilər, bu isə yaDDaşDa çox yer tutur. Yüksək səviyyəLLi DiLLərinDən isə tətbiqi proqramçıLar istifadə edir.

Tətbiqi proqram paketİ (TPP) - istifadəçiLərin müəyyən sinif məsələLərini həll etmək üçündür. Bu proqram paketLəri istifadəçinin aşağıDa göstərilən işLə- rini yerinə yetirir:

- mətnLərin emalı (Lexicon, Chi Writer, Word və s.)
- elektron cədvəLLərin emalı (Excel, Lotus və s.)
- verilənlər bazasının idarəsi (Fox, Pro, Paradox, Access və s.)
- kommunikasiya (İnternet Explorer, Netscape Communicator).

Texniki xidmət proqramları - kompüterlərin işləmə vəziyyətini yoxlamaq üçündür. Bu proqramlar (Norton Utilites, PC Tool Deluxe və s.) kompüterin ayrı-ayrı qurğularının normal fəaliyyətinin yoxlanmasını həyata keçirir.

Apple firmasının kompüterləri «Macintosh», IBM firmasının kompüterləri isə «Pentium» adı ilə satışa çıxarılır. Hazırda dünya fərdi kompüter parkının 10%- ni «Macintosh», 80%-ni isə IBM PC fərdi kompüterləri təşkil edir. Ümumiyyətlə dünya kompüter parkının 90%-ni fərdi kompüterlər təşkil edir.

Müasir fərdi kompüterlərdə ifrat böyük inteqral sxemlərdən istifadə portativ kompüterlərin yaran- masına səbəb olmuşdur. Ölçülərinə və çəkisinə görə bu kompüterlər çox kiçik formada olur. Portativ kompü- terlərin özləri də **«Laptop», «Notebook», «Palm-top»** sinfinə bölünür. Portativ kompüterlər hesablama məhsuldarlığına görə stolüstü kompüterlərdən geri iqlənmir və az elektrik enerjisi tələb edir, akkumulyatorla uzun müddət işləyə bilər, ekranları mayekristaldan Hazırlanır. «Notebook»-un Ölçüsü Təqribən 50x279 x 215 mm, çəkisi 2,2 :4,5kq, eKranın ölçüsü isə 11,3^17 DUYUM olur.

Fərdi kompüterin Tərkibi sisTem bLokundan, kLavia- turadan,

«mouse»-dan, monitordan və giriş-çıxış qurğu- larından ibarət olur.

Ciitem bloku qıDa mənbəyşn yerLəşDyyy korpus - dan, üzərində əməLi yaddaş və mikroprosessor olan ana pLaTaDan, səs karTınDan, yumşaq maqniT Disk qurğusunDan (3,5/FDD), səT maqniT Disk qurğusunDan (HDD), CD-ROM-Dan və bəzi əLavə qovşaqLarDan ibarət olur. Eyni zamanDa sisTem bLokunDa giriş və çıxış qurğularını, kLaviaTuranı, mouse, moniToru və prinTeri qoşmaq üçün bir neçə ardıcıl və paralel portlar yerləşir. Fərdi kompüterlərdə əsasən iki tip sistem blokundan: **AT-Advanced Technology** (qabaqcıl texnologiya) və **ATX- Advanced Technology eXtended** (genişləndirilmiş qabaqcıl texnologiya) istifadə olunur. İBM PC/AT-286, 386, 486, Pentium I və II tipli kompüterlərdə **AT tipli**- sistem blokundan istifadə olunub.

Pentium II, III və IV tipli fərdi kompüterlərdə isə ATX tipli sistem blokundan istifadə olunur. ATX sistem blokunda enerjiyə tələbat çox azdır. Bəzi firmaların (Apple, Compaq) fərdi kompüterlərində sistem bloku monitorla birlikdə bir korpusda yerləş- mişdir.

Ana pLaTa (motherboard)-fəpdü KompÜTerİN qovşaq və hissələrini bir-biri ilə fizikiəlaqələndirən platadır, üzərində mİKropRosessor, əməLi yaDDaş, Keş-yaddaş, çıxış-giriş qurğularının kontrolleri, CMOS, BİOS, Chipset mikrosxemləri yerləşir. Eyni zamanda ana platanın üzərində müxtəlif razyomlar yerləşir. Bəzi ana platalarda videoadapterin və səs kartının mikrosxemləri də yerləşir.

Mikroprosessor (CPU) - fərdi kompüterlərin düşü- nən beyni olub ana plata üzərində yerləşir, ədədlər üzə- rində hesab-məntiq əməllərini və idarəni həyata keçirir. Mikroprosessor hesab-məntiq və idarə qurğusunu özün- də birləşdirir. Mikroprosessorları əsasən Pentium markası ilə istehsal edir. Bu cür mikrosxem özündə təqribən 3,1 milyon tranzistoru birləşdirir. Pentium tipli mikroprosesso- run arxitekturası özündə iki hesab-məntiq qurğusunu bir- ləşdirir. Bu da bir taktı iki əmrin yerinə yetirilməsinə im- kan verir. 75 Mhs tezlikli Pentium prosessorunun hesabla- ma məhsuldarlığı saniyədə 112 milyon əməliyyatdır. Pentium tipli mikroprosessorlar işləmə (takt) tezliyinə görə aşağıdakı siniflərə bölünür.

- Pentium I - 75 Mhs + 300 Mhs
- Pentium II - 300 Mhs + 600 Mhs

- Pentium III -600 MHz : 1100 MHz
- Pentium IV -1100 MHz(1,1GHz) : 4000 MHz(4 GHz)

Müasir fərdi kompüterlərin hesablama məhsuldarlığı saniyədə milyard əməliyyata (**Gflops**) bərabərdir.

Əməli yaddaş qurğusu ana palata üzərində yerləşir və mikroprosessorla yerinə yetirilən əməliyyat üçün lazım olan verilənləri və əmrləri müvəqqəti yaddaş saxlamaq üçündür və məlumat TUTUMUNUN Həcmi 4 Gbayt-a QƏDƏR OLUR. Əməli yaddaş qurğusu dinamik və statik tiplərdə olur. Statik tipli yaddaşın qiymətinin bəhəli olmasına baxmayaraq işləmə sürəti daha yüksək olur. Əməli yaddaşdan ədədin oxunması Təqribən 50:60 nanosaniyə müddətində olur. Bu isə yÜK- səksürətli mikroprosessorun (CPU) işini ləngidir. Bu problemlə aradan qaldırmaq üçün **Keş yaddaşdan** istifadə edilir. Keş yaddaş ana palata üzərində mikroprosessorla (CPU) əməli yaddaş arasında yerləşir. Keş yaddaş müraciət vaxtı 5: 6 nanosaniyə olur. Keş yaddaşın məlumat Tutumu 1281024 Kbayt həcmində olur. Keş yaddaşın özü əsasən iki səviyyəli olur. I səviyyəli keş yaddaş Level 1 adlanır və mikroprosessorun içərisində olur. II səviyyəli keş yaddaş Level 1 adlanır və mikroprosessorla əməli yaddaş arasında ana palata üzərində yerləşir. Ana palata üzərində yerləşən SMOS (Complimentary Metal Oxide Semiconductor - meTaL - oKsiD - yarımkeçirici) mikrosxemi fərdi kompüterin konfigurasiya- sını, zamanı və Tarixi yaddaş saxlamaq funksiyasını həyata keçirir.

BIOS (Basic Input/Output System - giriş / çıxış baza sistem) proqram olub sabit yaddaş qurğusunda saxlanılır və fərdi kompüterin diaqnostikasını təmin edərək, fərdi kompüter işə saldıqda əməliyyat sisteminin yüklənən hissəsinə əməli yaddaşla əlaqə qurur.

Sistem bloku üzərində yerləşən qurğular ana palataya qoşmaq üçün interfeyslərdən istifadə edilir. İnterfeys əlaqə kanallarının proqram, elektrik və mexaniki xarakteristikalarını özündə birləşdirir. Bu tip interfeyslərə misal olaraq ATA (IDE), Serial SATA, SCSI göstərmək olar. Xarici qurğuları qoşmaq üçün isə paralel (LPT), ardıcıl (RS-232, USB) interfeyslərdən istifadə olunur.

Xarici yaddaş qurğusu kimi fərdi kompüterlərdə əsasən maqnit disk qurğusundan istifadə olunur. Maqnit disk qurğusunun əsasən iki tipi mövcuddur:

yumşaq maqnit disk QURĞUSU - vençesTer (məLumaT Daşıyıcısı - maqnit DİsKLər).

Sərt maqnit disk qurğusunun işləmə sürəti və məlumat TuTumu yumşaq maqniT disk qurğusundan dəfəLərLə çoxdur. Yumşaq maqniT disk qurğularının məLumaT daşıyıcısının həcmi 1,44 MbayT oLur. BU cür məLumaT daşıyıcılarını bir yerdən başqa yerərahaTLıQLa aparmaq oLur. Sərt maqniT disk qurğularını (vençesTer) ana pLaTaya qoşmaq üçün IDE, Serial ATA, SCSI inTerfeysLərindən isTifadə oLunur. Bu qurğudan məLumaTın oxunması -yazılması vaxTı 5 + 15 ms oLur. Sərt maqniT disk qurğularında şpindeLin (oxun) fırlanma sürəTi 5400, 7200, 10000, 15000 dörd/dəqiqə oLur. MəLumaT TuTu- mu 100 Gbaytlarla öLçülür. Sərt maqniT disk qurğusu məLu- maTı yadda saxlamaq imkanlarına görə enerji mənbəyindən asılı deyil. Ona görə də əməliyyat sisTemi, TəTbiqi proqramLa- rı və isTifadəçinin digər proqramlarını sərt maqniT disk qurğusunda yadda saxLayır.

Son illərdə optik məLumaT daşıyıcılarına informasiyanı yazıb-oxuyan **CD-RW, DVD-RW** xarici yaddaş qurğularından geniş isTifadə oLunur. Optik məLumaT daşıyıcılarına (CD, DVD) məLumaTın yazılması - oxunması Lazer şüasının köməyi ilə həyata keçirilir. CD-RW qurğularında isTifadə oLunan **CD** - DİsKLərdə auDİo məLumaTLar rəqəm Formasında saxlanılır. MəLumaT TuTumu 650 Mbaytdır (74 dəqiqəlik auDİo məLumaT). **DVD** (digital video disk) - rəqəmli vİdeoDİsk məLumaT Daşıyıcı xarici görünüşünə görə **CD** - DİsKLə- rəoxşayır. MəLumaT TuTumu 4,7^{17,4} Gbayt-dır. Əsasən bu DİsKLərdə vİdeoFİlmLər yerləşdirilir. DVD-Lər 1997-ci İLDən isTehsal oLunmağa başlanmışdır.

Hal-hazırda Fərdi Kompüterlərdə məLumaT Daşıyıcıları kimi **Flash yaddaş** qurğularından geniş istifadə olunur. Bu qurğular böyük inteqral sxemlər (BİS) üzərində yığılır və ölçüləri çox kiçikdir, bu da məlumatın bir yerdən başqa yerə rahatlıqla aparılmasına imkan verir. Məlumat tutumu 100 Gbayta qədər oLur.

Hesablama əməliyyatlarında giriş-çıxış qurğularının köməyi ilə kompüterlər ətraf mühitlə əlaqədə olur. Giriş qurğularına misal olaraq: klaviaturanı, mouse (siçanı), ska- neri, qRaFİKİ, pLanşeTİ (digitizer),web-KaMepam, TV-Tüneri və s. göstərmək olar.

KLaviatura - KomrtTerə məLumatı DaxİL eDən əsas xarici qurğulardan biri hesab oLunur. KLaviaturanın köməyi İLə kompüterə İstənilən sİmvoLLarı (rəqəm, hərf, və s.) DaxİL eTmək mümkündür.

KLaviaturanın köməyi İLə monİtorun kursorunu ekranın İstənilən nöqtəsinə aparmaq və ekranDa olan məLumatı prİnTerə göndərmək mümkündür. ÜmumiyyəTLə, kLaviatura- Da 102/104 kLaviş (Düymə) oLur.

Mouse (siçan) - kompüterə məLumatı DaxİL eDən giriş qurğusudur. YerDəyişDirmə vericİLərdən (DaTçİkLərdən) və kLavişLərdən İbarət oLub əL İLə İdarə eDİLən qurğudur. «Mo- us»-u hərəkət eTDİrməklə kursurun DİspLeyİN üzərİndə hərəkəTİNİ Təmin eDİrİk. Son DövrLərdə optik və raDİo sİqnaLLar vasİtəsi İLə İşLəyən mouse-Dan geniş İstİfada oLunur.

Mikrofon - səsİN eLektRik sİqnaLına çevrİlməsİNə Təmin eDən giriş qurğusudur. Mikrofonun köməyi İLə auDİo məLu- maT kompüterə DaxİL eDİLİR.

Web-kamera - vİdeo İnFormasİyanı (görünTÜLərİ) kompüterə DaxİL eDən giriş qurğusudur.

QraFİki pLanşet (digitizer) - əLLə çəkilən şəkillərİ, sxem- Lərİ, İmzaLarı, xəritəLərİ birbaşa kompüterə DaxİL eDən giriş qurğusudur. Qurğulara qraFİki pLanşetDən və qəLəmdən İbarət- DİR.

TV - tuner - müxtəLİF Formalı (PAL, SECAM, NTSC) TeLeVİziya verİLİşLərİNİ qəbul eDİb, monİtorDa gösTərİlməsİNİ təmin edən giriş qurğusudur.

SKaner -xarici QURĞUSU oLub, Kağız üzərİndə olan mətn, şəkil və qrafik məlumatları kompüterə daxil etmək üçündür. Skaner məLumatı qrafiki formada oxuyur və maşının yaddaşına daxil edir. Daha sonra Lazimi qrafiki redaktor proqramlarının köməyi İLə onu ikiLİk koda çevirərək diskLərə və ya çap qurğusuna ötürülməsini təmin edir. Skaner fərdi kompüterə USB portu vasitəsi İLə qoşulur.

Fərdi kompüterin **çıxış qurğularına** misal olaraq, monitoru, printeri, səs kaLonkasını, qrafikçəkəni, strimmeri və s. göstərmək oLar.

Monitor - çıxış qurğusu oLub kompüterə daxil olan məLumatLara və alınmış nəticələrə nəzarət etmək üçün isti- fadə oLunur. Fərdi kompüterLərdə istifadə oLunan moni- torLar ekranın ölçülərinə görə aşağıdakı ölçüdə oLurlar: 14, 15, 17, 19, 21 və 23 dyüm. MonitorLar şəklİN formaLaşdı- rılması

prinsiplərinə görə aşağıdakı növlərə bölünürlər: elektron-şüa borusu, mayekristal və plazma. Plazma və mayekristal monitorlar nazik səth formasında olur, çəki-ləri çox kiçik olur.

Printer - Kompüterin xarici QURĞUSU olur, İnForma- siyanı kağız üzərində çap etmək üçündür. İnformasiyanın çıxışa verilməsi üsülünə görə printerlər iki qrupa bölünür: simvolu və qrafiki. Simvolu rəqəmlər SƏRTDƏKİ ayrı - ayrı simvolları bütöv şəkildə çap başlığına ötürülür. Qrafiki printerlərlə məlumat simvollar şəklində deyil, ayrı - ayrı nöqtələr şəklində çıxışa ötürülür. Vahid uzunluqda bir düyümdə (1 düym-25,4mm) olan nöqtələrin sayı printerin imkanlarını göstərir. Kağız üzərində şəklə qeyd edilməsi üsülünə görə printerlər iki qrupa bölünür: zərb ilə və zərb- siz çap qurğuları.

Zərb çap qurğularına misal olaraq matris çap qurğularını misal göstərmək olur.

Matris çap qurğularının başlığı 9, 18 və ya 24 iynədən ibarət olur. Çap başlığı ilə kağız arasında rəngli lentə olur. Çap başlığında simvol formalaşandan sonra iynələr hərəkətə gəlir, rəngli lentə zərbə vuraraq kağız üzərində simvolu formalaşdırır. Zərbəsiz çap qurğularına misal olaraq lazer və şırımlı çap qurğularını göstərmək olur. Lazer çap qurğularında şəkillər kağız üzərinə aralıq məlumat daşıyıcısı vasitəsilə yazılır. Şəkil lazer şüasının köməyi ilə əvvəlcə aralıq məlumat daşıyıcısına yazılır (neqativ alınır) və daha sonra bu məlumat daşıyıcısının üst qatı quru toz ilə örtülür. Ağ kağız bu barabanın üstü ilə dartılaraq və yüksək istilik hesabına barabandakı şəkil (neqativ) kağız üzərinə hopur. Lazer qurğularının çap keyfiyyəti və sürəti çox yüksəkdir. Bu çap QURĞULARI DƏFQƏDƏ 4 - 16 SƏHİFƏ ÇAP EDƏ BİLİR VƏ 1 DÜYÜMDƏ 600 + 2400 NÖQTƏ YAZA BİLİR.

Şırımlı printerlərin işləmə prinsipi başqa printerlərdən fərqlənir. Bu printerlərdə çap başlığı mürəkkəblə doldurulur. Başlıqda çox kiçik ölçülü deşiklər olur və bu deşiklərdən mürəkkəbi kağız üzərinə püskürdülür. Şırımlı printerin qiymətli nisbətən ucuz olur. Rəngli çap etmək qabiliyyətinə malik olur. 1 Düym məsafədə 300 + 720 nöqtə vura bilər. Çap sürəti DƏFQƏDƏ 2 + 6 SƏHİFƏDİR. Çap başlığında 48- dən 416-ya qədər deşik olur.

Səs kolonkasından (çap qurğusu kimi) audio məlumatları dinləmək üçün istifadə olunur.

Qrafikçəkən qurğu - kompüterdən alınan qrafiki məlumatları, mürəkkəb sxemləri və şəkilləri qələmin köməyi ilə kağız üzərində çəkən çıxış qurğusudur.

Ştrimmer (maqnit lent qurğusu) - məlumatı maqnit lent üzərində saxlayan yaddaş qurğusudur. Bu qurğular etibarlı işləyir, qiymətli ucuz və böyük yaddaş həcminə malik olur. Məlumatın oxunma və yazma sürəti digər yaddaş qurğuları- na nəzərən çox aşağıdır.

Kompüterlərdə mətnin, səs, şəkilin və görüntülərin birgə emal edilməsini təmin edən qurğu **multimedia** adlanır. Bu qurğu özündə mikrofonu, web - kameram, səs kolonka- sını və səs kartını birləşdirir. Səs kartından audio - video informasiyanı (analoq formasında olan) ikilik-rəqəm kodu- na çevirmək və əksinə ikilik kodu audio - video forma- siyaya çevirmək üçün istifadə edirlər. Multimedia qurğusu- nun köməyi ilə kompüter şəbəkələri üzərində audio - video konfransların təşkil olunmasını həyata keçirirlər.

Modem (modulyator - demodulyator) - əlaqə kanalları- nın (telefon xətləri, radio kanal və s.) köməyi ilə məlumatları uzaq məsafələrə ötürmək və qəbul etmək üçün istifadə olunan qurğudur. Konstruktiv olaraq modemlər iki formada olur: daxili və xarici. Daxili modemlər ana plata üzərində olan sistem şinə qoşulur. Xarici modemlər isə ardıcıl com, USB portuna qoşulur. Xarici modemlərin qiyməti nisbətən baha olur və fərdi kompüterə rahat qoşulur. Məlumatı ötürmə sürəti 56 kbT/san : 2 kbT/san qədər olur. Modem qurğusunun köməyi ilə istifadəçilərin kompüterləri kom- püter şəbəkəsinə (İnternet) qoşulur.

8.3. Kimya tenologiyasının təşkilində kimyəvi kibernetika vasitəsilə həll edilən əsas problemlər

İstehsal həcmindən asılı olmayaraq, Kimya Texnologiyasının işlənməsində proseslərin optimal şəraiti, təy- inli, optimal layihələşdirmə və optimal idarəetmənin təşkilində əsas məsələlər kimi qəbul olunduğundan əməliyyatın aparılmasında Kimya Kibernetikasını Kimya Texnologiyası- nın əsas tərkib hissəsi kimi qəbul olunur.

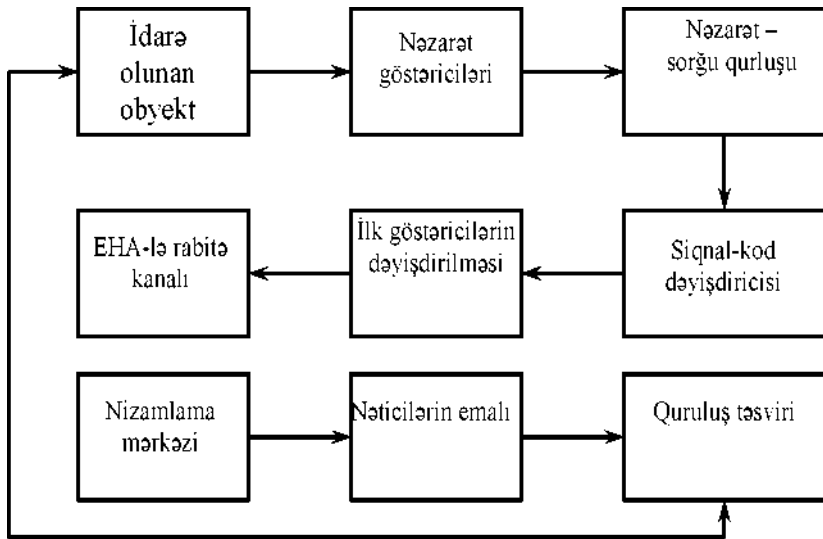
Əməliyyatın gedişində riyazi model proseslərin bütün parametrləri arasındakı əlaqələri təmin edir və elektron - hesablama aparatlarının köməyi ilə onları idarə etməyə imkan verir. Kibernetika metodlarının vasitəsilə ilkin tədqiqat nəticələrinin təbiiqə tezlaşdırilir, layihələşdirmə və idarəetmə işi optimallaşdırılır.

Kimyəvi kibernetikanın əsasını təşkil edən bu əməliyyat kimya texnologiyasında elektron hesablama aparatlarının köməkliliyi ilə əsas işi məqsədi təmin etməyə imkan verir.

- prosesin öyrənilməsi dövrü və məkanda ilkin eksperimental yoxlamalar imkan verən parametrlər intervalında riyazi modelin köməkliyi ilə obyekt üzrə yeni elmi məlumatların alınması;

- proseslərin optimal idarəetmə işinin təşkili.

Kimyəvi - texnoloji proseslərin gedişi fasiləsiz dəyişən axınların qarşılıqlı əlaqəsi ilə müşahidə olunur. Bu hal dəyişmələrinin izlənməsi proses zonası üzrə temperaturun, təzyiğin, xammal tərkibinin, məhsul miqdarının və s. daimi dəyişməsi ilə baş verir. Ona görə də istiqamətdə dəyişmənin təmin olunması üçün hal dəyişmələrinin daimi olaraq nəzarətdə saxlanıb, idarə olunmasına ehtiyac yaranır.



Bu halda eksperimental nəticələrin işlənməsində dəqiqliy- in artırılması imkanı genişlənir. Real göstəricilərdən kəna- ra çıxma imkanlarının əvvəlcədən qiymətləndirilməsinə imkan yaranır. Ümumi şəkildə elektron - hesablama apa- ratlarının (EHA) tətbiqi əsasında real vaxt intervalında eksperimental nəticələrin işlənməsi ardıcılığını sxematik olaraq belə təsvir etmək olar;

EHA+nın tətbiqi sistemin idarəetmə imkanının in- formasiyaların alınması, onların emalı, nəticələrin kifayət qədər tez çatdırılması və mənbənin funksional təsvirinin aşkarlanması bazasında dəqiq formalaşdırılmasını təmin edir. Bununla yanaşı kimyəvi kibernetika elminin tətbiqi texnoloji proseslərin layihələşdirilməsi işini xeyli asan- laşdırır. Nəzərə almaq lazımdır ki, kimya sənayesində eLmi - Texnikİ nəTicələrİn TəTbyf İstəHsaL LayİHəsİnİn TəşKİLİ əsasında aparılır. Hansı ki, kimya sənayesinin təşkilində sənədlər kompleksİnİn əsas bazasını təşkil edir. Layİhə- ləşdİrmə əməllİyyatı İlkİn İnförmasİyalar nəzərə alınmaqla İştirakçı elementlərin layihələşdİrİlməsİ və yazılış forma- larının vahİd sistemə gətİrİlməsİ İlə nİsbİ tamamlanır. Layİhələşdİrmənin İştirakçı elementlərinİn və yekun kom- pleksİn yazılış funksİyalarının müəyyənəşdİrİlməsİ əmə- llİyyatın İntensİvləşdİrİlməsİ üçün EHA+ın tətbiqlə ehtİyac yaradır. Bu nəticə bİzə layİhələşdİrmə sistemİnİn avtomatlaşdırılmasına İmkan verir [18].

Əməllİyyat növbətİ keçİdlər kompleksİndə reallaş- dırılır;

- avtomatlaşdırılmış layihələşdirmə sistemİnİn (AIS) tex-nikİ təminatı;
- ALS - İn rİyazİ təminatı (layihələşdİrİlən obyektİn rİyazİ modelİnİn işlənməsİ, metod və alqorİtm sistemİ);
- ALS-İn proqram təminatı;
- ALS üzrə İnförmasİyaların toplanması;
- layihələşdirmə işİnİn həllİ üçün tətbiq olunan dil seçİmİ;
- təşkilatİ əməllİyyatlar və İdarəetmə işİnİn təşkilİ. Buradan belə qənaətə gəlmək olar ki, kimyəvİ kibernetİka metodlarının KTP+İn işlənməsİndə praktik tətbiqi aşağıdakı ardıcılıqla aparılır;
- İnförmasİya məlumatlarının toplanması;

- İnFormasİya nəTİcəLərİnin anaLizi;
- riyazi moDeLLəşDİrmənin ÖYRƏNİLƏN rtoşesə TəTbyf;
кили. - layihələşdirmə və avtomatik idarəetmə işinin təş-

ƏDƏBİYYAT

1. Kafarov V.V. Prinüipı matematıçeskoqo modelirovanie ximiko - texnoloqıçeskix sistem/M., Ximiä, 1974, 344 s.
2. Koqan V.B. Teoretıçeskie osnovı tipovıx proüessov ximiçeskoı texnoloqii. - L.: Ximiä, 1977, -592 s.
3. Ximiko - texnoloqıçeski sistemı. Sintez, optimizaüia, upravlenie 1 pod. red. İ.P.Muxlenova. - L.: Ximiä, 1086, -344 s.
4. R.Ə. Ləmbərovski, R.T.Əmircanov, T.H.Qurbanəliyev Neft emalı və neft kimyasının əsas proseslərinin və aparatlarının hesablanması. Dərslik, Bakı, "Maarif" 1988, s. 148.
5. Kafarov V.V., Meşalkin V.P.Analiz i sintez ximiko-texnoloqıçeskix sistem. - M.: Ximiä, 1991.-312 s.
6. Zakqeym A.Ö.Vvedenie v modelirovanie ximiko - texnoloqıçeskix proüessov, Uçeb. posob., M.: Ximiä, 1982, 288 s.
7. Ostrovskiy Q.M.,Berejinskiy T.A. Optimizaüia xi- miko - texnoloqıçeskix proüessov. Teoriä i prakti- ka.-M.: Ximiä, 1984, 239 s.
8. Modelirovanie i optimizaüii ximiçeskoqo proüessov / Pod.red. T.N.Şaxtaxtinskoqo. Baku, GİM, 1990, 200 s.
9. GVM pomoqat ximii / Pod.red.Q.Vernena, M.Şanona. L., Ximiä, 1990, 384 s.
10. M.Q.Slingko. İstorıä razvitia matematıçeskoqo modelirovania katalitiçeskix proüessov i reaktorov // Teo- ret. osnovı xim. texnoloqii. 2007, t.41, №1, s. 16-34.
11. Akpamov T.A. i dr. Matematıçeskie osnovı modelirovanie katalitiçeskix proüessov // teoret. osnovı xim.texnoloqiii. 2000, t.34, №3, s.295.
12. Boreskov G.K., Slinko M.G. Calsul des processus co- talytoiques dans les uacteurs industriels. Chem. Eng. Sci. 1961, v.14. p.259.
13. Boreskov G.K., Slinko M.G. Exothermal Catalytic Process

Simulation.Third // European Symposium on Chem. Reac, Engin. Pergaman. Press? 1964.

14. Zelenok T.İ. Matematikieskie voprosı modelirovaniə katalitičeskix proüessov. Ximičeskije reaktori. Novosibirsk, Nauka , 1984. 83 s.
15. Gmanuelğ N.M., Knorre D.Q. Kurs ximičeskoy kinetiki. Učeb. dlə Universtetoov, M., Vısşaa şkola, 1984, 463 s.
16. Spingko M.Q. Osnovı i prinüıpi matematičeskoqo modelirovaniə katalitičeskix proüessov. Novosibirsk, İns-t kataliza so PAN, 2004, 488 s.
17. Əhmədov E.İ., Rzayeva N.A. Kimyəvi kinetika və kataliz, Bakı, 2005, 165 s.
18. As.M. Qumerov i dr. Matematikieskoe modelirovanie ximiko-texničeskix proüessov. Učeb. posob., Kazanğ / qos. texnol. un- t. Kazanğ, 2006. - 216 s.
19. Poxomov A.N. i dr. Osnovı modelirovanie ximikotexničeskix sistem, Učeb. posob.,Tambov İzd-vo Tamb. qos.texn. un-ta, 2008.-80s.
20. Matem.modelir. i rasçetı na GVM xim. - tex. proü. Primerı i zadaçi. Učeb. posob./S.V.Tunir, E.K. Ənçu- lovskaə, İzd-vo İr. QTU 2010, 310 s.
21. İbrahimov G., Babayev Ə.İ. Kimya kibernetikasının elmi əsasları və praktiki məsələləri. (Ali məktəb üçün dərs və s.) Bakı: “ADNA”, 2011, 340 s.
22. Ç.Ş.İbrahimov Kimya texnologiyası proseslərinin kibernetikası (dərs vəsaiti). Bak: “ELM” -2013, 104 s.
23. O.E.Moyzes, N.V.Uşeva. Modelirovanie kinetiki qomoqennıx ximičeskix reaküiy, metodičeskie ukazaniə., Tomsk/Polıtexničeskiy Universitet. Tomsk-2007, 11 s.
24. Kozin V.Q., Solodova N.L. i dr. Sovremennie texnoloğii proizvodstva komponentov motornıx topliv. Kazanğ, 2009, 328 s.
25. E.L.Krasnıx, S.V.Levanova i dr. Osobennosti sinteza nekotorıx alkil-tret-alkilovıx gfırov i ix termodinamičeskie

- svoystva // Nefteximiā. 2005, t.45, №2, s. 111-114.
26. Korneev V.V. Vičislitelŭnie sistemı, M., Qelios, 2004, 512 s.
 27. Komleva N.V., Smirnova A.A., Xripkov D.V. Īnformatika i programirovanie. M., EAOĪ, 2008.
 28. Dasgupta S., Papadimitriou C.H., Vazirani U.V. Alqoritmis. New Yark, Mo Graw-Hill, 2006., p.205.

MÜNDƏRİCAT

Sayı

Ön söz	3
GİRİŞ	5
I FƏSİL	TEKNOLOJİ PROSESLƏRİN MO- DELLƏŞDİRİLMƏSİNİN İNKİŞAF TARİXİ..... 7
1.1.	Modelləşdirmə haqqında ilkin nəzəri tə- səvvürlər..... 8
1.2.	Modelləşdirmə ideyalarının praktik əhə- MİYYƏTİ 11
1.3.	Texnoloji proseslərin modelləşdirilməsin- də informatikanın təşəkkül tarixi və Azər- baycandaKı müasir vəZİYYƏTİ 13
1.4.	Kimyəvi kibernetikanın formalaşması Dövrü..... 16
II FƏSİL	KİMYƏVİ-TEKNOLOJİ PROSESLƏ- RİN MODELƏŞDİRİLMƏSİNİN ƏSASLARI..... 18
2.1.
MDəLLəşDİrməNyn əsas məFəDy.....	22
2.2.	Texnoloji proseslərin ümumi sistemə gəti- riLməsi..... 25
2.3.	Model haqqında məlumat. Əsas model- LəşDirmə üsuLLarı 31
III FƏSİL	KİMYƏVİ-TEKNOLOJİ PROSESLƏ- RİN MODELƏŞDİRİLMƏSİNİN ƏSAS MƏRHƏLƏLƏRİ 34
3- 1-
3-2-	KİMYƏVİ -TexnoLoJİ rtoşesLəryn əsas gös- TəricİLəri ³⁴
səviyyələrarası əLaqələrin TəyİnəTİ	⁴⁴
3.3.	Modelləşdirmə əməliyyatında fiziki hal DəyişməLəri 45

	3- 4-	KTP+İn ümumi moDeLİnin qURULması	47
IV FƏSİL		KİMYA TEXNOLOGİYASI PROSE- LƏRİNİN FİZİKİ MODELƏŞDİRİL- MƏSİ	51
	4-	1-FİZİKİ moDeLLəşDİrmənin əLmİ əsasLarı.....	52
	4.2.	FİZİKİ modeLLəşDİrmə əməLİyyatında «Ox- ŞarLıq» nəzərİyyəsİ	53
	4.3.	Kİmya texnoLogİyasının əsas prosesLərİnə «OxşarLıq» nəzərİyyəsİnə TəTbİf	59
V FƏSİL		KİMYƏVİ -TEXNOLOJİ PROSE- LƏRİN KİNETİK MODELİNİN İŞ- LƏNMƏSİ	64
	5-	1-KİMYƏVİ KİberneTİKanın əsasLarı.....	64
	5.2.	Kİmyəvİ -texnoLojİ prosesLərdə mexanİz- mİn TəsDİf	73
	5.3.	MüxtəLİf mexanİzmLİ homogen KTP+İn KİneTİK moDeLİ	79
	5.4.	Heterogen kİmyəvİ -texnoLojİ prosesLərİn KİneTİK moDeLİnİn İşLənməsİ	95
VI FƏSİL		KİMYƏVİ REAKTORLARIN SEÇİ- MİN-DƏ RİYAZİ MODELƏŞDİRİ- MƏ	111
	6.1.	ReaKTorLarDa baş verən prosesLərİn ümU- mİ rİyazİ moDeLİ	114
	6.2.	İDeaL qarışDırıcıLı KasKaD reaKTorLarın TəT- bİqİnDə moDeLLəşDİrmənin ROLU	125
	6.3.	MoDeLLəşDİrmənin TəTbİqİ əsasınDa Kİmyə- vİ reaKTorLarın effeKTİvLİKLərİnİn müqayİ- səsİ	128
VII FƏSİL		KİMYƏVİ -TEXNOLOJİ nPOSES- LƏRİN OPTİMALLAŞDİRİLMASI ...	131
	7-1-	KTP-in opTİmallaşDırma MƏRHƏLƏLƏRİ	133

7.2.	KTP-in optimallaşdırılmasında kimyəvi KİneTİKanın ROLU	135
7.3.	KTP-in optimallaşdırılmasında model-LəşDirmə əməLİyyatının ROLU	146
7.3.1.	Çoxdəyişənli texnoloji sistemlərin reqres-siya İnliyi	153
7.3.2.	Təcrübələrin pLanlaşdırılması əsasında KTP-in opTimaLLaşDırılması	154

VŞ FƏSİL KİMYƏVİ-TEKNOLOJİ nPOSESLƏ- RİN

	MODELLƏŞDİRİLMƏSİNİN KİMYƏVİ KİBERNETİKADA ROLU..	164
8.1.	KİMYƏVİ KİBERNETİKanın əsasları	165
8.2.	Kimyəvi kibernetikanın formaLəşdırıl-masınDa İnFormaTİKanın ROLU	167
8.3.	Kimya texnoLogiyasının təşkilində kimyəvi kibernetika vasitəsilə həLL edilən əsas problemlər.....	191
	ƏDƏBİYYAT	194