WORLD FORUM ON ACADEMIC INNOVATION AND DIGITAL LITERACY

REKTIFIKATSIYA JARAYONINING MATEMATIK MODELI VA AVTOMATLASHTIRILGAN FUNKSIONAL-TEXNOLOGIK SXEMASINI ISHLAB CHIQISH

Qarshi davlat texnika universiteti

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish kafedrasi dotsenti

Bekqulov Jahongir Sherboyevich

Email: jbekqulov@mail.ru

Tel:+99899-081-09-55

Qarshi davlat texnika universiteti

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish kafedrasi magistranti

Rahmonov Javohir

Annotatsiya. Ushbu maqolada rektifikatsiya jarayonining matematik modeli ishlab chiqilgan hamda jarayonni samarali boshqarish maqsadida avtomatlashtirilgan funksional-texnologik sxema taklif etilgan. Tadqiqot davomida rektifikatsiya kolonnasida sodir bo‘ladigan issiqlik va massa almashinuvi jarayonlari tahlil qilinib, ularning matematik ifodasi keltirib chiqarilgan. Model asosida jarayonning asosiy parametrlariga ta’sir etuvchi omillar aniqlangan va ularning o‘zaro bog‘liqligi o‘rganilgan. Shuningdek, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimini loyihalash uchun funksional-texnologik sxema ishlab chiqilib, unda o‘lchash, nazorat qilish va boshqarish vositalari o‘zaro integratsiyalashgan holda aks ettirilgan. Taklif etilgan yondashuv rektifikatsiya jarayonining barqarorligini oshirish, energiya sarfini

kamaytirish va mahsulot sifatini yaxshilash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar. Matematik model, distillyatsiya qilish, bug‘lanuvchan komponent, funksional-texnologik sxema, muvozanat diagramma, modda balansi.

Rektifikatsion qurilma - bu suyuqlik aralashmasini fraksiyalarga ajratish (distillyatsiya qilish) uchun mo‘ljallangan kimyo - texnologik qurilmadir. Eritmalarni to‘liq ajratish asosan rektifikatsiya usuli orqali amalga oshiriladi. Bu jarayon, odatda, nasadkali yoki tarelkali kolonnalarda bajariladi, va u suyuqlik komponentlarining bug‘lanish haroratlari farqini samarali ravishda qo‘llab, ularni alohida tarkiblarda olish imkonini beradi.

Kolonnada bug‘ va eritma qarama-qarshi yo‘nalishda harakatlanadi, va har bir kontakt zonasida bug‘ kondensatsiyalanadi, shu bilan birga eritma bu kondensatsiya jarayonida chiqadigan issiqlik hisobiga qisman bug‘lanadi. Bu jarayon suyuqlik tarkibidagi har bir komponentning bug‘lanish va kondensatsiya xususiyatlariga asoslanib, ularning samarali ajratilishini ta’minlaydi. Shu tarzda, kolonnada bug‘ pastkiga qarab oqib tushayotgan suyuqlikka nisbatan yengil bug‘lanuvchan komponentlar bilan, suyuq fazasi esa nisbatan qiyin bug‘lanuvchan komponentlar bilan boyitiladi. Bu jarayon komponentlarning bug‘lanish qoidalariga asoslanib, rektifikatsiya samaradorligini oshirish imkoniyatini yaratadi.

Bug‘ va eritmaning ko‘p marotaba o‘zaro almashinuvi natijasida distillyat asosan yengil bug‘lanuvchan komponentlardan tashkil topadi, shu bilan birga kolonna ostidagi kub qoldig‘i esa qiyin bug‘lanuvchan komponentlar bilan boyitiladi.

Rektifikatsiya jarayonini modellashtirish va hisoblashda quyidagi asosiy taxminlar qabul qilinadi:

- Bu taxminga ko‘ra, 1 kmol bug‘ kondensatsiyalanish jarayonida 1 kmol suyuqlik bug‘lanadi. Bu esa rektifikatsion kolonnaning istalgan ko‘ndalang kesimida

harakatlanayotgan bug‘ massasi bir xilligini ta’minlaydi.

- Deflegmatorda kondensatsiyalanayotgan bug‘ning tarkibi o‘zgarmas deb qabul qilinadi. Bu taxminga ko‘ra, rektifikatsion kolonna orqali chiqib kelayotgan bug‘ning tarkibi distillyat tarkibiga teng bo‘ladi.

Konsentratsiyasi x_1 bo‘lgan boshlang‘ich eritma qaynash harorati t_1 gacha qizdirilganda, suyuqlik va bug‘ fazasi o‘rtasida termodinamik muvozanat o‘rnatiladi. Bu jarayonda hosil bo‘lgan bug‘ kondensatsiyalanganda, undan yengil bug‘lanuvchan komponentda boyitilgan, konsentratsiyasi *x* ga teng suyuqlik olinadi(1-rasm).

1-rasm. *P= const* (bosim o’zgarmas) bo’lganda *«t – x – y»* muvozanat diagrammasi:1- suyuq fazaning qaynash chizig‘i, 2- bug‘ fazasining kondensatsiya chizig‘i.

P = const (bosim o‘zgarmas) bo‘lganda *«t - x - y»* muvozanat diagrammasi - bu binar (ikki komponentli) sistema uchun harorat, suyuq va bug‘ fazalarining tarkibi o‘rtasidagi termodinamik bog‘lanishni ifodalovchi grafik tasvirdir.

Ushbu diagramma rektifikatsiya va distillyatsiya jarayonlarini tahlil qilishda muhim ahamiyat kasb etadi, chunki u har bir tarkib uchun suyuqlikning qaynash harorati va shu haroratdagi bug‘ning tarkibini aniqlash imkonini beradi.

Diagrammaning asosiy elementlari ya’ni o‘qlar:

- Gorizontal o‘qda - aralashmaning suyuq faza tarkibi *x* (molyar ulushda);
- Vertikal o‘qda - harorat *t (°C);*
- Bug‘ fazasi tarkibi *y* ham *x* bilan bir o‘qda aks ettirilib, ikki faza o‘rtasidagi muvozanat nuqtalari ko‘rsatiladi.

Agar suyuqlik yana qizdirilib, uning harorati t_2 gacha yetkazilsa, hosil bo‘lgan bug‘ kondensatsiyalanishi natijasida x_2 tarkibli suyuqlik vujudga keladi. Shu tarzda,

bug‘lanish va kondensatsiya jarayonlari bir necha marta takrorlanganda, boshlang‘ich eritmani tarkibiy jihatdan toza, yengil va qiyin bug‘lanuvchan komponentlarga ajratish imkoni paydo bo‘ladi.

Kimyoviy texnologiyalarda moddalarni ajratish va tozalash jarayonlarida turli massa almashinuv mexanizmlaridan keng foydalaniladi. Ushbu jarayonlarga yutish (absorbsiya), eritib yuvish (ekstraksiya), rektifikatsiya, yuzaga singdirish (adsorbsiya) va quritishlar kiradi. Absorbsiyada gazli yoki suzish holatdagi moddalar suyuq fazaga o‘tkaziladi, ekstraksiyada esa komponentlar ikki yoki undan ortiq suyuq fazalar orasida taqsimlanadi. Rektifikatsiya moddalarning qaynash harorati va fazaviy tenglik asosida ajratilishini ta’minlaydi, adsorbsiyada esa moddalar katta yuzalar orqali singdiriladi. Quritish jarayoni esa namlikni moddalardan chiqarish orqali ularning yuqori konsentratsiyada tuzilishini ta’minlaydi. Bu jarayonlar kimyoviy - texnologik tizimlarda komponentlarning fazalar orasida taqsimlanishini nazorat qilish va ularning sifatini optimal darajada oshirish imkonini beradi. Shu bilan birgalikda, rektifikatsiya jarayoni molekulyar diffuziya, massaning almashinuvi va termodinamik tengliklar bilan boshqariladi.

Ushbu jarayonlar turli xilligi va ularning texnik qurilmalardagi amalga oshirilishi usullari har xil bo‘lsa-da, ularning barchasi umumiy fundamental qonun-qoidalarga amal qiladi. Shu sababli, rektifikatsiya, absorbsiya, ekstraksiya va adsorbsiya kabi massa almashinuv jarayonlari avtomatlashtirish obyekti sifatida muayyan umumiy xususiyatlarga ega bo‘lib, ularda jarayon parametrlarini monitoring qilish, boshqarish va optimallashtirish uchun bir xil usullar qo‘llaniladi. Bu umumiy jihatlar jarayonlarni matematik modellashtirish, regulyatorlarni loyihalash va nazorat qilish tizimlarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Quyidagi 2-rasmda rektifikatsiya kolonnasining umumiy ishlash prinsipi sxematik ko‘rinishi tasvirlangan.

2-rasm. Rektifikatsiya kolonnasining umumiy ishlash prinsipi sxematik ko‘rinishi.

Ushbu sxemaga muvofiq ravishda jarayonning ilmiy asoslangan nazariy tavsifi quyidagicha ifodalanadi: ya’ni, boshlang‘ich eritma Q_f, C_f (kolonnaga kiruvchi aralashmaning sarfi va uning molekulyar yoki molyar tarkibi) belgilangan haroratgacha qizdirilib, kolonnaning o‘rta qismiga yuboriladi.

Pastki qismda joylashgan qizdirgich yordamida suyuqlik qizdirilib, bug‘ fazasi hosil qilinadi (Q_{y0}, C_{y0}). Hosil bo‘lgan bug‘ yuqoriga ko‘tarilib, yuqoridan oqib tushayotgan suyuqlik bilan to‘qnashadi. Har bir to‘qnashish (massa o‘tkazish bosqichi) jarayonida bug‘ qisman kondensatsiyalanadi, suyuqlik esa kondensatsiya issiqligi hisobiga qisman bug‘lanadi.

Kolonnaning yuqori boyituvchi qismida suyuq faza pastga, bug‘ fazasi esa yuqoriga qarab harakatlanadi. Ushbu qarama-qarshi oqim natijasida fazalar o‘rtasida issiqlik va massa almashinuvi sodir bo‘ladi. Natijada bug‘ fazasi yengil uchuvchan komponent bilan boyiydi, suyuq faza esa qiyin uchuvchan komponent konsentratsiyasi bilan ortadi. Bu bug‘ (Q_p,C_p) deflegmator (kondensator) orqali o‘tkazilib, suyuqlikka aylanadi. Hosil bo‘lgan kondensatning bir qismi kolonnaga flegma (Q_{FL}) sifatida qaytariladi, qolgan qismi esa distillyat (Q_D,C_D) sifatida olinadi.

Kolonnaning pastki qismidagi qoldiq suyuqlik esa kub mahsuloti sifatida olinadi (Q_K, C_K). Bu qoldiq qiyin bug‘lanadigan komponentlarga boy bo‘ladi. Shu tariqa, kolonna bo‘ylab komponentlar o‘zining bug‘lanish qobiliyatiga muvofiq ravishda vertikal bo‘ylab ajraladi.

Shuning uchun, kolonna bo‘ylab har bir bosqichda issiqlik va massa almashinuvi intensivligi jarayon samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Umuman olganda, rektifikatsiya kolonnasining samarali ishlashi quyidagi shartlarga bog‘liq:

- kolonna ichki tuzilmasining (tarelkalar, nasadkalar) to‘g‘ri tanlanishi;
- bosim va haroratning optimal boshqarilishi *(P=const);*
- flegma soni va qaytish koeffitsientining me’yorida ushlab turilishi;
- issiqlik balansining barqarorligini ta’minlash.

Natijada rektifikatsiya jarayoni yordamida murakkab suyuqlik aralashmalari yuqori aniqlikdagi tarkibiy komponentlarga ajratiladi, bu esa kimyo, neftni qayta ishlash, oziq-ovqat va farmatsevtika sanoatlarida keng qo‘llaniladi.

3-rasm. Rektifikatsiyalash qurilmasining strukturaviy sxemasi.

Rektifikatsiya kolonna pastki qismining matematik tavsifi

Rektifikatsiya kolonnasining pastki qismi (kub, qaynatgich qismi) jarayonning muhim elementi bo‘lib, unda suyuq fazaning bug‘lanishi va pastki mahsulot (kub mahsuloti) shakllanishi sodir bo‘ladi. Ushbu qism uchun matematik model odatda modda balansi**,** energiya balansi hamda fazalar muvozanati tenglamalariga asoslanadi. Kub va qaynatgichning tuzilishini hamda ularning o‘zaro funksional bog‘lanishini aks ettiruvchi strukturaviy sxemasi 4-rasmda keltirilgan.

Kub va qaynatgichning strukturaviy sxemasi ularning konstruktiv tuzilishini, asosiy texnologik elementlarini hamda o‘zaro funksional aloqalarini tizimli ravishda ifodalaydi. Mazkur sxema orqali issiqlik energiyasining berilishi, moddaning bug‘lanish jarayoni, fazalararo almashinuv hamda jarayon parametrlarining (harorat, bosim va oqim) o‘zgarishi aniq va mantiqiy ketma-ketlikda aks ettiriladi. Strukturaviy sxema jarayonni matematik modellashtirish, avtomatlashtirish va boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqishda muhim axborot manbai hisoblanadi.

4-rasm. Kub va qaynatgichning tuzilishini hamda ularning o‘zaro funksional bog‘lanishini aks ettiruvchi strukturaviy sxema.

Kolonnaning pastki qismini qamrab olgan hududda issiqlik oqimlari va energiya almashinuvi jarayonlarini hisobga olgan holda, issiqlik balansi analizi amalga oshiriladi.

Kolonnaning pastki qismi uchun umumiy modda balansi quyidagicha yoziladi:

(1)

bu yerda:

kolonnaning pastki qismi(kub)da to‘plangan suyuq fazaning umumiy massasi;

vaqt bo‘yicha ushbu massaning o‘zgarish tezligi;

kolonnaning pastki qismi(kubda) to‘plangan suyuqlikning zichligi*[kg/m^3];*

kolonnaning pastki qismidagi kubning kesim yuzasi*[m^2];*

kub bo‘ylab suyuqlikning o‘zgaruvchi sathi;

dastlabki aralashma sarfi;

qizdirgichda xosil qilingan bug‘ sarfi;

kolonnaning pastki qismidagi qoldiq suyuqlik ya’ni kub mahsuloti sarfi.

Mazkur tenglama massaning saqlanish qonuniga asoslangan bo‘lib, kolonnaning quyi qismida moddaning vaqt davomida to‘planishi yoki kamayishini tavsiflaydi. Agar jarayon statsionar rejimda olib borilsa, u holda

bo‘ladi va modda balansi kiruvchi hamda chiquvchi oqimlar tengligi bilan aniqlanadi hamda umumiy moddiy balans quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

(2)

(1) va (2) ga asosan quyidagilarni hisoblash mumkin:.

Kolonnaning pastki qismi energiya va issiqlik almashinuvi jarayonlarining asosiy markazi hisoblanadi. Ushbu hududda gaz va suyuqlik fazalarining o‘zaro ta’siri natijasida issiqlik oqimlari yuzaga keladi, bu esa kolonna samaradorligi va mahsulot sifatiga bevosita ta’sir qiladi. Shu sababli, pastki qismining issiqlik balansini aniqlash jarayoni muhim ahamiyatga ega. Issiqlik balansi odatda kiruvchi va chiquvchi issiqlik oqimlarini hisobga olib, energiyaning saqlanish qonuni asosida ifodalanadi.

Tizimdagi har bir kimyoviy komponentning massasi yoki mol miqdorining kiruvchi va chiquvchi oqimlari, shuningdek, ichki reaksiyalar natijasida yuzaga

keladigan o‘zgarishlarini hisobga olib, komponent bo‘yicha modda balansini aniqlash jarayoni amalga oshiriladi.

Ajratilayotgan (yengil uchuvchan) komponent uchun modda balansi

Ko‘rib chiqilayotgan tizimda ajratib olinayotgan yengil uchuvchan komponent uchun moddiy balans tenglamasi ushbu komponentning tizimga kirishi, undan chiqishi hamda tizim ichida to‘planishini hisobga olgan holda tuziladi. Mazkur balans jarayon samaradorligini baholash va matematik modelni shakllantirishda muhim ahamiyatga ega.

Umumiy holda yengil uchuvchan komponent uchun moddiy balans quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

(2)

bu yerda: yuqoridan kelayotgan suyuqlik tarkibi, bug‘ fazadagi komponent ulushi, pastki mahsulotdagi komponentning suyuq fazadagi konsentratsiyasi.

Agar kiruvchi komponent miqdori chiquvchi miqdorlardan katta bo‘lsa, yengil uchuvchan komponent kubda to‘planadi. (2) tenglama ham massaning saqlanish qonuniga asoslangan bo‘lib, kolonnaning pastki qismida yengil uchuvchan komponentning kirishi, chiqishi va vaqt bo‘yicha to‘planishini ifodalaydi. Ushbu jarayon statsionar rejimda olib borilsa, u holda moddaning to‘planishi sodir bo‘lmaydi , komponentlar konsentratsiyalari vaqt bo‘yicha o‘zgarmas bo‘lib qoladi va barcha kiruvchi hamda chiquvchi modda oqimlari o‘zaro muvozanatlashgan bo‘ladi:

Matematik modelni soddalashtirish maqsadida qaynatgich to‘liq bug‘lanish rejimida ishlaydi deb qabul qilinadi, natijada bug‘ va suyuq fazalardagi komponent konsentratsiyalari teng bo‘ladi, .

(3) va (4)-tenglamalardan kelib chiqib, quyidagicha yozish mumkin:

Energiya balansi jarayoni tizimga kiruvchi issiqlik, ish va boshqa energiya shakllari bilan tizimdan chiqadigan energiya miqdorini solishtirish orqali amalga oshiriladi. Bu tahlil energiyaning saqlanish qonuni asosida tizimdagi energiya o‘zgarishlarini aniqlashga imkon beradi.

Pastki qism uchun energiya balansi quyidagicha ifodalanadi:

bu yerda: mos ravishda pastki va kiruvchi suyuqlik entalpiyalari bug‘ faza entalpiyasi, qaynatgichga berilayotgan issiqlik oqimi.

Fazalar muvozanati tenglamasi

Fazalar muvozanati tizimda bir nechta fazalar (masalan, bug‘ va suyuqlik) o‘zaro ta’sirda bo‘lib, ularning tarkibi va termodinamik holati vaqt bo‘yicha o‘zgarmas bo‘lgan sharoitni ifodalaydi. Ushbu holatni matematik jihatdan tavsiflash uchun fazalar muvozanati tenglamalari qo‘llaniladi. Muvozanat sharti har bir komponent uchun fazalar orasidagi kimyoviy potensiallarning tengligi bilan belgilanadi:

bu yerda mos ravishda suyuq va bug‘ fazalardagi -komponentning kimyoviy potensiallari. Amaliy hisob-kitoblarda ushbu tenglama ko‘pincha muvozanat konstantalari yoki taqsimlanish koeffitsientlari orqali ifodalanadi va quyidagi ko‘rinishga keltiriladi:

bu yerda va - -komponentning suyuq va bug‘ fazalardagi ulushlari, esa fazalar o‘rtasidagi muvozanat koeffitsientidir. Ushbu tenglamalar fazalararo modda almashinuvini tahlil qilish, ajratish jarayonlarini modellashtirish va texnologik apparatlarning optimal ish rejimini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kolonnaning pastki qismining axborot (informatsion) sxemasining tavsifi

Rektifikatsiya kolonnasining pastki qismi uchun axborot (informatsion) sxema jarayonning asosiy texnologik parametrlarini aniqlash, o‘lchash va qayta ishlashni ta’minlovchi o‘lchov-nazorat vositalari hamda signal uzatish kanallarining o‘zaro funksional bog‘liqligini tavsiflaydi.

Kolonna pastki qismi ko‘p bog‘lanishli obyekt sifatida h_k yoki h_k, C_k prinsiplariga muvofiq tashkil etilgan axborot sxemasida moddiy va energetik oqimlar, shuningdek nazorat va boshqaruv signallari o‘zaro bog‘langan kompleks tizim shaklida ifodalanadi. Mazkur sxema har bir komponentning funksional roli, kiruvchi va chiquvchi oqimlarining o‘zaro aloqasi, shuningdek dinamik va statik bog‘liqliklari asosida modellashtiriladi. Shu tarzda, ustun quyi qismining axborot modeli jarayon parametrlarini optimallashtirish, tizimning barqaror ishlashini ta’minlash va turli ishlash sharoitlarida tizim reaksiyasini tahlil qilish imkonini beradi.

Рис.5. Kolonna pastki qismining h_b yoki h_k, C_k parametrlar bo‘yicha ko‘p bog‘lanishli obyekt sifatidagi axborot sxemasi.

Для упрощения рассуждений рассмотрим всего два канала; тогда более развернутую схему можно представить в виде, изображенном на рис.6. Здесь и – управляющие сигналы; и – реальные значения управляемых величин.

В хорошо спроектированной системе каналы и –независимы, т.е. выход управляется только сигналом и - сигналом (сигнал не влияет на и не воздействует на).

Рис.6.Структурная схема двухмерной системы

В реальных же системах (наряду с основными каналами и) часто имеют место перекрестные связи (сигнал воздействует на выход) и (сигнал воздействует на выход).

При исследовании подобного рода систем, а также при синтезе регуляторов (корректирующих устройств и) необходимо учитывать перекрестные связи и . Объект называется автономным, если за счет налагаемых дополнительных связей исключается взаимное влияние каналов (и отсутствуют) [4].

Massa almashinuv jarayonlarining umumiy o‘ziga xos tamonlariga ularning

katta energiya sig‘imiga ega ekanligi kiradi va avtomatlashtirish masalalari maxsulot sifatini berilgan qiymatda saqlagan holda energiya xarajatlarini kamaytirishdan iborat.

Deyarli barcha massa almashinuv jarayonlari diametiri bir necha metrni, balandligi esa bir necha o‘nlab metrni tashkil etuvchi kolonna turidagi apparatlarda olib boriladi. Shuning uchun ularning dinamik xarakteristikalari katta vaqt doimiysi va kechikishga ega bo‘ladi. Bunday sharoitda bir konturli oddiy rostlash sistemalari katta dinamik xatolik va o‘tish xarakteristikasining uzoq davom etishiga olib keladi. Rostlash sistemalarining o‘tish xarakteristikalari sifatini oshirish maqsadida massa almashinuv jarayonlarida kombinirlashgan va kaskad avtomatik rostlash tizimlaridan foydalaniladi.

Massa almashinuv jarayonlarini avtomatlashtirishda olinayotgan maxsulotlar tarkibini uzluksiz nazorat qiluvchi avtomatik asboblarning yuqligi bu jarayonlarni avtomatlashtirishda eng katta murakkabliklarga olib keladi. Bunday xollarda tarkibni bilvosita parametrlar orqali, masalan aralashma qaynashi harorati orqali, uning zichligi kabilar orqali rostlash amalga oshiriladi. Bu rostlash sitemalari esa o‘z o‘rnida modda tarkibi va bilvosita parametrlar o‘rtasida g‘alayonli faktorlar ta’sirini hisobga oluvchi o‘zaro aloqani aniqlash kabi qo‘shimcha murakkablikka olib keladi.

Rektifikatsion uskunalari bug‘ qorishmalari va suyuq qorishmalarning qarshi oqimni o‘zaro ta’sirlashishi natijasida suyuq bir jinsli qorishmani tashkil etuvchi moddalarga yoki moddalar guruhiga ajratish uchun xizmat qiladi.

Rektifikatsiya uskunasini avtomatlashtirish obyekti sifatidagi jihatlarini boyitishdagi oson uchuvchi C_p tashkil etuvchi bilan qo‘sh tarkibli aralashmani distillyat (tozalangan suv bug‘idan hosil bo‘lgan suyuqlik) va undan qolgan suyuqlikka oson uchuvchi C_D ва $C_к$ boyitishlar ajratish qurilmasi misolida ko‘rib chiqamiz.

Quyidagi belgilashlarni qabul qilamiz: (7-rasm) Q_T, Q_D, $Q_к$, Q_B, $Q_{I.T.}$, $Q_{s.a.}$, Q_{FL}- ta’minot sarflari, distillyat, distillyatdan qolgan (kub) mahsulot, qaynatishga qizdiruvchi bug‘, ta’minot manbaini qizdirishga issiqlik tashuvchi, nam ajratgich

(diflegmator)ga suyuqlik agenti, flegmalar; r_b- qizdiruvchi bug‘ entalpiyasi; $_{i.t.}$, $_{s.a.}$ - issiqlik tashuvchilarning va sovuqlik agentining harorati; $C_{I.T.}$, $C_{s.a.}$ – issiqlik tashuvchi va sovuqlik agentining solishtirma issiqlik sig‘imi; P_k – kolonnadagi bosim, $\boldsymbol{h_k}$, $\boldsymbol{h_{FL}}$ – kolonna kubidagi va flegmali sig‘imdagi sath.

Rektifikatsion qurilma katta miqdordagi o‘zaro aloqador koordinatali murakkab obyekt hisoblanadi. Eng yaxo‘i rostlash kanallarini tanlash uchun obyektning statik va dinamik xarakteristikalarining solishtirma tahlilini o‘tkazish lozim. Taxlillar shuni ko‘rsatadiki, bu obyekt uchun asosiy rostlanuvchi (chiqish) koordinatalari sifatida distillyat va kub suyuqligining konsentratsiyalari- C_D, C_K, kolonnadagi kub suyuqligi sathi h_k, flegma sig‘imidagi sath h_{FL}, колоннадаги босим $P_к$ ҳисобланади.

Rostlovchi (kirish) ta’sirlariga isituvchi bug‘ sarfi Q_B, issiqlik tashuvchi sarfi $Q_{I.T.}$, sovuq agent sarfi $Q_{s.a.}$, distillyatning chiqishdagi sarfi Q_D, kub mahsuloti va flegma sarflari Q_K , Q_{FL} hisoblanadi.

Boshlang‘ich aralashma rektifikatsion kalonnaga texnologik jarayonning boshqa obyektlaridan kelganligi uchun ta’minot sarfi, tarkibi va haroratining o‘zgarib turishi jarayondagi asosiy g‘alayonli faktorlar hisoblanadi. G‘alayonli faktorlarga shuningdek isitish bug‘ining, issiqlik tashuvchining va sovuq agentning entalpiyalari, shuningdek atrof muhitga issiqlik yo‘qolishi q ham kiradi. Sanab o‘tilgan g‘alayonlardan asosan faqat ta’minot harorati $_t$ rostlanadi, ta’minot sarfi Q_T nazorat qilinadi, ta’minot tarkibi kamdan kam hollarda nazorat qilinadi, qolgan g‘alayonlar esa odatda nazorat qilinmaydilar. Yuqoridagilarni inobatga olgan holda ishlab chiqilgan rektifikatsiya jarayonining avtomatlashtirilgan funksional-texnologik sxemasi 7-rasmda keltirilgan.

7-rasm. Rektifikatsiya jarayonining avtomatlashtirilgan funksional-texnologik sxemasi.

XULOSA. Tadqiqot natijasida rektifikatsiya jarayonining matematik modeli ishlab chiqildi va uning asosiy parametrlariga ta’sir etuvchi omillar aniqlandi. Yaratilgan model jarayonni chuqur tahlil qilish hamda optimal boshqaruv



strategiyalarini ishlab chiqish imkonini beradi. Shuningdek, avtomatlashtirilgan funksional-texnologik sxema ishlab chiqilib, u jarayonni real vaqt rejimida nazorat qilish va boshqarishni ta’minlaydi. Natijada tizimning ishonchliligi va samaradorligi oshadi, inson omiliga bog‘liqlik kamayadi hamda energiya resurslaridan oqilona foydalanishga erishiladi. Kelgusida ushbu model va sxema asosida zamonaviy boshqaruv usullarini (masalan, adaptiv va bashoratlovchi boshqaruv) qo‘llash orqali jarayonni yanada takomillashtirish mumkin.